CONTRATO COP-FDLSC-2024– "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE"

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL
CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° FDLSC-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

INTERVENCIÓN EN ANDENES

BOGOTÁ D.C., MARZO 2025

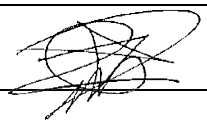
TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
1. OBJETIVOS Y ALCANCE 5
1.1 OBJETIVO GENERAL 5
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
1.3 ALCANCE 5
2. GENERALIDADES 6
2.1 Localización y descripción del Proyecto 6
2.2 Condiciones climáticas 7
3. CRITERIOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS 9
4. ESPESORES DE ESTRUCTURAS: 12
4.1 Estructura para criterios de diseño N° 1 y N° 2 - andenes 12
4.2 Estructura para criterio de diseño N° 2 - Rampas 13
5. CONCLUSIONES 13
6. LIMITACIONES 14
7. APLICABILIDAD 14

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	1	**fecha**	**26/03/2025**
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra COP-1136-2023, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y el CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar los diagnósticos, estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial local, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Este informe Contiene el diseño para los andenes que se deben ejecutar en el contrato No. 1136 DE 2024 en la malla vial de la localidad de SAN CRISTÓBAL.

1. OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos de las intervenciones a nivel y andenes y alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar con base en la metodología descrita en el documento CARTILLA DE ANDENES BOGOTÁ D.C. de la entidad Secretaria Distrital de Planeación, se establecen los criterios de diseño de andenes de los segmentos viales definidos en el alcance del contrato, dando cumplimiento a las exigencias del ANEXO TÉCNICO del contrato de obra 1136 DE 2024.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los criterios de diseño de estructuras para los andenes.
- Determinar el número de ejes equivalentes para el diseño de los andenes.
- Determinar las estructuras a utilizar de acuerdo a los planos tipo urbanísticos suministrados por parte del FDLSC.

1.3 ALCANCE

El alcance del presente documento para las alternativas de intervención para los andenes de los segmentos viales priorizados por el FDLSC.

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, así como las condiciones climáticas, que incluyen en la hipótesis del diseño de estructuras de andenes y para la futura programación de las obras.

2.1 Localización y descripción del Proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

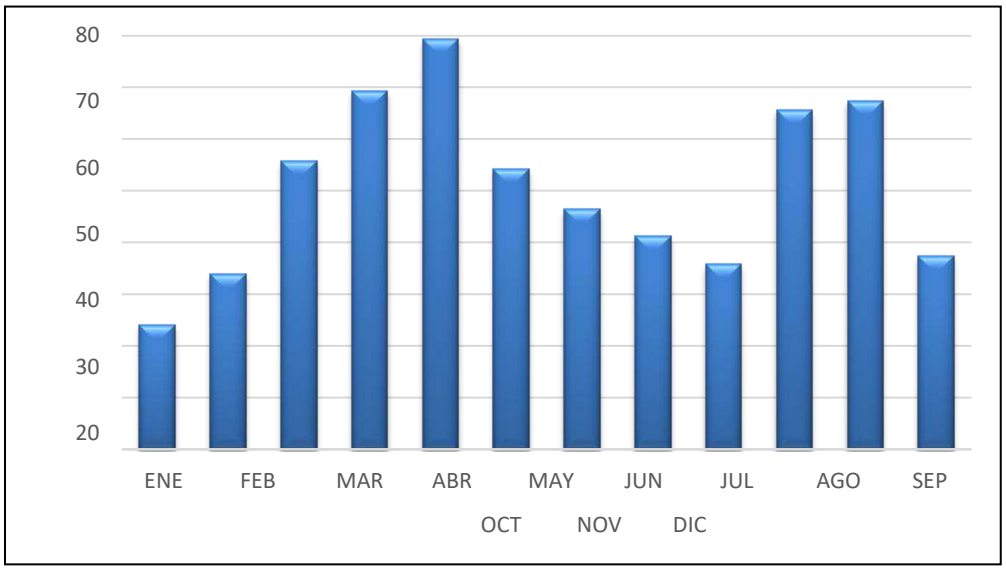


Ilustración 1. Localización general del área de estudio – Fuente- Google images.

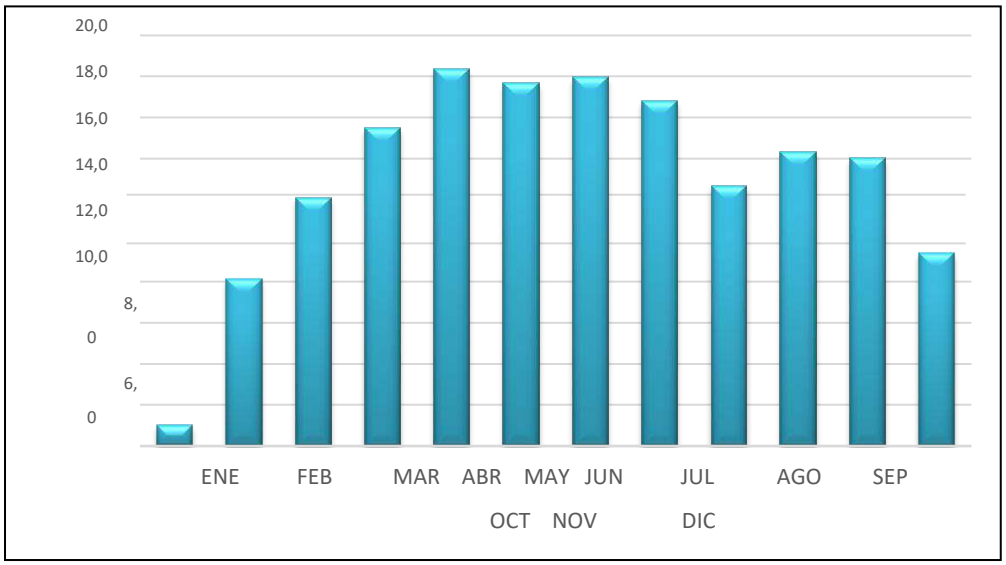
2.2 Condiciones climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



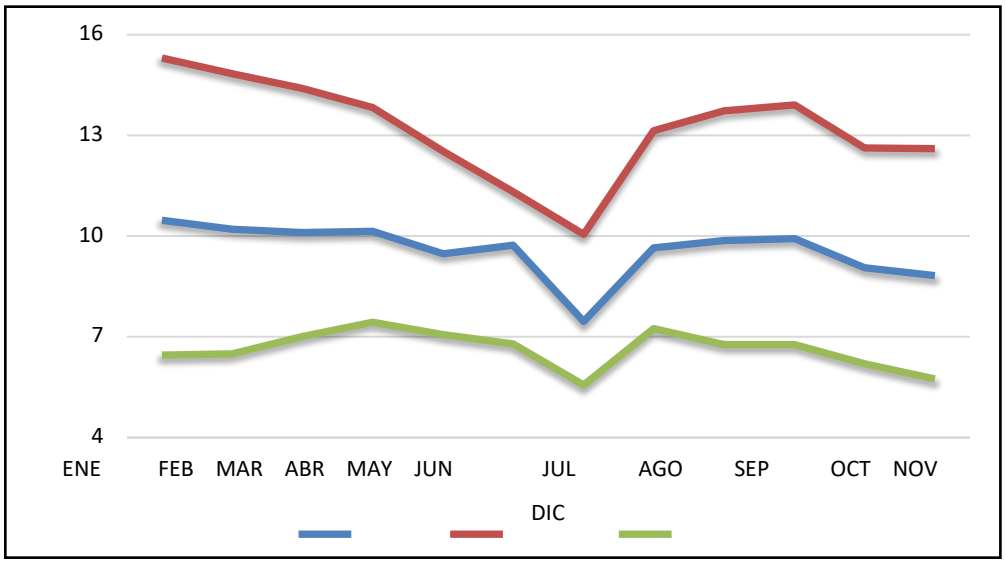
Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3. CRITERIOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS

Las consideraciones contempladas para las estructuras típicas de los andenes a intervenir son las siguientes de acuerdo a la cartilla de andenes de la entidad Secretaria Distrital de Planeación:

- Tipo de subrasante: Para el espacio público el cual se desea intervenir se proponen los criterios de diseño, de acuerdo a la condición de que durante la ejecución de las obras se encuentre un suelo, medianamente competente con un CBR del 3%, clasificándose, así como una subrasante tipo S2, la cual puede estar compuesta por suelos finos (arcillas y limos de baja plasticidad), clasificándose bajo la clasificación AASHTO como suelos tipo A4 y A5, con una capacidad portante baja. Por lo que siempre se recomienda utilizar un lleno de material con un CBR de mínimo 10% de acuerdo a las ET-IDU-2018.

- Criterio de diseño 1: Para el espacio público peatonal y la red de ciclorruta a nivel de andén, por donde no circula ningún tipo de vehículo pesado, se propusieron espesores mínimos de construcción, con subbase granular tipo SBGPEA Y/O Subbase arida reciclada AR-SBG50, según Especificación IDU-ET-2018 o vigente. Aplica para estructuras articuladas y flexibles, y acceso vehicular de vivienda (máximo 2 vehículos livianos).

- Criterio de diseño 2: Para el espacio público peatonal (incluye plazoletas) a nivel de andén, que en ocasiones soporta carga vehicular pesada, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de diseño. Aplica para estructuras la estructura articulada propuesta por parte del FDLSC en la cual el material de superficie está compuesto por loseta:

Criterio de Diseño	**Valor adoptado**
Periodo de diseño	10 años
Carga Vehicular	
Tipo de camión	C2G
Eje	Simple de 8,2 toneladas
Factor daño (INVIAS)	3,44
Tránsito promedio diario TPD	2
Numero de Ejes simples equivalentes - NESE	25000
Calidad de Subbase Granular	
Tipología IDU-ET-2018	SBG-C
CBR	30%
Modulo	1050 kg/cm2
Coeficiente Estructural	0,11
Coeficiente de Drenaje	0,09
CBR de subrasante	**3%**
Parámetros AASHTO	
Confiabilidad	50%
Error estándar de predicción	0,45
Servicialidad inicial	4
Servicialidad final	1,5

Tabla 1 Criterios de diseño 2

- Criterio de diseño 3: Para el espacio público peatonal (incluye plazoletas) a nivel de andén para rampas vehiculares, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de diseño:

Criterio de Diseño	Valor adoptado
Periodo de diseño	20 años
Carga Vehicular	
Tipo de camión	C2G
Eje	Simple de 8,2 toneladas
Factor daño (INVIAS)	3,44
Tránsito promedio diario TPD	2
Numero de Ejes simples equivalentes - NESE	50000
CBR de subrasante	**3%**
Calidad de Subbase Granular	
Tipología IDU-ET-2018	SBG-C
CBR	30%
Modulo	1050 kg/cm2
Espesor	0,15
K Combinado	**59 MPa/m**
Calidad del concreto	
Módulo de rotura	40 kg/m2
Módulo de Elasticidad	316.300 kg/cm2
Coeficiente de drenaje	1.0
Parámetros AASHTO	
Confiabilidad	50%
Error estándar de predicción	0,345
Servicialidad inicial	4.6
Servicialidad final	1,5
Transferencia de carga	3.2

Tabla 2 Criterios de diseño 3

4. ESPESORES DE ESTRUCTURAS:

A continuación, se establecen las generalidades de las especificaciones y los espesores de las capas estructurales a conformar, de acuerdo a la clasificación de suelos de subrasante establecida y los criterios de diseño definidos.

4.1 Estructura para criterios de diseño N° 1 y N° 2 - andenes

La siguiente ilustración muestra la estructura para espacio público peatonal a nivel de andén para las condiciones de una subrasante tipo S2 y criterio de diseño N° 1, donde se contempla solo carga peatonal, sobre la cual se instalará un material de superficie concreto simple con resistencia de 3000 PSI con refuerzo malla electrosoldada 0.25x0.25m, d=4mm:

	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	10 CM	Concreto 3000 PSI reforzado con malla electrosoldada #4
	30 CM	AR-SBG50
	-	Geotextil t, resist. Ultima (tira ancha)=40 kn/m para separación subrasante/capas granulares (inc. Sumin. E instalación)

Tabla 3 Estructura de andenes peatonales

4.2 Estructura para criterio de diseño N° 2 - Rampas

La siguiente ilustración muestra la estructura para espacio público peatonal a nivel de andén para las condiciones de una subrasante tipo S2, sobre la cual se instalará un material de superficie concreto 3000 PSI con refuerzo malla electrosoldada 0.25x0.25m, d=4mm, y que se debe realizar en los sitios donde se encuentren rampas vehiculares.

	ESPESOR	DESCRIPCIÓN
	15 CM	Concreto 3000 PSI reforzado con malla electrosoldada #4
	30 CM	AR-SBG50
	-	Geotextil t, resist. Ultima (tira ancha)=40 kn/m para separación subrasante/capas granulares (inc. Sumin. E instalación)

Tabla 4 Criterios de diseño 2

5. CONCLUSIONES

Los materiales por utilizar para el desarrollo de los trabajos de obra deberán cumplir con los requerimientos de especificación enmarcados bajo la normativa técnica del contrato y vigente para el desarrollo del mismo.

En el momento de llevar a cabo la implementación del sistema de pavimento para los andenes es necesario llevar a cabo la remoción y excavación del material la cual consiste en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogenizar la superficie de apoyo, para garantizar las características necesarias para su adecuado funcionamiento.

Para la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de separación y filtro en la base de apoyo del sistema.

6. LIMITACIONES

En caso de encontrarse condiciones diferentes a las aquí consignadas se deberá informar a la menor brevedad a esta consultoría para analizar la situación y verificar las condiciones propias de los cambios que se requieran efectuar. Cualquier modificación que se efectué deberá ser informada a esta consultoría para analizar su viabilidad y deberá llevar el visto bueno y acuerdo con comunicación oficial.

7. APLICABILIDAD

Las estructuras de andenes descritas en este documento pueden ser utilizadas para la totalidad de los andenes a intervenir en el contrato de obra 1136 de 2024, incluyendo los segmentos viales que hacen parte de los presupuestos participativos y sobre los cuales esta contemplada la intervención del espacio público:

CIV	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	SEGMENTO	DESDE	HASTA	UPL	BARRIO - SECTOR	TIPO DE VÍA
4000303		Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	La María	Intermedia
4000277		Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Buenos Aires	Intermedia
4000359		Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	La María	Intermedia

4001233		Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Las Mercedes	Intermedia
4001209		Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Las Mercedes	Intermedia

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4000061 CARRERA 6 ENTRE CALLE 1 SUR Y CALLE 1 A SUR – CIV 4008530 CARRERA 6 ENTRE CALLE 1 A SUR Y CALLE 2 SUR

BOGOTÁ D.C., MAYO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. GENERALIDADES 15

2.1 Metodología 15

2.2 Normatividad Consultada 15

2.3 Condiciones Climáticas 16

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 18

4. TRÁNSITO DE DISEÑO 22

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 31

5.1 Estratigrafía 33

5.2 Nivel freático 33

5.3 Ensayos de caracterización física 34

5.4 Análisis de potencial de expansión 36

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 37

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 40

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 41

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19 42

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG) 43

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4% 44

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K 46

6.3 Capacidad Estructural Requerida 50

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido 51

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr) 51

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado 52

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI) 52

6.4.4 Coeficientes de drenaje 53

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga 53

6.4.6 Número estructural (SN) 54

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido 54

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) 55

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4% 55

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción 56

6.7 Características Geométricas de la Losa 59

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas 59

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre 61

6.10 Juntas de Transferencia 62

6.11 Juntas de Expansión 62

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte 63

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 65

7.1 Equipos para los materiales granulares 66

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares 69

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 71

6.1.1. Preparación del Terreno 71

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 72

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 72

6.1.4. Compactación 72

6.1.5. Curado y Protección 72

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 73

8 CONCLUSIONES 75

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 14

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 19

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 21

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000061 (Fuente: Propia) 21

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4008530 (Fuente: Propia) 22

Tabla 6. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 23

Tabla 7. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia) 28

Tabla 8. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia) 28

Tabla 9. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)..... 29

Tabla 10. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia) 30

Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)..... 30

Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 31

Tabla 13. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 34
Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)..... 36
Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 36
Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)..... 37
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)..... 37
Tabla 18. Cálculo CBR materiales existentes. (Fuente: Propia)..... 38
Tabla 19. Cálculo CBR a adoptar como subrasante. (Fuente: Propia) 39
Tabla 20. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 40
Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales 45
Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 49
Tabla 23. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia) 49
Tabla 24. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 50
Tabla 25. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia) 54
Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia) 55
Tabla 27. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia) 56
Tabla 28. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 58
Tabla 29. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 59
Tabla 30. Ancho de losa por CIV. Fuente: Elaboración propia. 59
Tabla 31. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 61
Tabla 32. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 62

Tabla 33. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 62
Tabla 34. Alternativa recomendada Fuente Propia. 76

LISTA DE ILUSTRACIONES

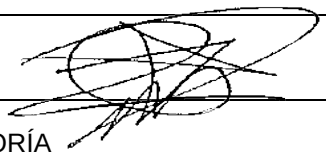
Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth) 19
Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000061. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4008530. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 4. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 24
Ilustración 5. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 26
Ilustración 6. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 26
Ilustración 7. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 27
Ilustración 8. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 27
Ilustración 9. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth) 32
Ilustración 10. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia) 33
Ilustración 11. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 35
Ilustración 12. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 42
Ilustración 13. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 43
Ilustración 14. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO) 45
Ilustración 15. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO) 47
Ilustración 16. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO) 48
Ilustración 17. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO) 52
Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 52
Ilustración 19. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 53
Ilustración 20. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 53

Ilustración 21. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO) 54
Ilustración 22. Junta en pozos 60
Ilustración 23. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos 60
Ilustración 24. Junta en Sumideros 61
Ilustración25. Detalle Junta de expansión 63

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
1	Conclusiones y 5	31/05/2025	Ajustes de acuerdo a observaciones dadas por interventoría

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	1	**fecha**	03/06/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4000061 -4008530al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000061	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4008530	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

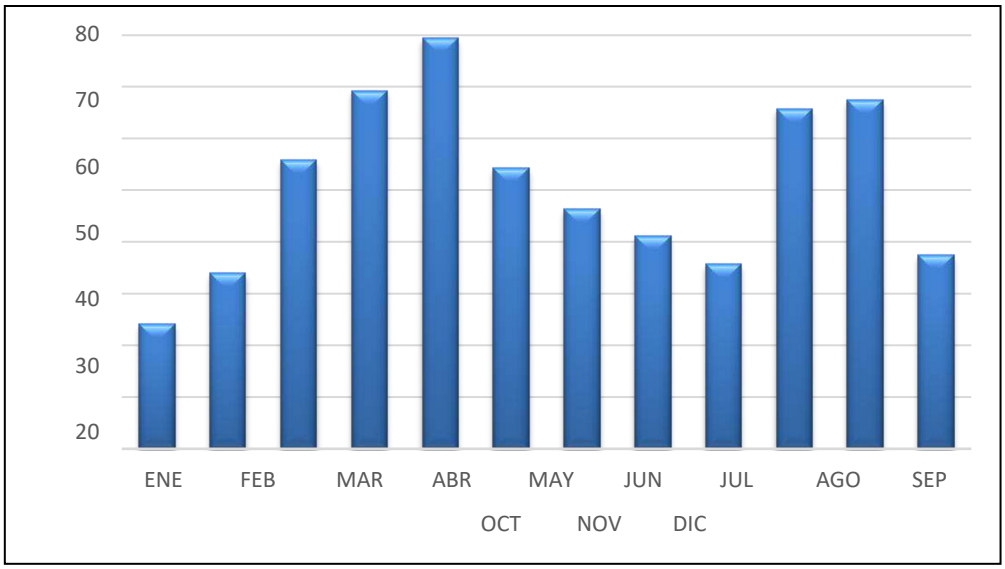
Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

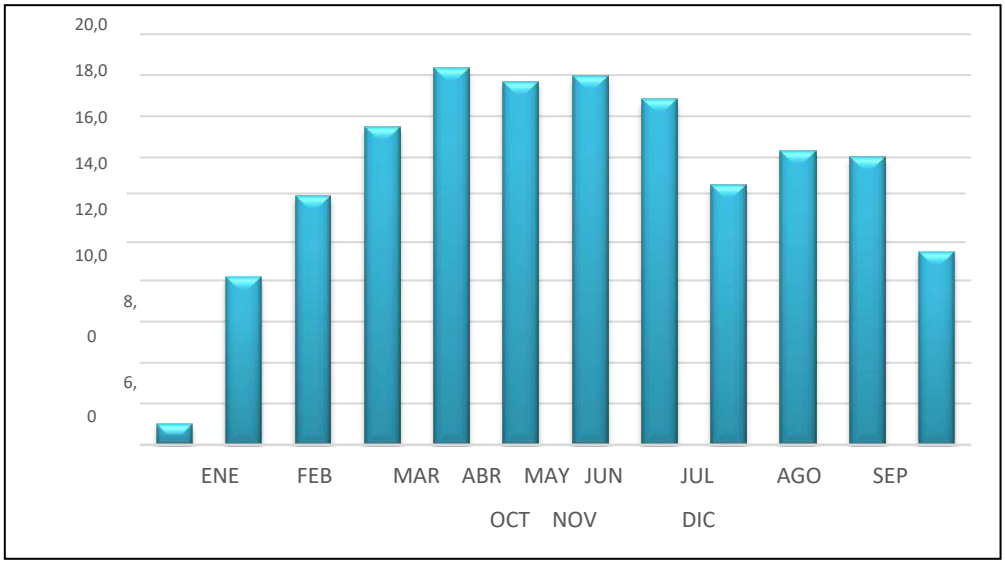
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

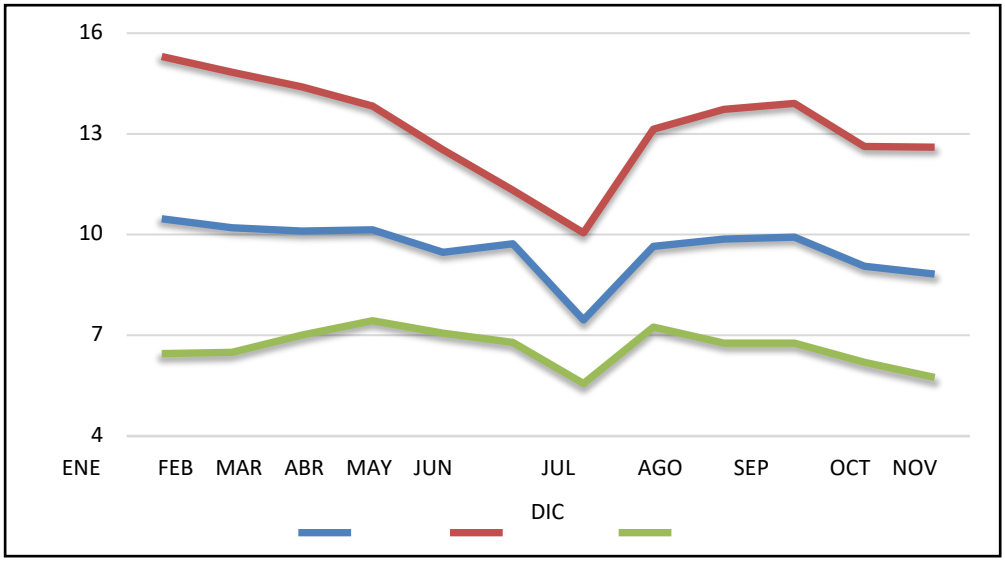
- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando

los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR de la UPL SAN BLAS y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4000061	KR 6	CL 1 S	CL 1 A S	48.51	5.04	244.49
4008530	KR 6	CL 1 A S	CL 2 S	30.23	8.71	263.30

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)

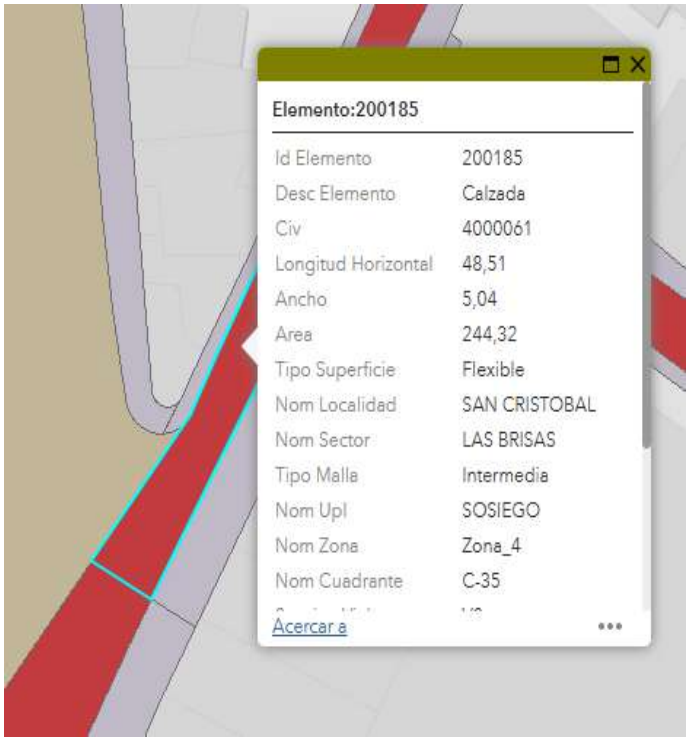


Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000061. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

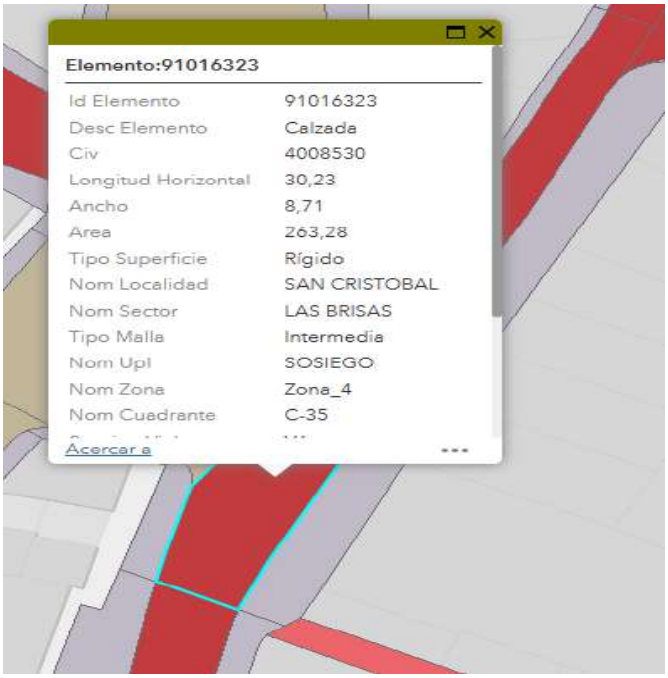


Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4008530. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo REHABILITACIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000061	CL 19 SUR	KR 10 A E	KR 10 A BIS E	FLEXIBLE	RECONSTRUCCIÓN
4008530	CL 19 SUR	KR 10 BIS E	KR 10 A E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000061 (Fuente: Propia)

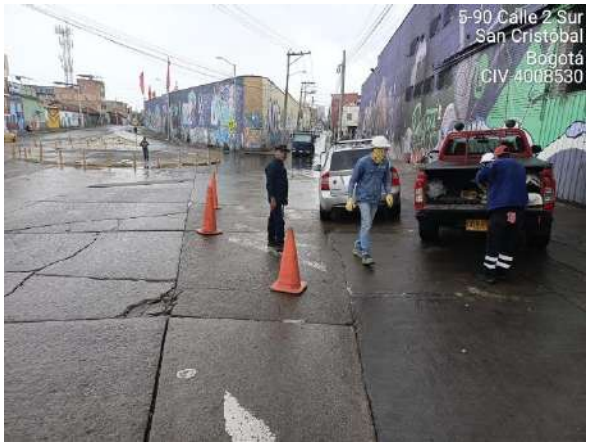
	

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4008530 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso, vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías.

Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 6. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

Para la evaluación del transitó, y verificar los ejes equivalentes que serán utilizados para el diseño, se verificó la información disponible para la localidad de San Cristóbal de proyectos que hayan sido ejecutados durante la vigencia 2024. La consulta se realizó a través del portal de contratación SECOP 2: (https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE)

A partir de esto, se obtuvo la consulta para el proyecto enmarcado en la licitación pública FDLSC-LP-001-2023 cuyo objeto fue: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE". Dentro de la información pública y obtenida en el portal de contratación se tomó como soporte el siguiente documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA, de fecha 29 de agosto de 2023, información que permite dilucidar la siguiente evaluación del tránsito capítulo 3:

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Ilustración 4. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

4.1. Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

• Busetas
• Buses
• Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

4.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Siendo,
i, el tipo de vehículo

4.3. Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

• Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

4.4. Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección:

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Ilustración 5. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Se define un factor direccional típico de 1.

4.5. Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Ilustración 6. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

4.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

4.7. Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Ilustración 7. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Ilustración 8. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

El informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 se incluye en el anexo 4.

A partir de esto, y como verificación se procedió con la información obtenida a realizar la proyección de ejes equivalentes para 20 años, periodo de diseño para el pavimento rígido, obteniendo lo siguiente:

4.8. Transito promedio diario.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - TPD										
TPD			**BUS**	**BUS PADRÓN**	**C_2P**	**C_2G**	**C_{3-C4}**	**C_5**	**$>C_5$**	**TOTAL**
Aforos 2025 = TE			450	1	37	1	1	0	0	490
Otros Vehículos										0
Tránsito Atraído = T At	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Desarrollado = TD	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Total			477	1	39	1	1	0	0	519
Tránsito de Construcción aparente CA							1			1
Total			477	1	39	1	2	0	0	520
Porcentaje	%		91.66%	0.20%	7.54%	0.20%	0.40%	0.00%	0.00%	100.0%
Factor Direccional Fd	100%									
Factor por Carril de Diseño Fca	100%									
Factor de Ajuste Fd x Fca	100%		477	1	39	1	2	0	0	520
Tasa de Crecimiento Anual	2.56%	2.56%								
TPD de Diseño		0	489	1	40	1	2	0	0	534

Tabla 7. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia)

4.9. Factor Camión

A continuación, se presenta las equivalencias para el cálculo del factor camión:

CALCULO DE FACTOR CAMIÓN			
TIPO	BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
FC FLEXIBLE	1.01415	1.708046821	1.06854
FC RÍGIDO	0.97867	2.025216689	1.06182

Tabla 8. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia)

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (FÓRMULA SIMPLIFICADA AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 1996)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2002)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2003)
AUTOS	AUTOS	0.00136	0.00106	0.000	0.00076		
BUSES	BUSETA	0.36082	0.32934	0.400	0.28983		
	BUS	1.01415	1.04087	1.000	0.97867	1.00000	1.00000
	BUS METROPOLITANO	1.52969	1.58608	1.000	1.59502	1.00000	1.00000
C_2P	C_2P	1.47873	1.49385	1.140	1.56014	1.14000	1.14000
C_2G	C_2G	3.57649	3.92130	3.440	4.00133	2.81000	2.15000
C_3 Y C_4	C_3	4.77916	5.31029	3.760	9.58982	3.52000	3.15000
	C_2-S_1	6.66100	6.47658	3.370	7.58407	3.17000	3.13000
	C_4	5.11254	4.91393	6.730	9.86290	3.79000	3.15000
	C_3-S_1	8.02227	7.86557	2.220	13.31807	0.65000	2.33000
	C_2-S_2	8.02227	7.86557	3.420	13.31807	2.44000	2.27000
C_5	C_3-S_2	9.22494	9.25456	4.400	18.90656	3.70000	4.21000
$>C_5$	$>C_5$	6.31937	5.81287	4.720	13.56590	4.44000	5.31000

Tabla 9. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)

4.10. Cálculo de ejes equivalentes:

Para el calculo de los ejes equivalentes se utilizó la siguiente expresión:

$$NEE = 365 * TPD * \%VC * FC * Fd * Fca * Fp$$

Ecuación 1. Cálculo de ejes equivalentes. Fuente: Invias 2015

Donde:

TPD= Transito Promedio Diario

VC= Distribución de vehículos

FC= Factor Camión

Fd= Factor Direccional

Fca = Factor de distribución por Carril

Fp = Factor de Proyección = (1+r)^n -1 / ln (1+r)

r = Tasa de crecimiento

n = Año de proyección

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES		
EJES EQUIVALENTES PARA EL AÑO DE PROYECCIÓN	**EJES PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)**	**EJES PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)**
NEE en 2026 (3 Años)	6.49.E+05	6.45.E+05
NEE en 2028 (5 Años)	1.11.E+06	1.10.E+06
NEE en 2030 (7 Años)	1.59.E+06	1.58.E+06
NEE en 2033 (10 Años)	2.37.E+06	2.35.E+06
NEE en 2038 (15 Años)	3.80.E+06	3.77.E+06
NEE en 2043 (20 Años)	5.42.E+06	5.38.E+06

Tabla 10. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia)

Con base en la información obtenida se determina que una categoría T2-2 representa las condiciones reales del tránsito de los segmentos viales que correspondan a malla vial intermedia, por lo cual será usado el traficó obtenido de la proyección que corresponde a 5.380.000 Ejes equivalentes.

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4000061	KR 6	CL 1 S	CL 1 A S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4008530	KR 6	CL 1 A S	CL 2 S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000

Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4000061	4°34'11"N 74°04'53"W
4008530	4°34'11"N 74°04'54"W

Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 9. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

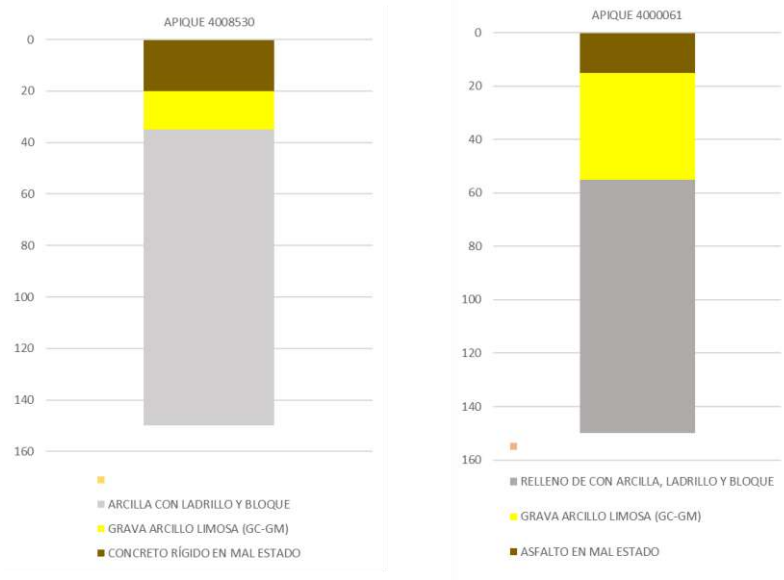


Ilustración 10. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia)

- En el apique 4008530 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 20 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 15 cm, una capa de arcilla con ladrillo y bloque de 115 cm.

- En el apique 4000061 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de asfalto en mal estado de 15 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 40 cm, una capa de relleno de con arcilla, ladrillo y bloque de 95 cm.

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 7 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4000061	APIQUE 4008530
Profundidad (m)	0.35-1,5	0,55-1,5
Clasificación U.S.C.S.	GC	GC-GM
Limite líquido (%)	25	23
Limite plástico (%)	16	18
Índice de plasticidad	9	5
Humedad natural (%)	10.2	9.3
Gravas (%)	64.5	60.3
Arenas (%)	19.5	21
Finos (%)	16	18.7
Expansión CBR (%)	0.32	0.32
Límite de contracción	14	17

Tabla 13. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido. Sin embargo, los materiales pueden ser reutilizados como capa de soporte para la cimentación de la nueva estructura.

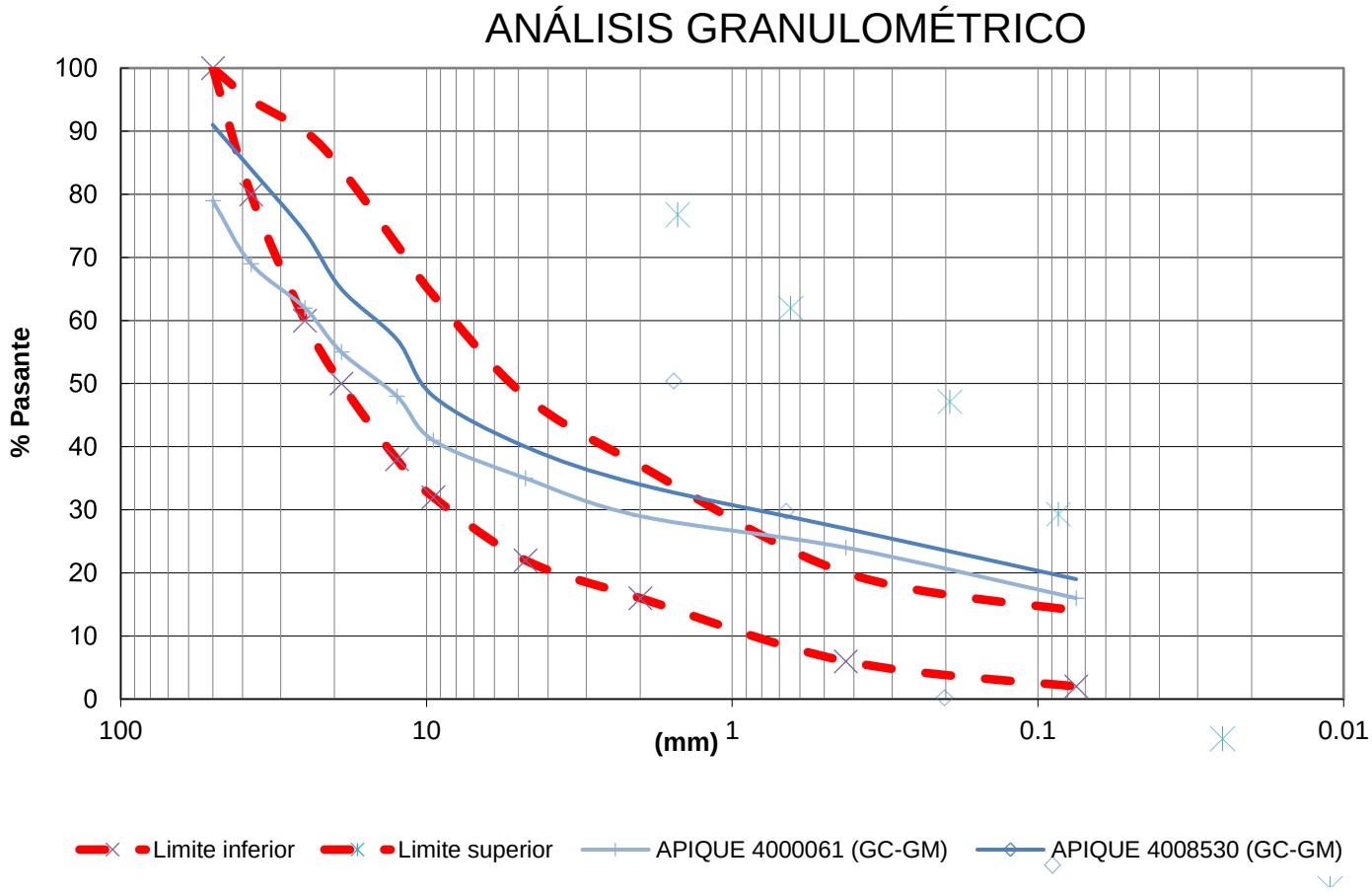


Ilustración 11. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior al valor máximo establecido. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000061	KR 6	CL 1 S	CL 1 A S	RECONSTRUCCIÓN	**RECONSTRUCCIÓN**
4008530	**KR 6**	**CL 1 A S**	**CL 2 S**	**RECONSTRUCCIÓN**	**RECONSTRUCCIÓN**

Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

Lo anterior teniendo en cuenta que, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en su glosario (página 82 -https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Glosario/GLOSARIO7NOV21.pdf) define la Reconstrucción como: retiro y reemplazo parcial o total de la estructura de un pavimento o de espacio público, para generar una nueva estructura. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4000774	0,9-1,5	0.12	Bajo	37	Bajo	15	Bajo	18	Medio	93.5	Muy alto
APIQUE 4000763	0,95-1,5	0.12	Bajo	N/A	Bajo	N/A	Bajo	N/A	Muy alto	20.3	Alto
APIQUE 4000748	0,9-1,5	0.22	Bajo	36	Bajo	13	Medio	19	Medio	94.2	Muy alto

Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de lo anterior, se observa una alta presencia de material con partículas finas de alta plasticidad a lo largo del tramo vial, las cuales no muestran un comportamiento expansivo en el ensayo de CBR, por lo cual se puede determinar que el suelo no muestra un comportamiento claramente expansivo en comparación a los demás criterios de evaluación.

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR Método 1, en donde se obtuvieron los siguientes resultados para las capas que existen entre los 20 cm y 50 cm del perfil estratigráfico:

APIQUE	CBR MÉTODO 1(%)
4000061	48
4008530	40
promedio	**44**
Desviación estándar	5.66
Percentil 75	***46***

Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**

8.91	**89.05**	**908.06**	**12915.62**

Tabla 18. Cálculo CBR materiales existentes. (Fuente: Propia)

Durante el desarrollo de la exploración geotécnica del corredor vial en estudio, se identificó que la subrasante está constituida por rellenos antrópicos heterogéneos, compuestos principalmente por arcillas de baja resistencia mezcladas con fragmentos de ladrillo y otros residuos de demolición. Esta condición impidió la extracción representativa de muestras inalteradas, lo cual imposibilita la determinación confiable del índice CBR de la subrasante natural mediante métodos convencionales de laboratorio.

Adicionalmente, se determinó la existencia de una estructura superficial compuesta por 20 cm de losa de concreto, la cual se encuentra fracturada y en proceso de retiro, y una capa de 15 cm de material granular, que presenta un CBR del 46% determinado mediante el Método 1 del IDU.

Justificación Técnica del por qué usar un CBR de Diseño del 4%:

- Naturaleza y Composición de la Subrasante:

La presencia de rellenos con alto contenido de materiales de demolición no controlados (arcilla plástica y ladrillo triturado) no garantiza condiciones de soporte homogéneas ni estables a lo largo del trazado.

En este contexto, y dado que los rellenos no son estructurados ni compactados conforme a especificaciones técnicas, se consideran como subrasantes de bajo soporte.

- Guía de Diseño de Pavimentos del IDU (Versión vigente):

Según la Guía para el Diseño, Construcción y Conservación de Pavimentos del Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá – IDU, en los casos donde:

No se pueda determinar con confiabilidad el valor de CBR por ausencia de muestras inalteradas.

Se evidencien condiciones de heterogeneidad, baja capacidad portante o presencia de rellenos sin control técnico.

Se deberá considerar un valor de CBR de diseño conservador del 4% para efectos del dimensionamiento estructural del pavimento (ver Sección 3.3.2 de la guía del IDU).

- Criterio de Seguridad y Durabilidad:

Dado que la subrasante es la base de cimentación de la estructura de pavimento, un error en su caracterización o sobrestimación de su capacidad puede conducir a fallas prematuras, como deformaciones plásticas, agrietamientos por fatiga y pérdida de capacidad estructural.

Utilizar un CBR conservador del 4% permite aplicar un enfoque de diseño cauteloso y alineado con las buenas prácticas de la ingeniería, asegurando que la estructura propuesta sea capaz de absorber las cargas de tráfico bajo condiciones adversas del terreno.

- Restricciones Prácticas y Técnicas:

Considerar una subrasante con CBR = 4% permite dimensionar una estructura que internalice el riesgo geotécnico sin depender de intervenciones profundas que podrían generar mayores costos y afectaciones.

Teniendo en cuenta la incertidumbre geotécnica, la composición desfavorable de la subrasante, y lo estipulado en la Guía Técnica del IDU, se sustenta plenamente la necesidad de considerar un CBR de diseño igual a 4%, como valor base para el diseño estructural del pavimento. Este criterio garantiza un diseño robusto, resiliente y en concordancia con la normativa vigente en Bogotá D.C.

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
4.00	**40.00**	**407.89**	**5801.51**

Tabla 19. Cálculo CBR a adoptar como subrasante. (Fuente: Propia)

Adicional, para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 20. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo, por lo que el contratista de obra deberá informar oportunamente,

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimento rígido busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el período de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa
Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

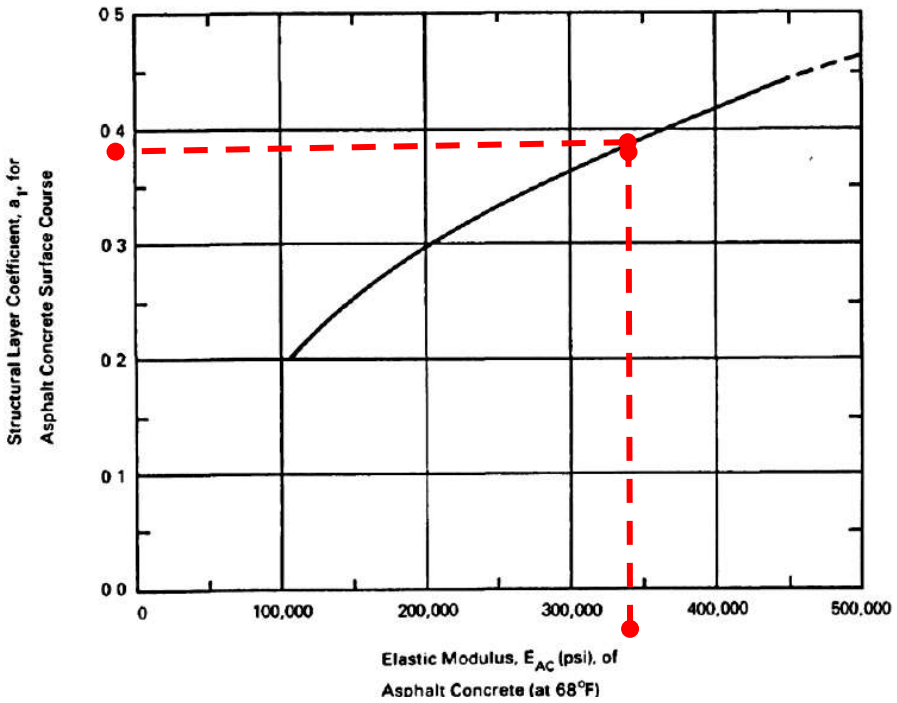


Ilustración 12. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi.

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

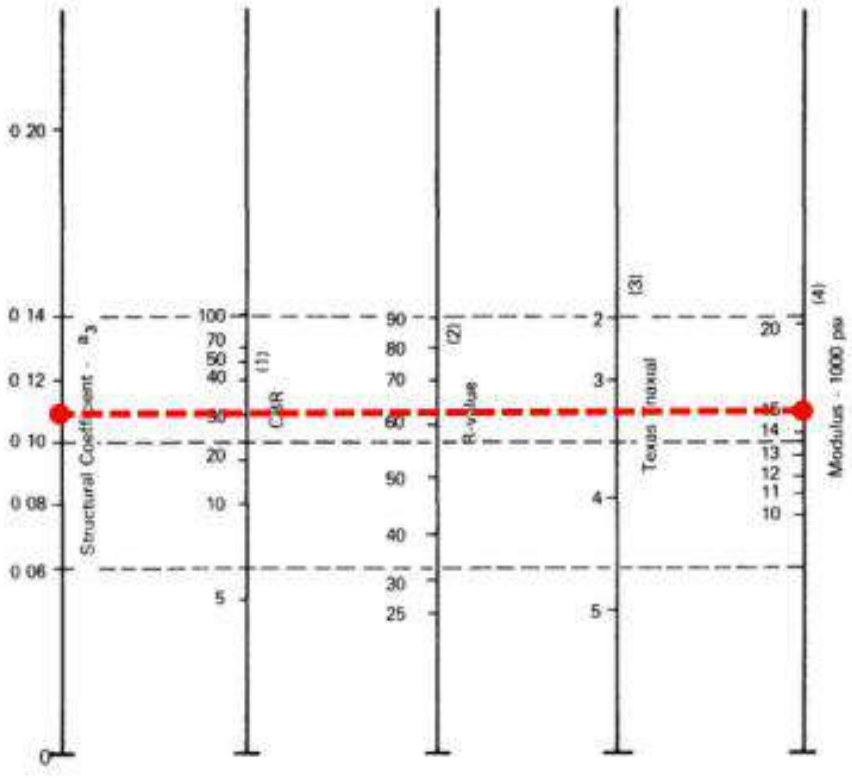


Ilustración 13. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor Mr convencional es 15.000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4%

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-SBG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

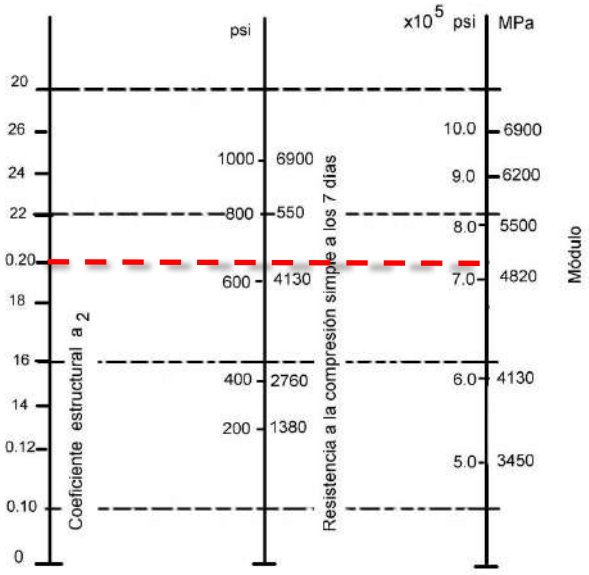


Ilustración 14. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500

Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 72500 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una

dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K

El módulo de reacción k de la plataforma de soporte se obtiene de la correlación entre el valor del CBR de la capa de subrasante y la capa de transición. Para determinar este módulo k se utiliza el procedimiento descrito en la guía de diseño de AASHTO-93. Para determinar el aporte combinado de subrasante y capa de cuerpo, se definen las siguientes alternativas para pavimento rígido:

- Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%
- Subbase granular reciclada (AR-SBG)

El valor del módulo de reacción combinado se obtiene de acuerdo con lo indicado anteriormente, y se ajusta a una pérdida de soporte LS = 1,0.

A continuación, se presentan los valores de K Combinado para la Base Reciclada (AR-SBG) tratada con cemento y emulsión (Color Azul) y Subbase Granular AR-SBG50 (Color Naranja):

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje de la izquierda con el valor del módulo de elasticidad de la subrasante.

- Siga una línea recta hasta el espesor del material granular o estabilizado (eje medio).
- Luego cruce una línea hasta el eje derecho correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

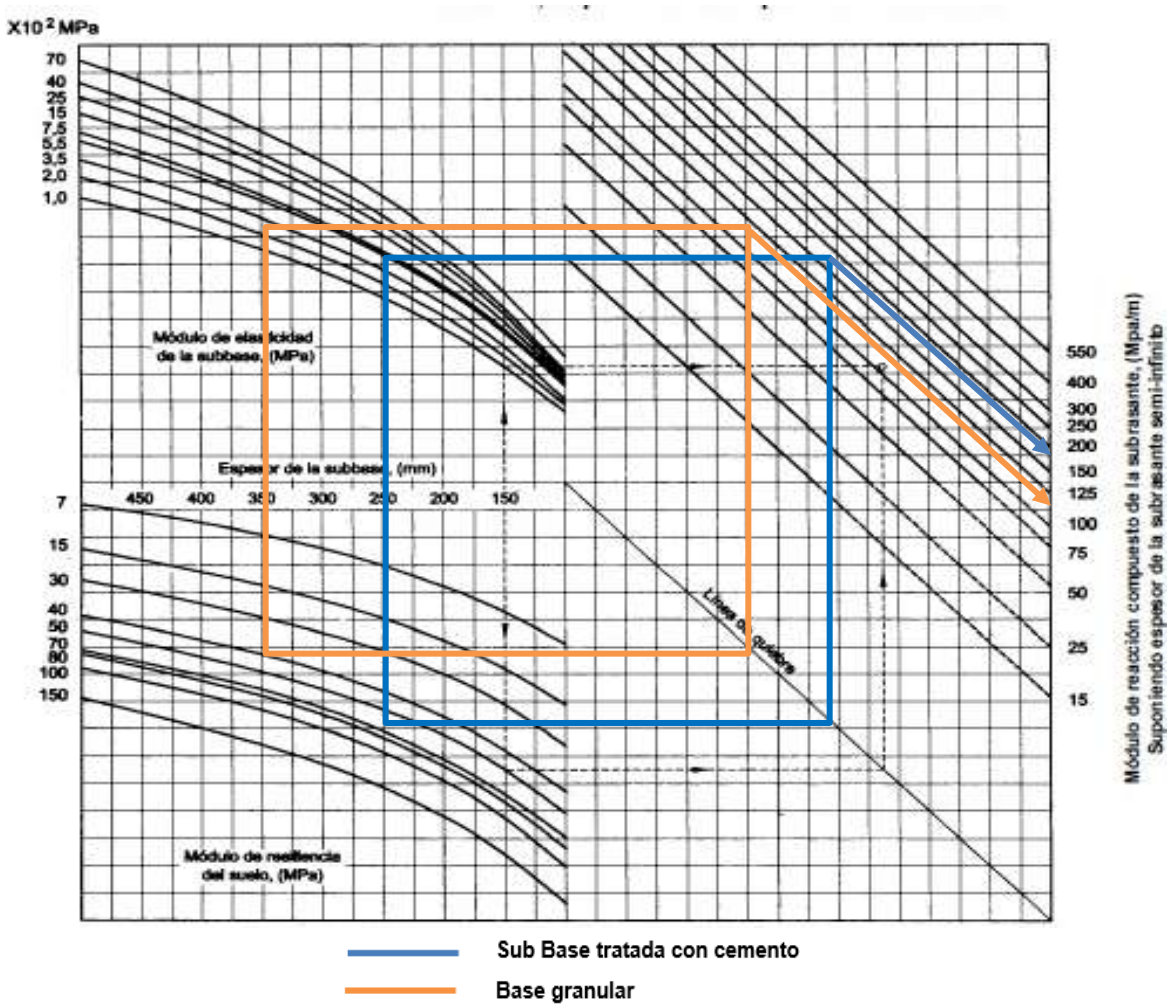


Ilustración 15. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO)

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje inferior con el valor del módulo k-eq (equivalente).
- Siga una línea recta hasta atravesar la línea de LS = 1
- Luego cruce una línea hasta el eje lateral correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

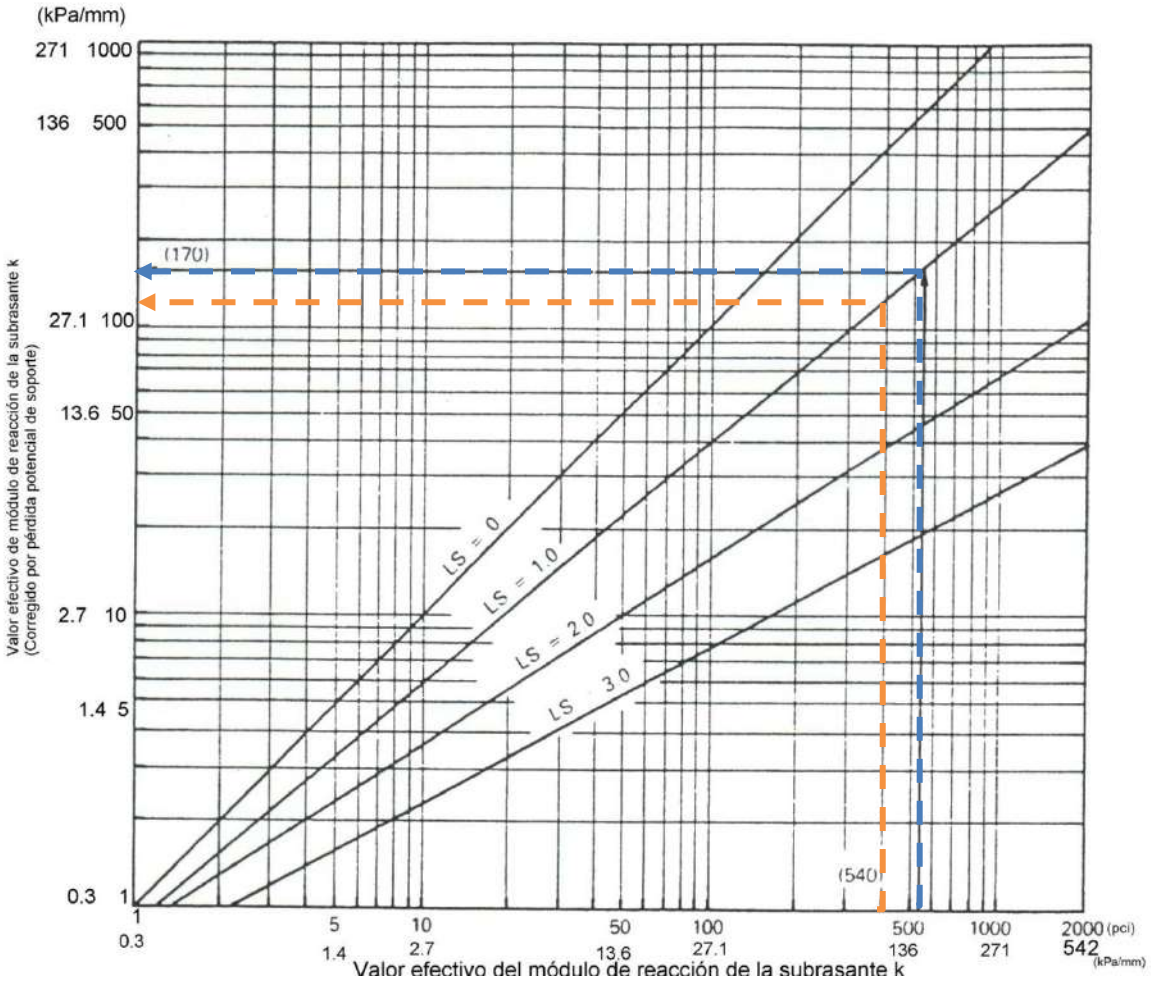


Ilustración 16. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)

A partir de lo anterior y con el fin de brindar espesores de capa constructivos, se empleará una capa Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	25 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	35 cm	115 pci

Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

Adicionalmente en el anexo 6, se presenta la verificación del módulo a través de la ecuación de IVANOV:

$$\mathrm{E}_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) tan^{-1}(n)(\frac{h_1}{2a})} \qquad n = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Ecuación 2. Cálculo de capacidad portante equivalente. Fuente: Ivanov, N (1.973)

El módulo de la subrasante se calcula por medio de la fórmula propuesta por Shell (1978), y para el mejoramiento se obtiene por medio de la ecuación del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) (Lister 1987), adoptada en el proyecto NCHRP 1-37ª, y con base al coeficiente propuesto en la Guía GU-IC-019 (2013).

$$M_r = 10 * 7.5 * CBR\ (kg/cm^2)$$

Ecuación 3. Correlación Para Determinar Módulo de la subrasante. Fuente: Adaptado Shell (1.978)

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}\ (psi)$$

Ecuación 4. Correlación Para determinar módulo del mejoramiento. Fuente: Lister (1.987)

Obteniendo que los valores de diseño calculados a partir de los nomogramas AASHTO se encuentran acordes, a la comprobación.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	25 cm	185.76 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	35 cm	117.78 pci

Tabla 23. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo anterior se considera utilizar como factor de seguridad los valores obtenidos mediante los nomogramas de la metodología AASHTO.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	25 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	35 cm	115 pci

Tabla 24. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

6.3 Capacidad Estructural Requerida

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos rígidos para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}\right)}{\frac{1{,}624 \times 10^7}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32P_t)\log\left[\frac{\frac{S_c' C_d}{D^{0{,}75}} - 1{,}132)}{215{,}63\, J\left[D^{0{,}75} - \frac{18{,}42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0{,}25}}\right]}\right]$$

Ecuación 2. Metodología diseño de pavimento rígido por medio de la metodología AASHTO-93

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.
- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **D**, es el espesor de la losa del pavimento en pulgadas.

- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- Pt, es la serviciabilidad final.
- Sc, es el módulo de rotura del concreto en PSI.
- **J**, es el coeficiente de transferencia de carga.
- Cd, es el Coeficiente de drenaje.
- Ec, es el módulo de elasticidad del concreto, en PSI.
- k, es el módulo de reacción de la subrasante, en pci (PSI/in).

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en despejar el espesor de losa requerido

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 17. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 0.35.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es rígido se tomará una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.3, determinando que el ΔPSI es igual a 2.2.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_t
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Ilustración 19. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.4 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 20. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

✓ El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Ilustración 21. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.6 Número estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta:

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 10 años (W18)	5.380.000
Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,35
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Coeficiente de transmisión de carga	2.7
Coeficiente de drenaje	1.0
Módulo de rotura de concreto	4.5 MPa
Módulo de elasticidad del concreto	31000 MPa
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	170 pci
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG)	115 pci

Tabla 25. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos rígidos del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para ello, se plantean diferentes alternativas de mezclas de concreto y granulares como se presentan a continuación:

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG)

En el caso de Losas de Concreto MR-45, capa anti erosiva que en la práctica corresponde a una MD-19 de acuerdo a las especificaciones técnicas IDU ET 2018 sobre la cual se deberá incluir una lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), agregado reciclado AR-SBG50 y mejoramiento con geocelda H=15 cm con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Lamina de polietilino de baja densidad 200 micras	-	ACI 302.1R - ASTM C171	-	-
CAPA ANTI EROSIVA MD-19	5	620-18	345.000 PSI	115 PCI
Agregado reciclado AR-SBG50	35	533-18	15.000 PSI	
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	5801.51 PSI	

Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%

En el caso de las losas de concreto Mr-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	25	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	5801.51 PSI	

Tabla 27. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La capa anti erosiva (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). La lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), con espesor mínimo de 200 micras, ubicada entre la losa de concreto MR-45 y la capa anti-erosiva MD-19, actúa como una barrera eficaz contra la pérdida de humedad durante las primeras horas de fraguado del concreto, lo que ayuda a controlar el proceso de curado, disminuye el riesgo de fisuración por retracción plástica y mejora la calidad superficial de la losa. Además, cumple una doble función al reducir el coeficiente de fricción en la interfaz losa-base y al impedir el ascenso de humedad desde las capas inferiores, lo que resulta especialmente beneficioso en zonas húmedas o con suelos poco drenantes. Esta

recomendación se alinea con lo establecido por documentos técnicos como el ACI 302.1R y la especificación ASTM C171, y representa una solución de bajo costo con un alto impacto positivo sobre la durabilidad y el comportamiento estructural del pavimento.

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con rajón deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 410-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y

Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	$0.02\ s^{-1}$		$0.05\ s^{-1}$	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 28. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 29. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6.7 Características Geométricas de la Losa

Respecto al espesor definido anteriormente, se define la longitud máxima de la losa y se recomienda que la relación largo/ancho de la losa sea máximo 1,2 veces. De acuerdo con la revisión del diseño geométrico propuesto, se define la geometría de la losa de acuerdo a los anchos promedio de los segmentos:

ANCHO DE LOSA (m)	LARGO MÁXIMO DE LOSA (m)
2.5	2.7

Tabla 30. Ancho de losa por CIV. Fuente: Elaboración propia.

Nota: el ancho de la losa deberá ser verificado en campo con las condiciones reales del tramo vial y su largo no deberá superar las dimensiones anteriormente establecidas, las modificaciones realizadas en cuanto a geometría deberán ser consultadas previamente con el especialista. Así mismo, previo a la instalación del concreto, se resalta que la modulación con los detalles constructivos particulares, se entregaran durante la ejecución del segmento vial. Lo anterior previo a la instalación del concreto para validación y aprobación de la interventoría.

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas

Ante la presencia de estructuras hidráulicas se pueden presentar los siguientes casos:

a) Si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal, se debe remodular para que la junta transversal coincida con el eje del pozo.

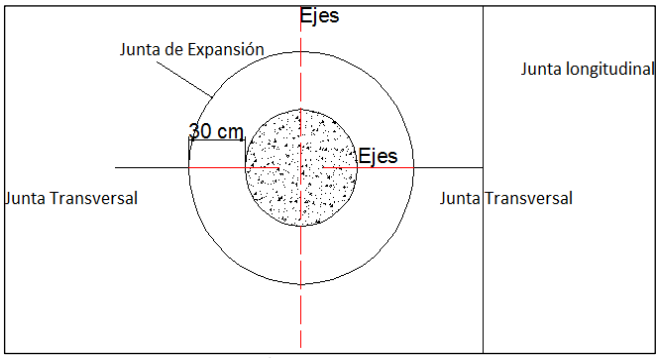


Ilustración 22. Junta en pozos

b) Si la junta de expansión coincide con la junta longitudinal, se debe modular las losas para que la junta transversal coincida con el eje del pozo

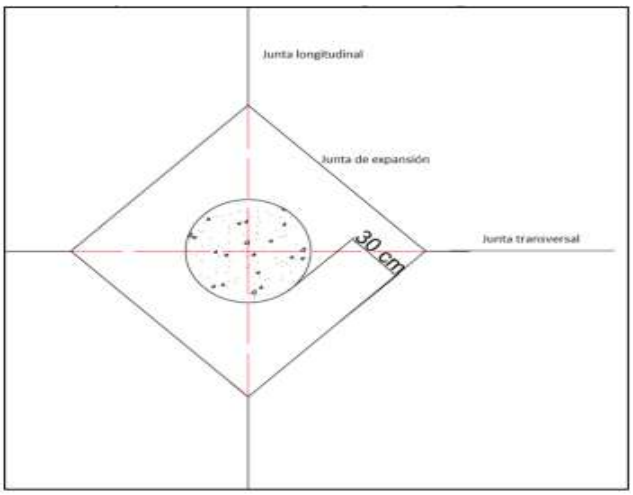


Ilustración 23. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos

c) Si hay la presencia de sumideros se debe garantizar que la junta transversal coincida con el eje de este:

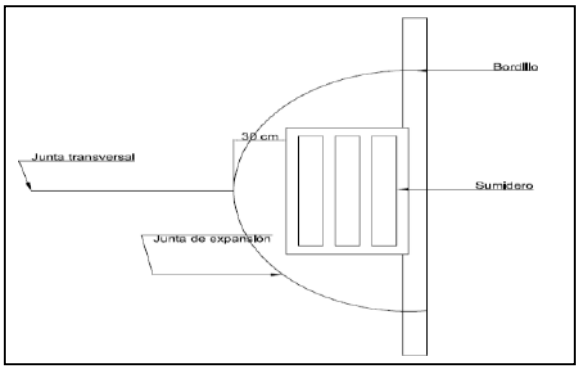


Ilustración 24. Junta en Sumideros

Las losas donde se presentan las estructuras hidráulicas deberán ser reforzadas. El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2). El diámetro de las barras debe ser de ½" con una separación de 25 cm ubicada al tercio superior de la losa. Esta recomendación también aplica para las losas irregulares.

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre

Respecto a las características de las barras de transferencia y de amarre, se definen las siguientes características:

El acero de transferencia debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	Lisa
Diámetro comercial de las barras (in)	1 1/8"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	30
Largo de las barras (cm)	40

Tabla 31. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El acero de amarre debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	corrugada
Diámetro comercial de las barras (in)	1/2"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	120
Largo de las barras (cm)	85

Tabla 32. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

6.10 Juntas de Transferencia

Las juntas deben tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Espaciamiento entre juntas (m)	2.5-2.7
Profundidad de corte (cm)	7.34
Profundidad del material de sellado (cm)	1,46
Ancho de corte para la junta (cm)	0,67

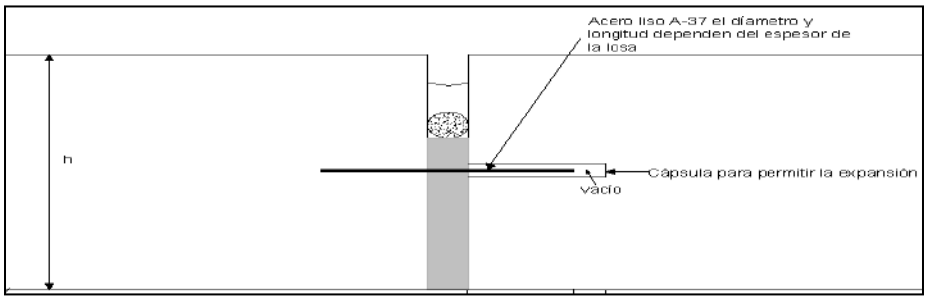
Tabla 33. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El sello de juntas deberá cumplir con lo consignado en la especificación técnica 800-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

6.11 Juntas de Expansión

Estas juntas se construyen para aislar estructuras fijas como pozos y sumideros. También deben utilizarse cuando se presenten cambios en la dirección del pavimento y en rampas. En todos los cárcamos y sumideros debe construirse un bordillo.

Cuando se construyen en rampas se omiten los pasadores y se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, a continuación, se presentan esquemas de estas juntas:



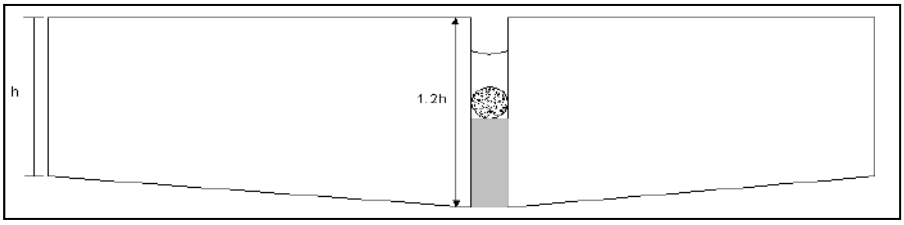


Ilustración25. Detalle Junta de expansión

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte

En el diseño y construcción de pavimentos rígidos, la correcta ejecución de las juntas de contracción es fundamental para controlar las fisuras no deseadas producto de los esfuerzos térmicos y de retracción del concreto. Uno de los aspectos más críticos en este proceso es la determinación adecuada de la ventana de corte, entendida como el intervalo de tiempo óptimo posterior al vaciado del concreto en el cual deben realizarse los cortes para formar las juntas.

Esta ventana de corte se sitúa en un punto de equilibrio entre dos riesgos principales: si los cortes se realizan de forma prematura, existe el peligro de que el concreto aún no haya alcanzado la resistencia necesaria para evitar el desportillamiento o el arrastre del material durante el corte; por otro lado, si se realizan de manera tardía, se incrementa significativamente la probabilidad de que el concreto fisure de forma aleatoria antes de que la junta pueda inducir la grieta controlada.

Generalmente, la ventana de corte comienza cuando el concreto ha alcanzado una resistencia mínima a la tracción indirecta, lo cual ocurre entre 4 y 12 horas después del vaciado, dependiendo de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiental, el contenido de humedad, el uso de aditivos y las características del equipo de corte. Es recomendable realizar una verificación in situ mediante ensayos no destructivos o pruebas de dureza superficial, además de la observación directa del comportamiento del concreto durante las primeras horas de fraguado.

Existen dos tipos principales de corte: el corte temprano (early-entry), realizado con equipos especiales que permiten cortar incluso antes de las 4 horas; y el corte convencional, que se efectúa cuando el concreto ha adquirido mayor resistencia. En ambos casos, es imprescindible respetar la profundidad mínima de corte, que debe ser de al menos un cuarto del espesor total de la losa, y mantener una alineación precisa conforme a la geometría del diseño estructural del pavimento.

Para el sellado de juntas debe cumplirse lo siguiente:

- La tirilla de respaldo debe tener un diámetro de 9 mm - 1,5 mm.
- La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser cortada en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el desportillamiento. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para soportar los desmoronamientos en los bordes de la junta, generalmente esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de la construcción.
- La superficie del sello debe quedar entre 3 y 6 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar el desprendimiento del material de sello.
- La cavidad debajo de la junta siempre debe permanecer limpia y libre de cualquier tipo de material.

En Colombia, el material para el sello de juntas en pavimentos rígidos debe cumplir con las especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), dependiendo del tipo de proyecto (nacional o urbano). Los sellos de juntas se utilizan para evitar la infiltración de agua, ingreso de materiales incomprensibles y proteger la integridad de la losa de concreto. Se recomienda el uso de sellos de poliuretano bicomponente o silicona de bajo módulo, ya que ofrecen mejor desempeño a

largo plazo, especialmente en condiciones climáticas variables y con tránsito pesado. Aunque su costo inicial es mayor, compensan con menor mantenimiento y mayor durabilidad

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se entrega en formato DWG en el anexo 8, los detalles constructivos que irán dentro de la modulación particular de cada segmento vial, estos son:

- Detalle de espesores y capas granulares, para casos sin mejoramiento y con mejoramiento.
- Detalle de modulación de losas para la zona de intervención.
- Disposición de refuerzo de losas irregulares.
- Detalle de ubicación de barras de transferencia lisas.
- Detalle constructivo de barras de amarre corrugadas.
- Detalle de corte inicial de juntas de juntas y corte final con instalación de sellante.
- Detalle de juntas de expansión contra estructuras existentes.
- Detalle de construcción de canastillas para soporte de barras de transferencia lisas.
- Detalle de empalme pavimento RÍGIDO. FLEXIBLE (PATA DE ELEFANTE)

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a

la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

7.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en

número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.
- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea

automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.
- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores

especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar

concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).
- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer

desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**
- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe

intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.
- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de

contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	25	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	5801.51 PSI	

Tabla 34. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una subbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior respecto a una configuración que incluye únicamente una capa anti-erosiva. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para la losa de concreto, mejorando el desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de

separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- De acuerdo al decreto 442 de 2015, donde se indica que su artículo 10 APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN EL DISTRITO CAPITAL. Modificado por el art. 4°, Decreto Distrital 265 de 2016. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local). Razón por la cual, en el caso de usar

mezclas asfálticas, las mismas podrán ser reemplazadas por mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado del tipo MCCh19, con el fin de dar cumplimiento al decreto señalado.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

    - La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

        - Cálculo de materiales por m^3 de sub-base

    Densidad del material granular:

    Densidad del material granular = 2052 kg/m3

    Cemento (1% en peso):

Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

Emulsión asfáltica (4% en peso):

Emulsión = 0.04×2052 kg = 82.08 kg/m3

Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

- Resumen de materiales por m³ de mezcla

Material granular: 2052.00 kg
Cemento: 21 kg
Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4008530

APIQUE Nº. 8
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-29
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0.20	0,20									
	0,25		**GC-GM**	GRAVA ARCILLO LIMOSA		48,00			10,16	14A
	0,30			AMARILLO		34,00				
0.35	0,35			HUMEDAD MEDIA, SEMIDENSO						
	0,40			ARCILLA CON LADRILLO Y BLOQUE						
	0,45			HUMEDAD MEDIA, SEMIDENSO						
	0,50			SEMIDENSO						
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1.5	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4008530

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-29

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

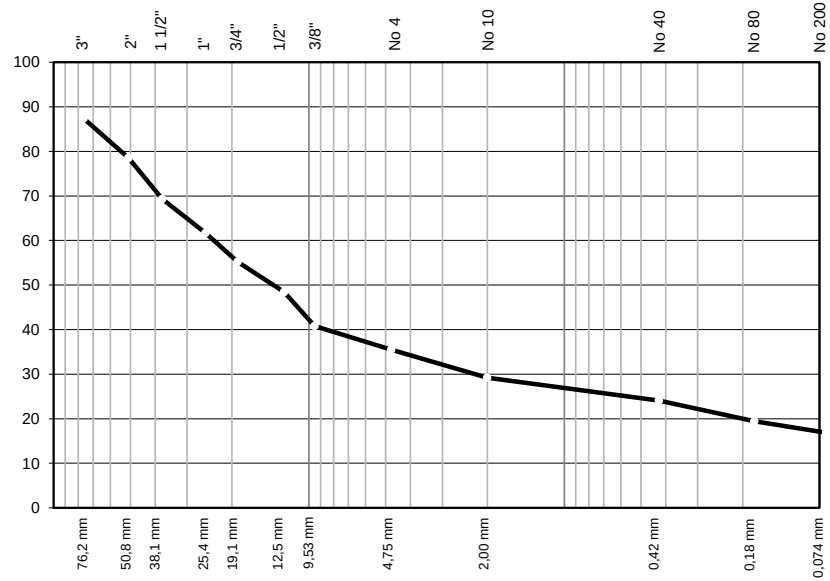
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 8 MUESTRA No: 14A PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 64,5%	Arenas: 19,5%	Finos: 16,0%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 12037,1

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	1520,5	12,6	87
2"	1062,2	8,8	79
1 1/2"	1111,1	9,2	69
1"	920,2	7,6	62
3/4"	777,6	6,5	55
1/2"	820,2	6,8	48
3/8"	912,2	7,6	41
No 4	645,5	5,4	35
No 10	752,2	6,2	29
No 40	621,5	5,2	24
No 80	552,2	4,6	19
No 200	420,9	3,5	16,0
Fondo	1920,8	16,0	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	26	27	28
W_1 (g)	42,21	40,35	39,77
W_2 (g)	38,25	36,02	35,65
W_C (g)	22,02	18,87	19,86
% HUMEDAD	24,4	25,2	26,1

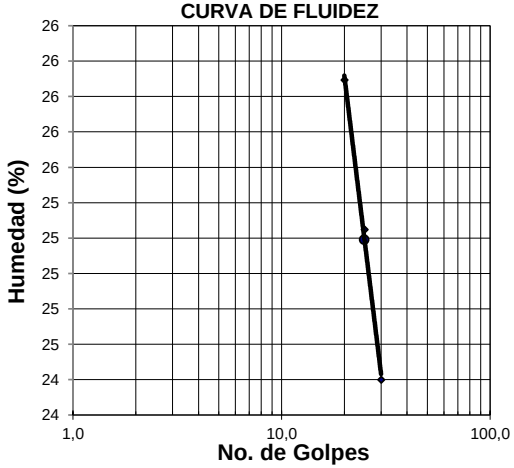
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	29	30
W_1 (g)	29,25	30,12
W_2 (g)	27,12	28,15
W_C (g)	14,33	15,55
% HUMEDAD	16,7	15,6

W_N
35
678,2
621,5
63,6
10,2

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		25
Limite Plastico:		16
Indice de Plasticidad:		9
Humedad Natural:		10,2
Índice de Liquidez		-0,7

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GC-GM**

DAPCIL S.A.S. laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

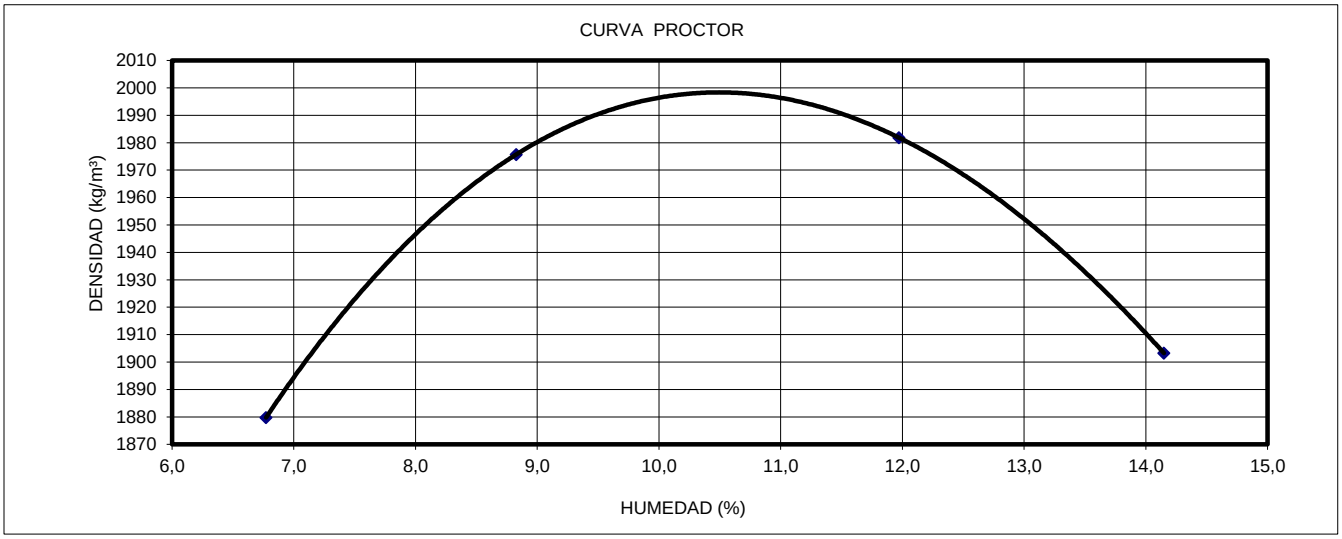
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4008530
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO LIMOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-10
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	353	222	93	490
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	824,1	741,1	749,3	849,3
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	781,9	692,0	677,6	759,2
M3= Masa Recipiente (g):	158,0	135,4	78,4	122,4
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g	9736	10041	10188	10088
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	4279	4584	4731	4631
Humedad en el horno (%):	6,8	8,8	12,0	14,1
Masa seca (g):	4007	4212	4225	4057
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,880	1,976	1,982	1,903
Densidad seca (kg/m³):	1880	1976	1982	1903



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1999**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,999**
HUMEDAD OPTIMA (%): **10,4**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 4542

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Ibagué

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

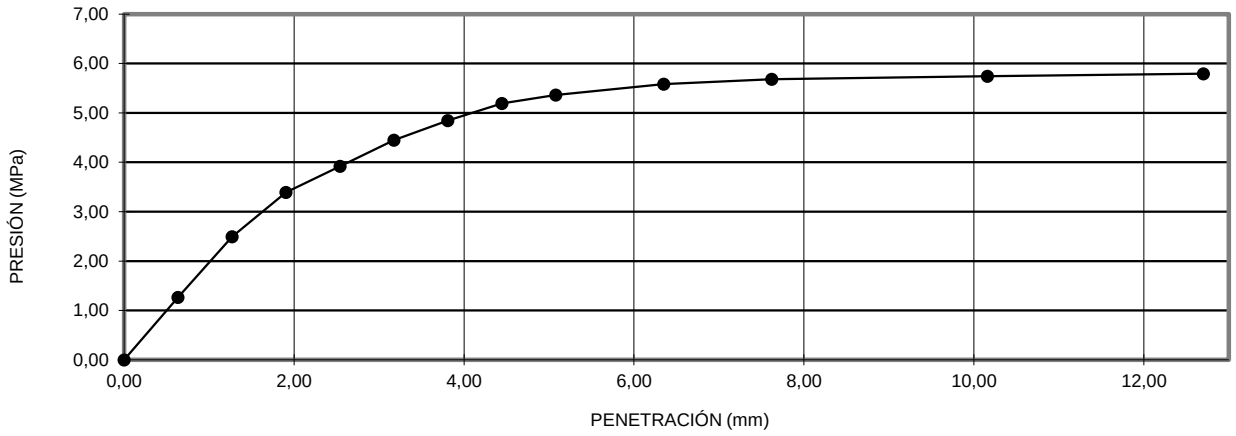
COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4008530
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-10
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	17
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9410
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	14043
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4633
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2100
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1999
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**56,80**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	51,83
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5068
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,51
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,73
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,76
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,77
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,77
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,19%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,22%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,22%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,22%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	2,45	2,5	1,27	12,9	183,6
1,3	0,050	4,82	4,8	2,49	25,4	361,3
1,9	0,075	6,56	6,6	3,39	34,6	491,7
2,5	0,100	7,58	7,6	3,92	40,0	568,4
3,2	0,125	8,61	8,6	4,45	45,4	645,1
3,8	0,150	9,38	9,4	4,85	49,4	702,9
4,4	0,175	10,05	10,1	5,19	53,0	753,3
5,1	0,200	10,38	10,4	5,36	54,7	778,0
6,4	0,250	10,80	10,8	5,58	56,9	809,5
7,6	0,300	11,00	11,0	5,69	58,0	824,6
10,2	0,400	11,11	11,1	5,74	58,6	832,9
12,70	0,500	11,21	11,2	5,80	59,1	840,5

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,33
DESPUES DE COMPACTACION	9,83
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	11,39
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	10,52
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2166

CURVA DE C.B.R.



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

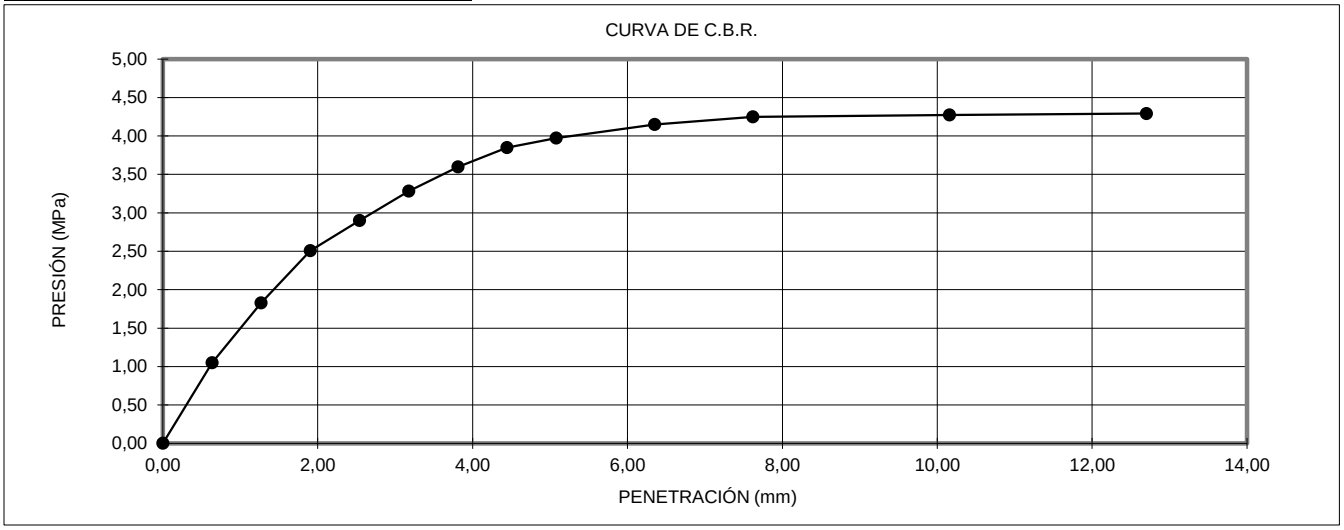
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4008530
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-10
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	68
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9440
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13944
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4504
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2112
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,4
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1932
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**42,02**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**38,37**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4670
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,35
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,69
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,71
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,72
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,72
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,29%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,31%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,32%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,32%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	2,03	2,0	1,05	10,7	152
1,3	0,050	3,54	3,5	1,83	18,6	265
1,9	0,075	4,86	4,9	2,51	25,6	364
2,5	0,100	5,61	5,6	2,90	29,6	421
3,2	0,125	6,36	6,4	3,28	33,5	476
3,8	0,150	6,97	7,0	3,60	36,7	522
4,4	0,175	7,45	7,5	3,85	39,2	558
5,1	0,200	7,69	7,7	3,97	40,5	576
6,4	0,250	8,03	8,0	4,15	42,3	602
7,6	0,300	8,22	8,2	4,25	43,3	616
10,2	0,400	8,27	8,3	4,27	43,6	620
12,70	0,500	8,31	8,3	4,29	43,8	623

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,37
DESPUES DE COMPACTACION	9,87
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	12,30
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	10,84
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1969



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de Suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

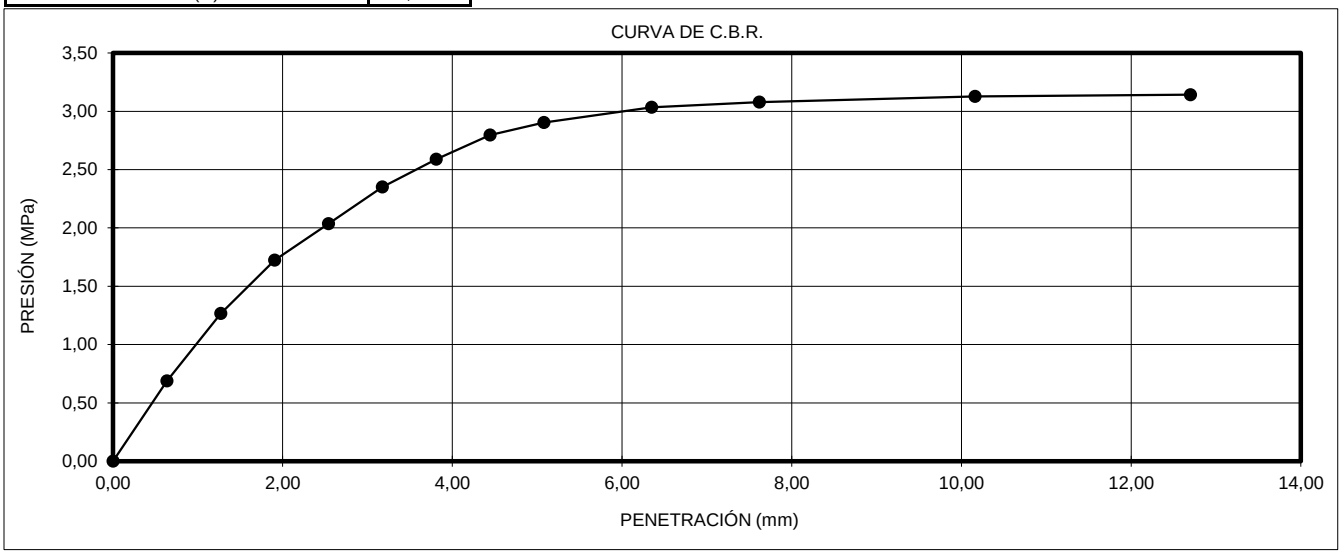
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 400
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-10
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	63
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9266
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13649
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4383
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2113
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1880
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**29,49**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**28,06**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5108
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,05
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,61
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,62
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,62
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,62
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,48%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,49%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,49%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,49%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	1,33	1,3	0,69	7,0	100
1,3	0,050	2,45	2,5	1,27	12,9	184
1,9	0,075	3,34	3,3	1,72	17,6	250
2,5	0,100	3,94	3,9	2,03	20,8	295
3,2	0,125	4,55	4,6	2,35	24,0	341
3,8	0,150	5,01	5,0	2,59	26,4	375
4,4	0,175	5,41	5,4	2,80	28,5	406
5,1	0,200	5,62	5,6	2,90	29,6	421
6,4	0,250	5,88	5,9	3,03	30,9	440
7,6	0,300	5,96	6,0	3,08	31,4	446
10,2	0,400	6,05	6,1	3,13	31,9	453
12,70	0,500	6,08	6,1	3,14	32,0	456

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,34
DESPUES DE COMPACTACION	9,72
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	13,26
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	11,11
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2134



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Ingeniería

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

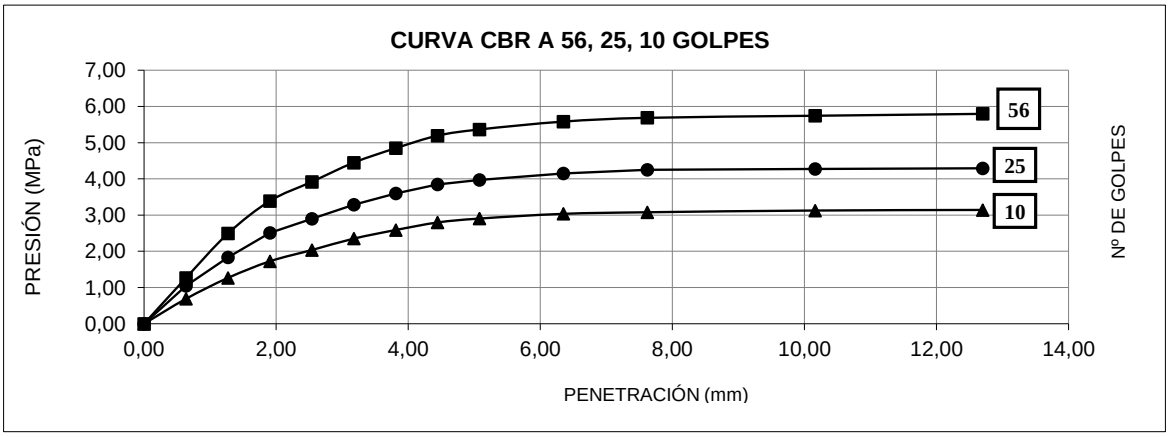
NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV4008530
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-03-29
DESCRIPCIÓN: GRAVA ARCILLO LIMOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-10
CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.
MUESTRA Nº: 14 — APIQUE: 7
INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,95-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	644 878,7 MUESTRA 89
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,69	1,05	1,27
1,27	0,050	1,27	1,83	2,49
1,91	0,075	1,72	2,51	3,39
2,54	0,100	2,03	2,90	3,92
3,18	0,125	2,35	3,28	4,45
3,81	0,150	2,59	3,60	4,85
4,45	0,175	2,80	3,85	5,19
5,08	0,200	2,90	3,97	5,36
6,35	0,250	3,03	4,15	5,58
7,62	0,300	3,08	4,25	5,69
10,16	0,400	3,13	4,27	5,74
12,70	0,500	3,14	4,29	5,80

0



1986

OBSERVACIONES: 10,9

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

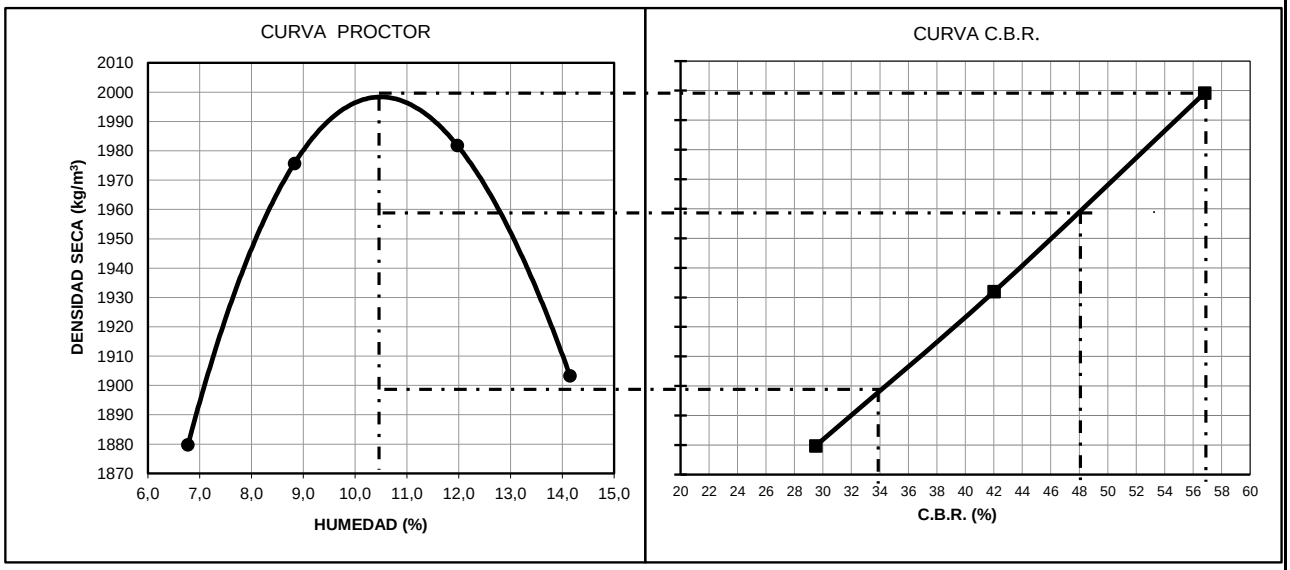
****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV4008530
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-10
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1880	29,49	0,49%
25	1932	42,02	0,32%
56	1999	56,80	0,22%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1999**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1999	56,8
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1959	48,0
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1899	34,0

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO. NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4000061

APIQUE Nº. 7
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-29
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			ASFALTO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GC-GM**	GRAVA ARCILLO LIMOSA	40,00				9,32	14
	0,25			AMARILLO	28,90					
	0,30			HUMEDAD ALTA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
0,55	0,55									
	0,60			RELLENO DE ARCILLA, CON LADRILLO Y BLOQUE						
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			SEMIDENSO						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luis Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000061
FECHA DE RECEPCION: 2025-03-29

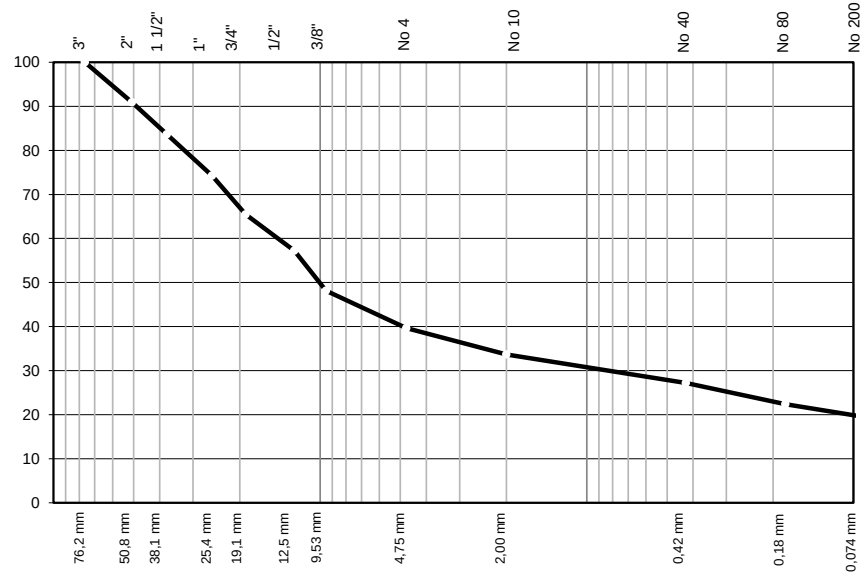
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO
FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLOLIMOSA

SONDEO No: 7 MUESTRA No: 14 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,55



Gravas: 60,3%	Arenas: 21,0%	Finos: 18,7%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 10841,1

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	985,2	9,1	91
1 1/2"	788,9	7,3	84
1"	1021,2	9,4	74
3/4"	952,2	8,8	65
1/2"	888,6	8,2	57
3/8"	985,2	9,1	48
No 4	920,2	8,5	40
No 10	650,5	6,0	34
No 40	699,8	6,5	27
No 80	520,2	4,8	22
No 200	405,9	3,7	18,7
Fondo	2023,2	18,7	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	21	22	23
W_1 (g)	40,25	41,11	39,88
W_2 (g)	36,85	37,42	36,33
W_C (g)	21,66	21,78	21,98
% HUMEDAD	22,4	23,6	24,7

Limite Plástico E-126-13

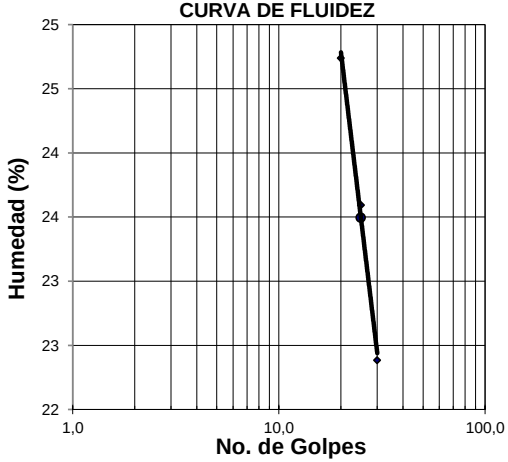
# Recipiente	24	25	W_N
W_1 (g)	31,13	30,77	752,2
W_2 (g)	28,67	28,65	696,8
W_C (g)	14,66	16,67	102,5
% HUMEDAD	17,6	17,7	9,3

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		23
Limite Plastico:		18
Indice de Plasticidad:		5
Humedad Natural:		9,3
Índice de Liquidez		-1,5

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-4 (0)**
U. S. C. S.:	**GC-GM**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

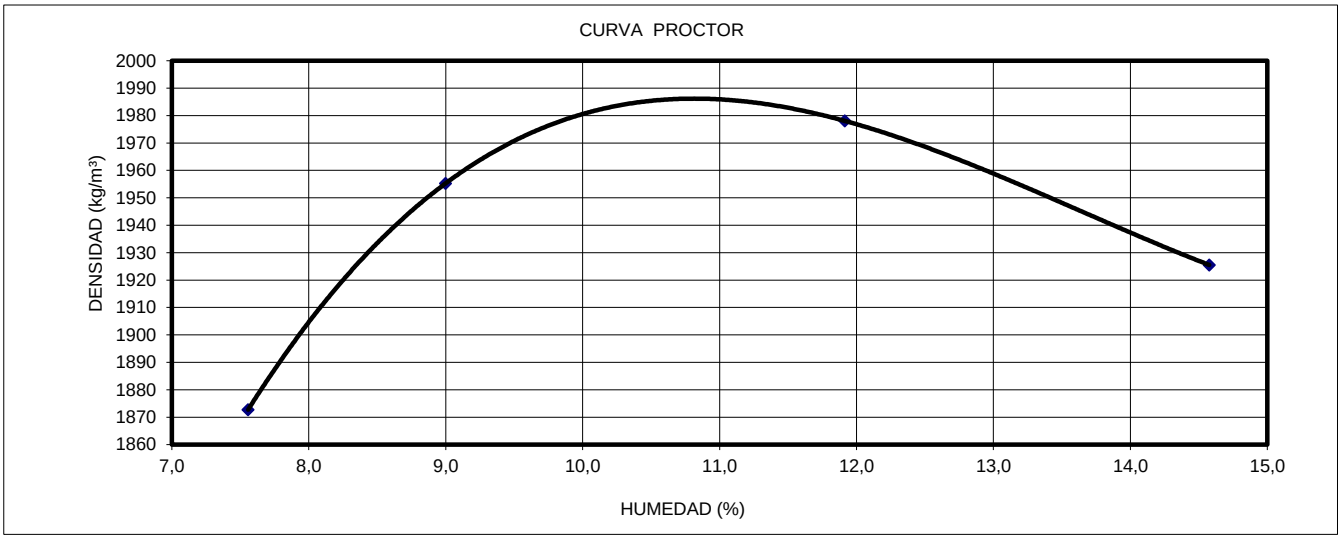
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4000061
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOLIMOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	1005	601	554	829
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	722,4	913,1	912,3	806,7
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	677,0	849,3	826,3	723,8
M3= Masa Recipiente (g):	76,8	140,0	104,1	154,9
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g	9751	10000	10176	10160
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	4294	4543	4719	4703
Humedad en el horno (%):	7,6	9,0	11,9	14,6
Masa seca (g):	3992	4168	4217	4105
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,873	1,955	1,978	1,926
Densidad seca (kg/m³):	1873	1955	1978	1926



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1986**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,986**
HUMEDAD OPTIMA (%): **10,9**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 4088

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

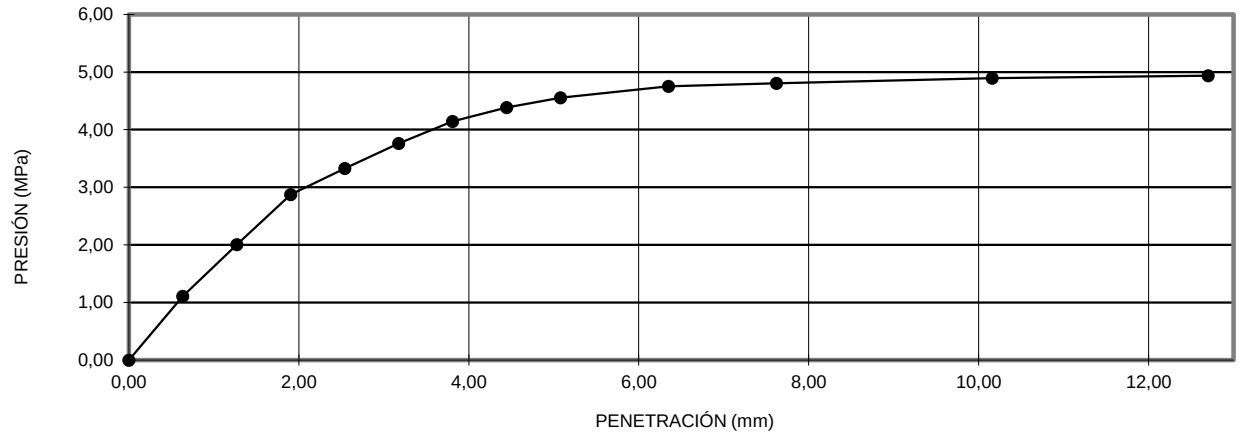
COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000061
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOLIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	20
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9160
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13805
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4645
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2110
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,8
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1986
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**48,21**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	44,02
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5318
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,78
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,96
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,99
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,99
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,99
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,15%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,18%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,18%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,18%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	2,14	2,1	1,11	11,3	160,6
1,3	0,050	3,88	3,9	2,01	20,4	290,9
1,9	0,075	5,56	5,6	2,87	29,3	417,0
2,5	0,100	6,44	6,4	3,33	33,9	482,5
3,2	0,125	7,28	7,3	3,76	38,4	545,5
3,8	0,150	8,02	8,0	4,14	42,3	601,1
4,4	0,175	8,49	8,5	4,39	44,7	636,1
5,1	0,200	8,82	8,8	4,56	46,5	660,7
6,4	0,250	9,20	9,2	4,76	48,5	689,7
7,6	0,300	9,30	9,3	4,81	49,0	697,2
10,2	0,400	9,47	9,5	4,90	49,9	710,0
12,70	0,500	9,55	9,6	4,94	50,3	716,1

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,84
DESPUES DE COMPACTACION	10,33
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	11,82
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	11,00
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2254

CURVA DE C.B.R.



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

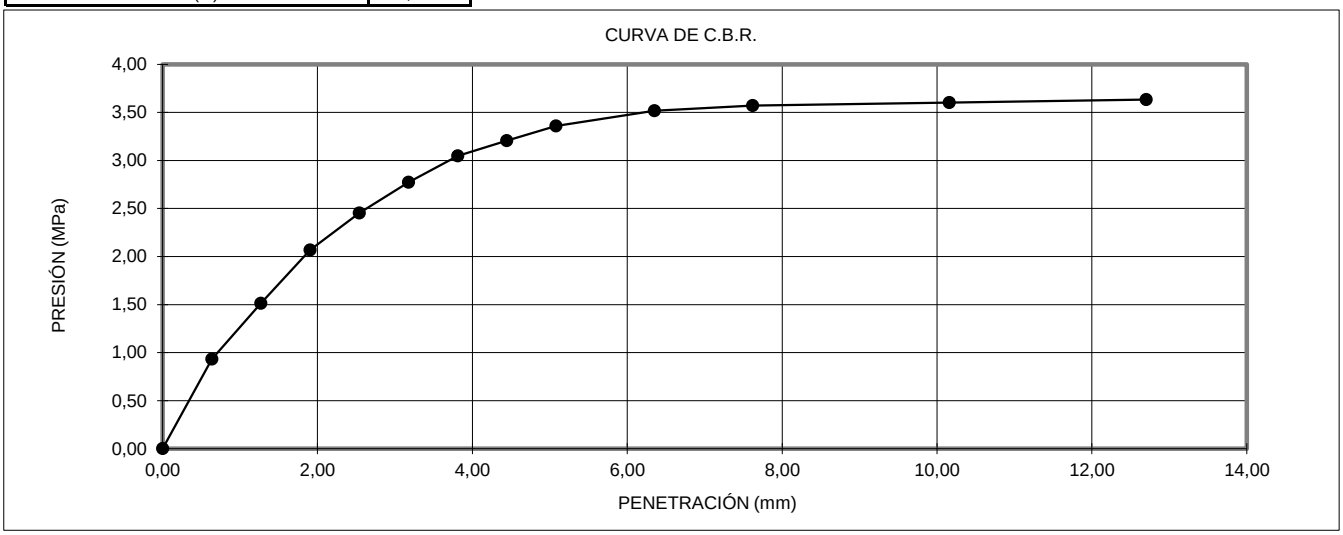
DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000061
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOLIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	68
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9440
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13935
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4495
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2112
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,7
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1922
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**35,56**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**32,45**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4670
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,65
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,00
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,02
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,03
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,04
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,30%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,32%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,33%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,34%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	1,80	1,8	0,93	9,5	135
1,3	0,050	2,93	2,9	1,51	15,4	219
1,9	0,075	4,01	4,0	2,07	21,1	300
2,5	0,100	4,75	4,8	2,45	25,0	356
3,2	0,125	5,37	5,4	2,77	28,3	402
3,8	0,150	5,90	5,9	3,05	31,1	442
4,4	0,175	6,21	6,2	3,21	32,7	465
5,1	0,200	6,50	6,5	3,36	34,2	487
6,4	0,250	6,81	6,8	3,52	35,9	510
7,6	0,300	6,92	6,9	3,57	36,4	518
10,2	0,400	6,98	7,0	3,60	36,7	523
12,70	0,500	7,04	7,0	3,63	37,1	527

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,75
DESPUES DE COMPACTACION	10,64
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	12,75
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	11,38
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1961



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

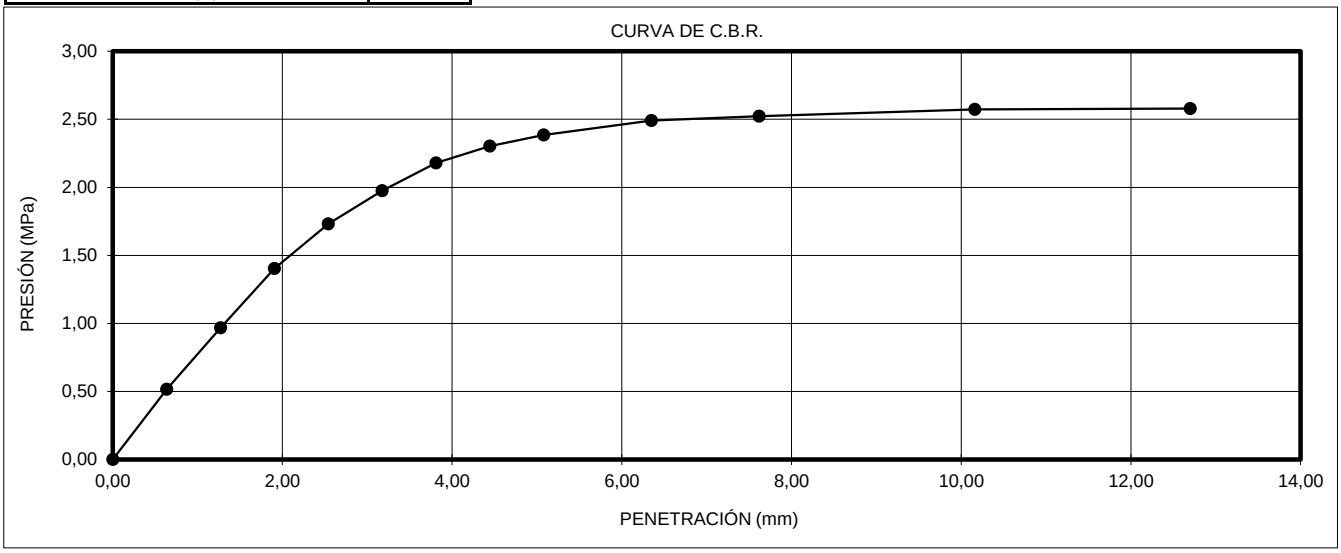
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000061
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOLIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	6
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9489
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13869
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4380
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2119
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	10,8
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1866
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**25,08**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**23,05**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4885
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,21
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,71
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,74
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,74
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,75
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,43%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,46%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,46%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,46%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	1,00	1,0	0,52	5,3	75
1,3	0,050	1,87	1,9	0,97	9,9	140
1,9	0,075	2,72	2,7	1,40	14,3	204
2,5	0,100	3,35	3,4	1,73	17,6	251
3,2	0,125	3,82	3,8	1,98	20,1	286
3,8	0,150	4,22	4,2	2,18	22,2	316
4,4	0,175	4,46	4,5	2,30	23,5	334
5,1	0,200	4,62	4,6	2,39	24,3	346
6,4	0,250	4,82	4,8	2,49	25,4	361
7,6	0,300	4,88	4,9	2,52	25,7	366
10,2	0,400	4,98	5,0	2,57	26,2	373
12,70	0,500	4,99	5,0	2,58	26,3	374

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	10,76
DESPUES DE COMPACTACION	10,09
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	13,71
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	11,52
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2028



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

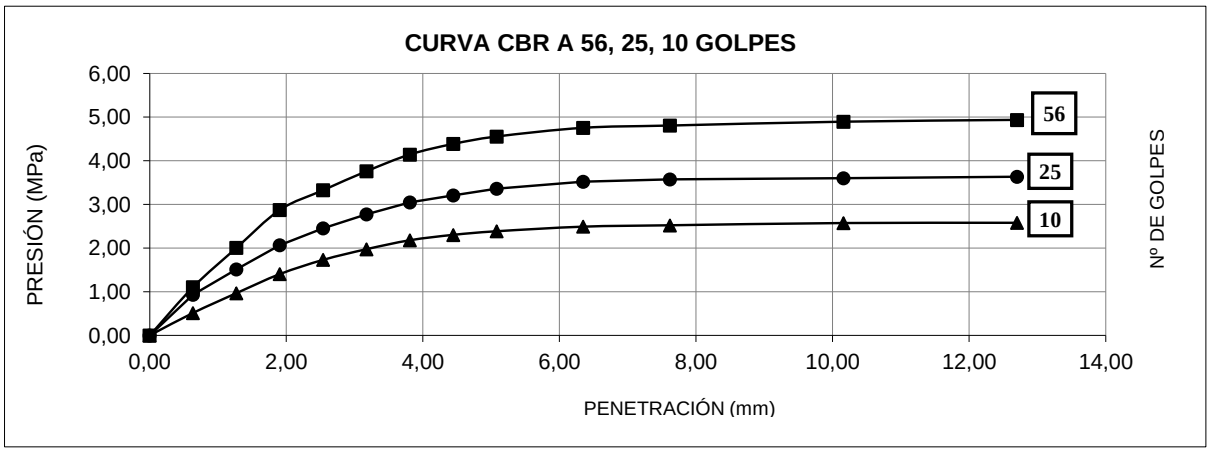
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4000061
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-03-29
DESCRIPCIÓN: GRAVA ARCILLOLIMOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-13
CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.
MUESTRA Nº: 14 — APIQUE: 7
INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,95-1,50

Nº GOLPES		10	25	56	
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	644 878,7 MUESTRA 89	809,2 93,9
mm	pulg				
0	0	0,00	0,00	0,00	
0,64	0,025	0,52	0,93	1,11	
1,27	0,050	0,97	1,51	2,01	
1,91	0,075	1,40	2,07	2,87	
2,54	0,100	1,73	2,45	3,33	
3,18	0,125	1,98	2,77	3,76	
3,81	0,150	2,18	3,05	4,14	
4,45	0,175	2,30	3,21	4,39	
5,08	0,200	2,39	3,36	4,56	
6,35	0,250	2,49	3,52	4,76	
7,62	0,300	2,52	3,57	4,81	
10,16	0,400	2,57	3,60	4,90	0
12,70	0,500	2,58	3,63	4,94	



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Ingeniería

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

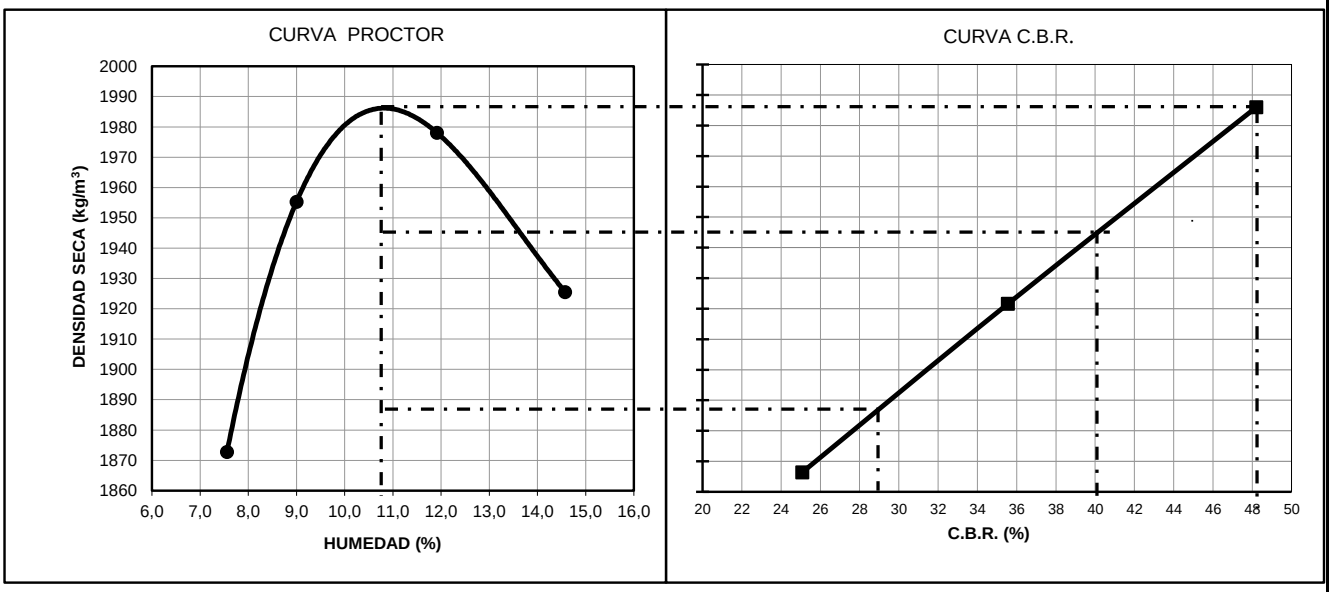
****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000061
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-29
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOLIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	14	APIQUE:	7
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1866	25,08	0,46%
25	1922	35,56	0,34%
56	1986	48,21	0,18%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1986**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1986	48,2
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1946	40,0
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1887	28,9

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO.
NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

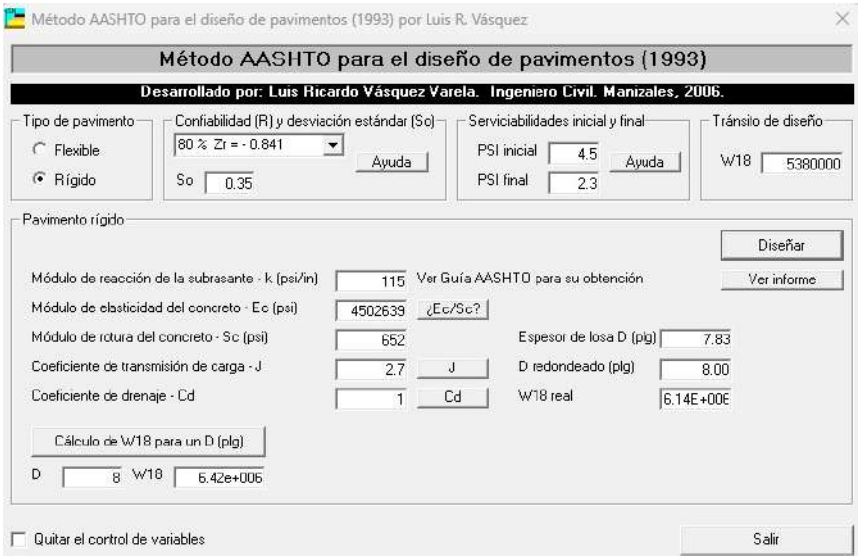
Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON CAPA ANTIEROSIVA

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CAPA ANITEROSIVA			
CIV'S 4000061 - 4008530			
DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.3**	
	ΔPSI	2.20	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K comb	**115**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.83	

DISEÑO DE ESTRUCTURA			
	D (espesor losa calculado Excel)	8.22	pulg
		20.89	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	20.32	cm
		8.00	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	22.00	cm
		8.66	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.66	pulg

VERIFICACION INVIAS		
	Tipo de subrasante	S3
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T3



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

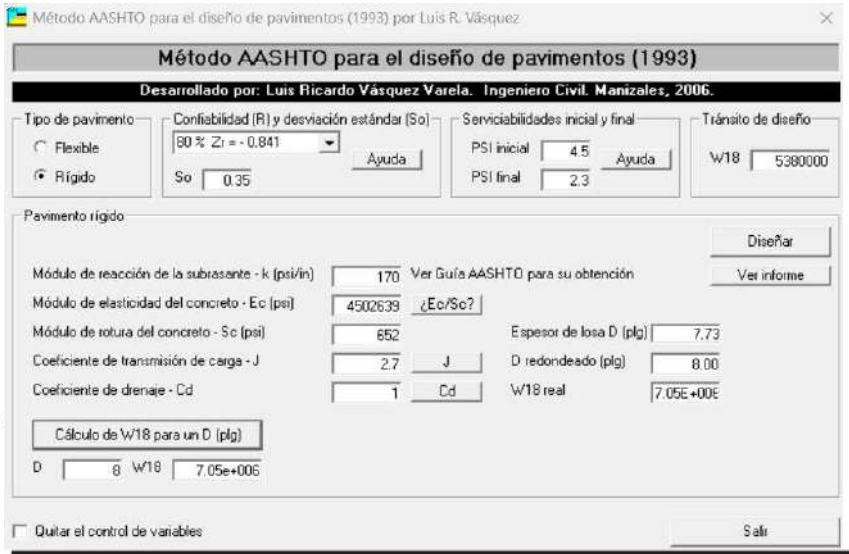
		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 3. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO			
CIV'S 4000061 - 4008530			
DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.3**	
	ΔPSI	2.20	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K combinado	**150**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.81	

DISEÑO DE ESTRUCTURA			
	D (espesor losa calculado)	8.06	pulg
		20.47	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	20.32	cm
		8.00	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	20.00	cm
		7.87	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.6614	pulg



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 4. INFORME DE PAVIMENTOS FDLSC-LP-003-2023

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PUBLICA No. FDLSC-487-2023

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE

DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA

GT04-CSC2023-V0

CONTRATISTA

CONSORCIO SANCRISTOBAL 2023

CONSULTOR

GEOINGTRO SAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha de modificación	Descripción de la modificación
0	29-08-2023	Versión inicial

ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Distribuir a	No.	Distribuir a
1	INTERVENTORÍA	4	
2		5	
3		6	

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato No.	FDLSC-487-2023	**Fecha:**	29 de agosto de 2023
Título del documento	Diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497		
Código del documento	GT04-CSC2023		

Control Interno Consorcio SanCristobal 2023 – Contrato FDLSC-487-2023	
Elaboró: **Ing. Juan Ricardo Troncoso Rivera** Especialista en pavimentos	Aprobó: **Ing. Angela Patricia Castro G.** Director de Obra
Revisión Externa	
Especialista de Pavimentos de Interventoría	Representante Legal

TABLA DE CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO 2
ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN 2
REVISIÓN Y APROBACIÓN 2
TABLA DE CONTENIDO 3
LISTA DE ILUSTRACIONES 4
LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE GRÁFICAS 5
LISTA DE FOTOGRAFÍAS 5
INTRODUCCIÓN 7
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
1.3 Alcance 8
2 GENERALIDADES 9
2.1 Localización y descripción del proyecto 9
2.2 Caracterización operacional del área de estudio 10
2.3 Caracterización climática 13
3 ANÁLISIS DE TRANSITO 15
3.1 Conteos de transito 15
3.2 Tránsito promedio diario 15
3.3 Periodo de diseño 16
3.4 Factor de distribución direccional 16
3.5 Factor de distribución por carril 16
3.6 Tasa de crecimiento 17
3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje 17
4 DIAGNOSTICO VIAL 18
4.1 Evaluación superficial del pavimento 20
4.2 Evaluación estructural 20
4.3 Resultado del diagnóstico vial 20
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 22
5.1 Perfiles estratigráficos 22
5.2 Caracterización geotécnica 22
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS 24
6.1 Análisis de potencial de expansión 24
6.2 Análisis de potencial de contracción de arcillas 25
6.3 Revisión bibliográfica frente al fenómeno de contracción y expansión 26
6.4 Recomendación frente al fenómeno de contracción y expansión 28
6.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 29
6.6 Correlación CBR- MR 30
6.7 Cálculo de la capacidad portante equivalente – CPE 30
6.7.1 Determinación del módulo de la capa reforzada con geocelda 30
6.7.2 Verificación del espesor mínimo de material 31
6.8 Cálculo de módulo de reacción del conjunto de capas 33
7 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 35
7.1 Metodología de diseño 35

7.2 Alternativas de diseño en pavimento rígido 35
7.2.1 Alternativa 1: Concreto hidráulico, capa antierosiva, SBG 36
7.2.2 Alternativa 2: Concreto hidráulico, subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
7.3 Características geométricas de la losa 38
7.4 Modulación ante la presencia de estructuras hidráulicas 38
7.5 Características de las barras de transferencia y amarre 40
7.6 Juntas de transferencia 40
7.6.1 Juntas de expansión 41
7.6.2 Sellado de juntas 41
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
9 LIMITACIONES 43
ANEXOS I
ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA I
ANEXO 2. VERIFICACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DE MATERIAL GRANULAR QUE ACOMPAÑA EL REFUERZO DE GEOCELDA II
ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO: PCA III
ANEXO 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL ADITIVO POTENCIALIZADOR IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del área de estudio 9
Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347 10
Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018 11
Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292 11
Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140 12
Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497 12
Ilustración 7. Cargas no uniformes impuestas en estructuras de pavimento por suelos expansivos 26
Ilustración 8. Modelo conceptual para generación de fisuras longitudinales inducidas por el ambiente en pavimentos 27
Ilustración 9. Evolución del porcentaje de fisuración en secciones estudiadas 27
Ilustración 10. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal 29
Ilustración 11. Mejoramiento de plataforma con geocelda 31
Ilustración 12. Determinación de K compuesto 34
Ilustración 13. Análisis de sensibilidad capa de subbase 36
Ilustración 14. Estructura de pavimento rígido, alternativa 1 37
Ilustración 15. Análisis de sensibilidad capa de subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
Ilustración 16. Estructura de pavimento rígido, alternativa 2 38
Ilustración 17. Detalle de modulación si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 18. Detalle de modulación cuando se presentan estructuras hidráulicas y la junta de expansión coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 19. Detalle de modulación cuando se presentan sumideros 40
Ilustración 20. Detalle de junta de expansión con dovela 41
Ilustración 21. Detalle junta de expansión sin dovela 41

Ilustración 22. Estructuras de pavimento recomendadas para intervención 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico 8
Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV ..15
Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito.....16
Tabla 4. Factor carril.....16
Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 7. Condición del pavimento 21
Tabla 8. Tipo de ensayo, norma técnica, cantidad.....23
Tabla 9. Resultados de ensayos de laboratorio 23
Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos 24
Tabla 11. Potencial expansivo de la subrasante 24
Tabla 12. Comparación de contenido de agua de equilibrio y natural 24
Tabla 13. Potencial de contracción de arcillas 25
Tabla 14. Clasificación de potencial de contracción.....25
Tabla 15. Análisis de resultados de límite de contracción.....26
Tabla 16. Geosintéticos contemplados en el estudio 28
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR 29
Tabla 18. Correlaciones entre CBR Vs MR.....30
Tabla 19. Cálculo de modulo resultante de refuerzo con geocelda 31
Tabla 20. Verificación de espesor 33
Tabla 21. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido 36
Tabla 22. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 1 36
Tabla 23. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 2 38
Tabla 24. Proporciones recomendadas de cemento y aditivo.....38
Tabla 25. Ancho de losa por CIV.....38
Tabla 26. Características de las barras de transferencia 40
Tabla 27. Características de las barras de amarre 40
Tabla 28. Características de las juntas 41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio 13
Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio 14
Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero 14
Gráfica 4. Perfiles encontrados en la exploración geotécnica.....22

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo 15

Fotografía 2. Estado actual CIV 4001234 PK_ID 203347 18
Fotografía 3. Estado actual CIV 4001104 PK_ID 203018 18
Fotografía 4. Estado actual CIV 4001159 PK_ID 183292 19
Fotografía 5. Estado actual CIV 4003781 PK_ID 208140 19
Fotografía 6. Estado actual CIV 4003972 PK_ID 208497 20

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal 16
Ecuación 2. Humedad de equilibrio 24
Ecuación 3. Incremento del módulo del material granular por MIF 31
Ecuación 4. Factor de incremento de modulo 31
Ecuación 5. Relación de módulo 32
Ecuación 6. Determinación del espesor mínimo de material con uso de geocelda 32

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de obra pública No. FDLSC-487-2023 celebrado entre el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal y el Consorcio Sancristobal 2023, cuyo objeto es: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE", se hace necesario realizar los estudios y diseño de pavimento, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con la normativa aplicable para la ciudad de Bogotá D.C.

El Consorcio Sancristobal 2023 encomendó a GEOINGTRO S.A.S., la elaboración del diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria.

Las especificaciones de las actividades a realizar durante la construcción deberán cumplir lo establecido en documento ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.", versión 2018.

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos del diseño de pavimento y el alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento con base en la metodología descrita en la GUÍA GU-IC-13 DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. y el Apéndice I – Diagnóstico, Técnicas de Intervención y Diseño de Alternativas para la Conservación Programada de los Pavimentos de la Malla Vial de Bogotá D.C. del Instituto de Desarrollo Urbano.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar de la información técnica disponible del diagnóstico vial realizado.
- Analizar la exploración geotécnica como insumo principal para el análisis geotécnico de la subrasante y sus comportamientos asociados.
- Diseñar una estructura de pavimento por medio de la metodología PCA-84.
- Determinar las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.

1.3 Alcance

El alcance del diseño de pavimento incluye cinco (5) segmentos viales.

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

Fuente: Listado entregado por el Consorcio Sancristobal 2023

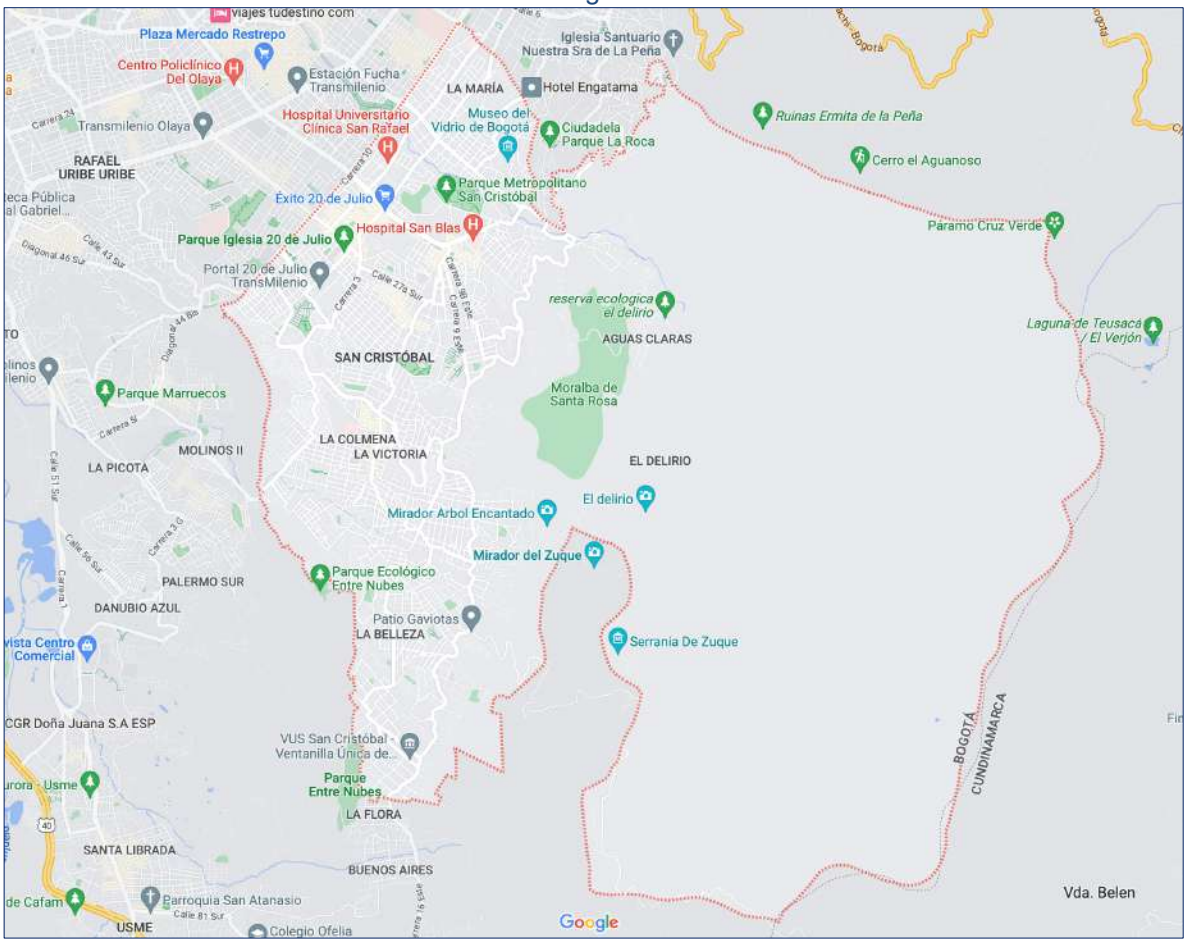
2 GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, la ubicación especificación corredor vial a evaluar, así como las condiciones climáticas que se incluyen en las hipótesis del diseño de estructuras de pavimento.

2.1 Localización y descripción del proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 Sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 Sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

Ilustración 1. Localización general del área de estudio

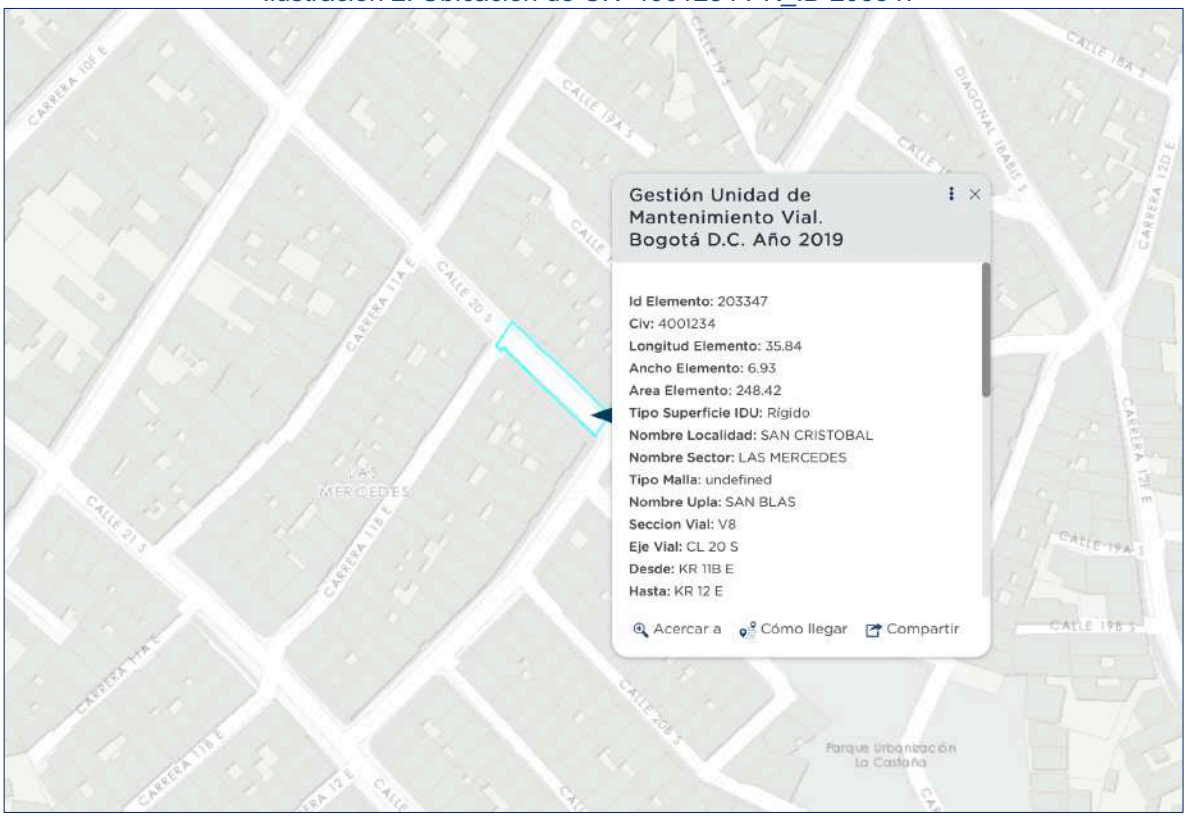


Fuente: Google Maps, 2023

2.2 Caracterización operacional del área de estudio

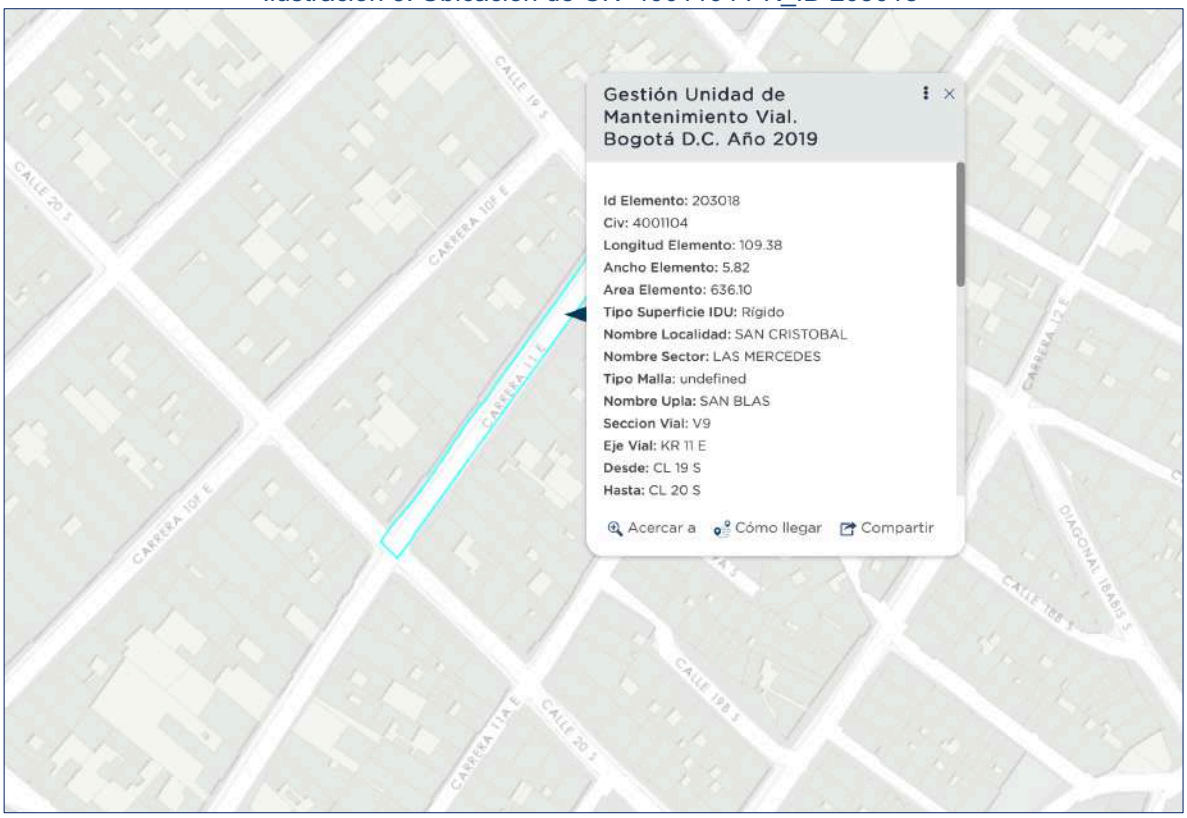
El tramo vial del CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria, es un corredor vial de una calzada con dos carriles en dos direcciones con funcionalidad vehicular, actualmente con superficie de pavimento consolidada.

Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347



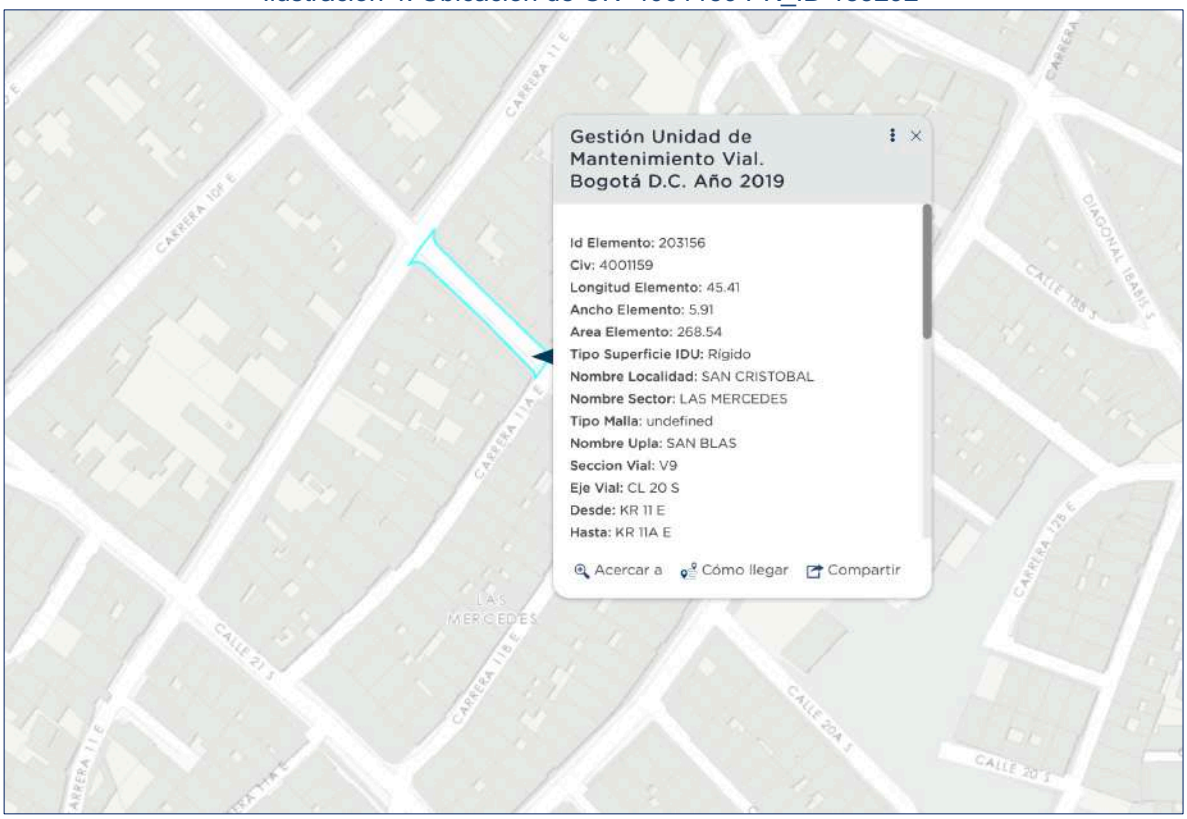
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018



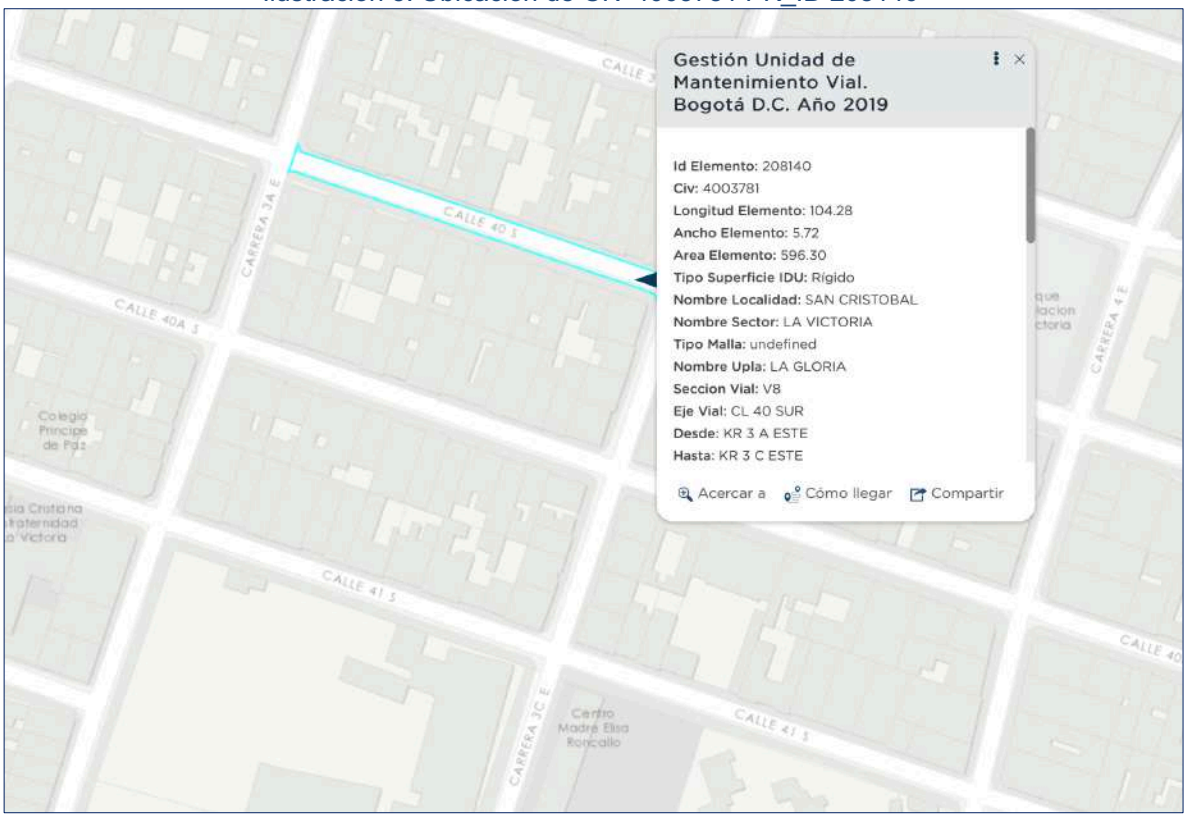
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292



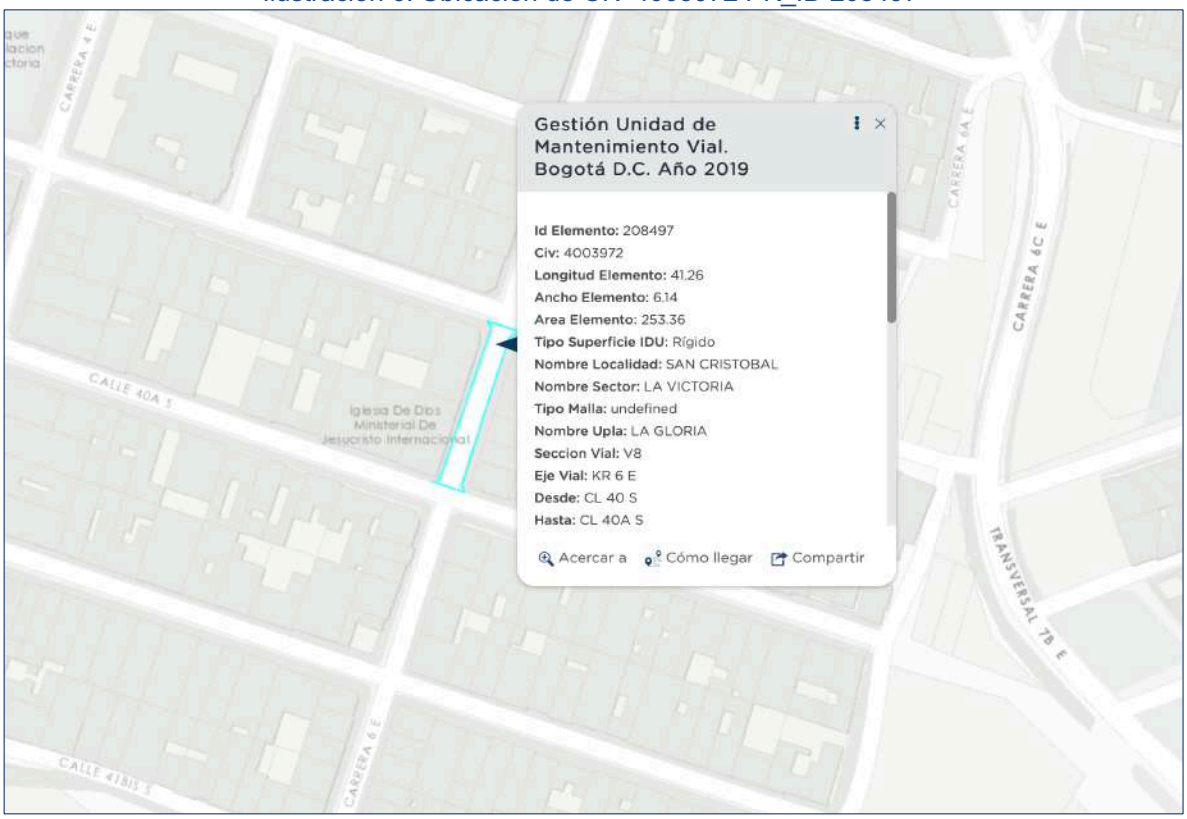
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140



Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497



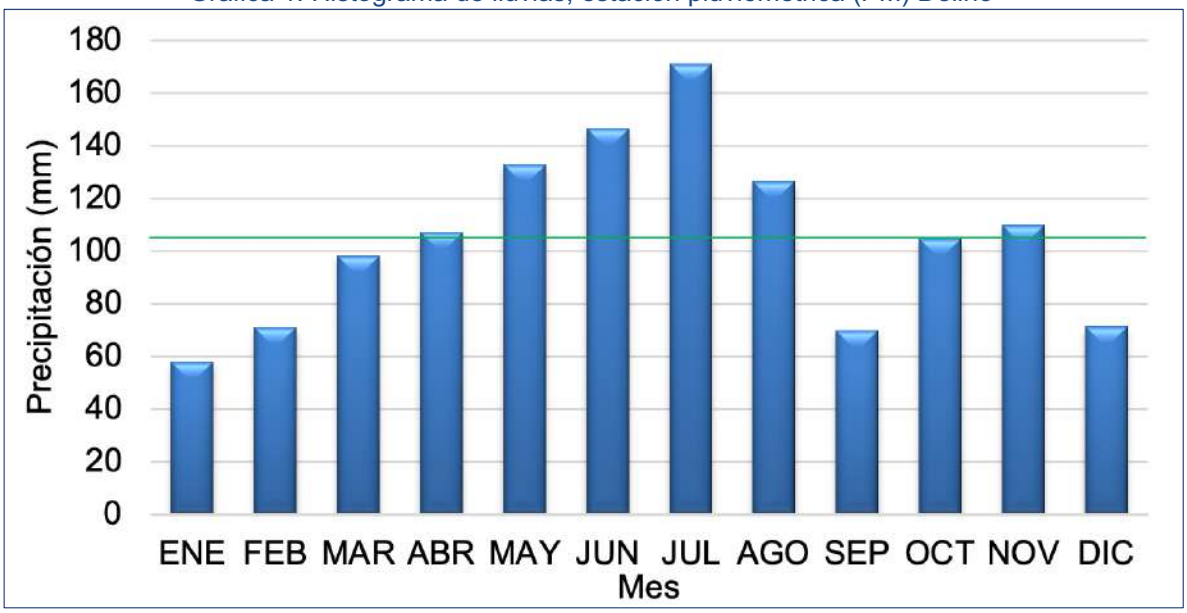
Fuente: IDECA, 2023

2.3 Caracterización climática

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación pluviométrica (PM) Delirio y estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero, ubicadas en las coordenadas 4°33'0.0"N - 74°3'0.0"W y 4°35'54.1"N - 74°3'41.6"W respectivamente, y que registran los siguientes parámetros:

- Precipitación anual: 1.267 mm
- Número de días con lluvia al año: 253
- Temperatura media anual: 13°C

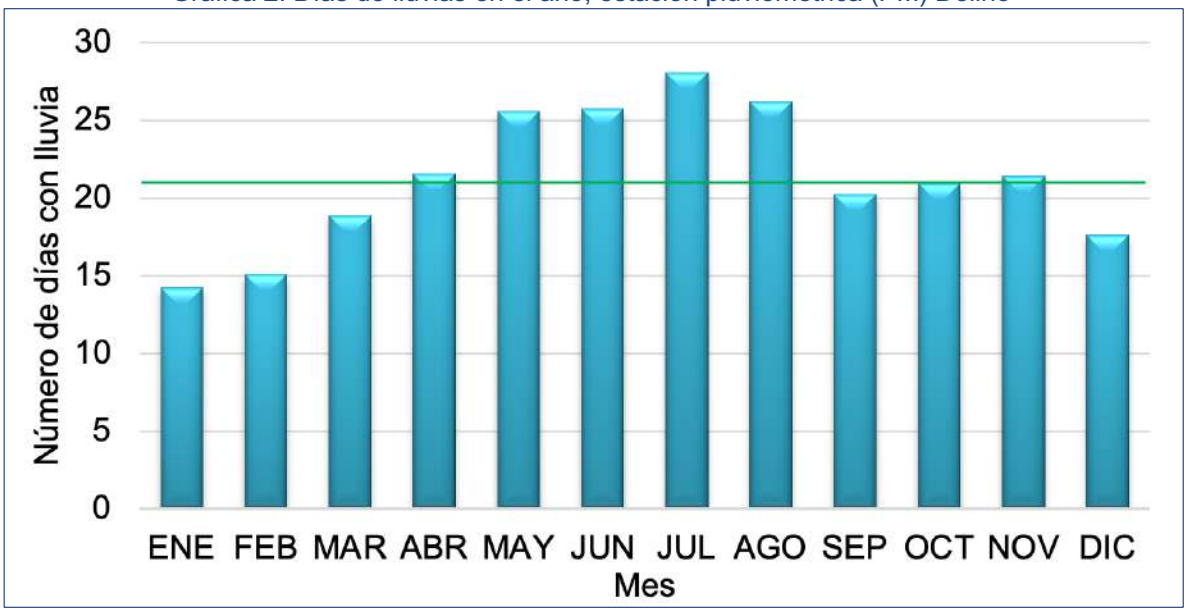
Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Los meses con mayor precipitación son, mayo, junio, julio agosto, octubre y noviembre, siendo julio el que presenta mayor precipitación con 170,9 mm.

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio



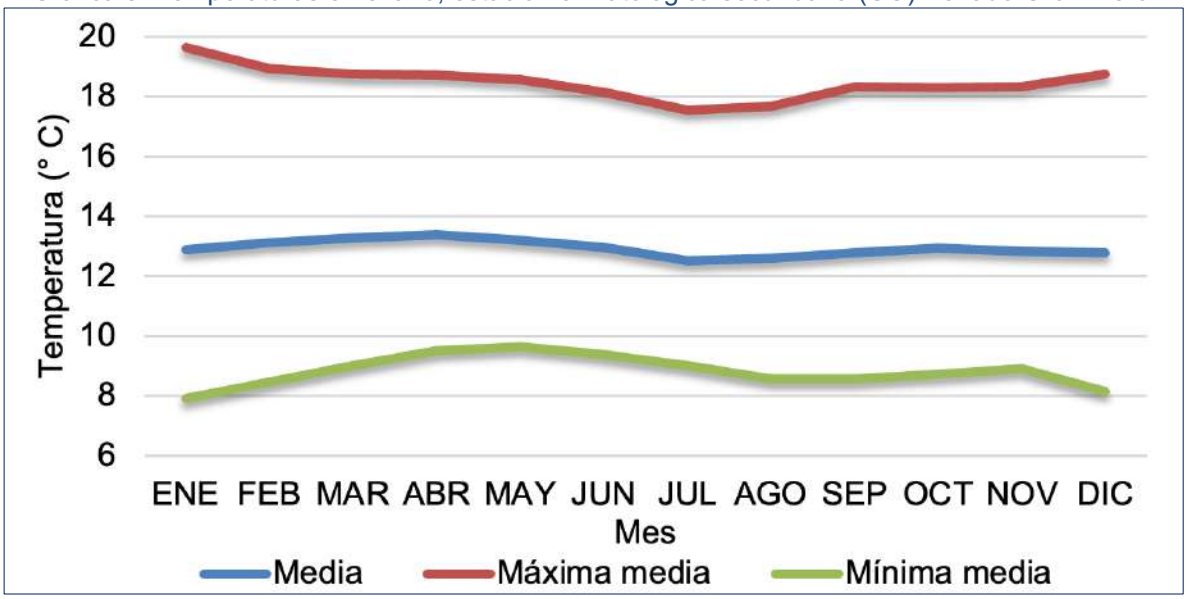
Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365} = \frac{21{,}6 + 25{,}6 + 25{,}7 + 28{,}1 + 26{,}2 + 21{,}4}{365} = 40{,}7\%$$

Con respecto a la temperatura, se observa la variación de esta durante el año.

Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3 ANÁLISIS DE TRANSITO

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Fuente: Elaboración propia

3.1 Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo



Fuente: propia

3.2 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Fuente: propia

Siendo,
i, el tipo de vehículo

3.3 Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

- Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

3.4 Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección.

Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Fuente: Adaptado de Manual de Bajos Volúmenes INVIAS 2007, y Manual de Medianos y Altos Volúmenes INVIAS

Se define un factor direccional típico de 1.

3.5 Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor carril

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Vías

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

3.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. VERIFICACIÓN DE MODULO COMBINADO K

VERIFICACIÓN DE MODULO EQUIVALENTE

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
4.00	407.89	5801.51

OPCION 1

MATERIAL ESTABILIZADO

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
407.89	5093.00	2.75	25	0.82	1.15	0.64	1420.3	14.20	65.61	241.71	185.76
								4.00			
								OK			

OPCION 2

SUBBASE GRANULAR

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
407.89	1054.00	1.46	35	1.15	1.03	0.64	790.6	7.91	52.91	194.91	117.78
								4.00			
								OK			

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 8. DETALLES CONSTRUCTIVOS DWG- PDF

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4005710 DIAGONAL 50 SUR ENTRE CALLE 49 B SUR Y CARRERA 11 B ESTE – CIV 4005677 DIAGONAL 50 SUR ENTRE CARRERA 11 A ESTE Y CALLE 49 B SUR – CIV 4005511 CALLE 48 C SUR ENTRE CARRERA 11 ESTE Y TRANSVERSAL 11 B ESTE - CIV 4002396 CALLE 30 SUR ENTRE CARRERA 9 ESTE Y CARRERA 9 A ESTE - CIV 4002492 CARRERA 9 C ESTE ENTRE CALLE 30 A SUR Y CARRERA 30 B SUR - – CIV 4003789 CARRERA 7 ESTE ENTRE CALLE 38 SUR Y CALLE 38 A SUR – CIV 4003635 CARRERA 7 ESTE ENTRE CALLE 37 C BIS SUR Y CALLE 37 D SUR – CIV 4000818 CALLE 13 SUR ENTRE CARRERA 17 ESTE Y CARRERA 18 ESTE - – CIV 4004762 CALLE 36 H SUR ENTRE CARRERA 8 F ESTE Y CARRERA 9 ESTE – CIV 4007383 CALLE 36 H SUR ENTRE CARRERA 8 C ESTE Y CARRERA 8 F ESTE – CIV 4003418 CALLE 36 H SUR ENTRE CARRERA 8 BIS ESTE Y CARRERA 8 C ESTE

BOGOTÁ D.C., MAYO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 10
2. GENERALIDADES 16
2.1 Metodología 16
2.2 Normatividad Consultada 16
2.3 Condiciones Climáticas 17
2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 19
4. TRÁNSITO DE DISEÑO 32
5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 41
5.1 Estratigrafía 45
5.2 Nivel freático 48
5.3 Ensayos de caracterización física 48
5.4 Análisis de potencial de expansión 55
5.4.1 Análisis de potencial de expansión en arcillas y recomendación 56
5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 58
5.5.1 Mejoramiento de la subrasante 60
6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 62
6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 62
6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19 63
6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG) 64
6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4% 65
6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K 67

6.3 Capacidad Estructural Requerida....72

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido....73

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr).... 73

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado.... 74

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI).... 74

6.4.4 Coeficientes de drenaje.... 75

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga.... 75

6.4.6 Número estructural (SN).... 76

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido....76

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) 76

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.... 77

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción....78

6.7 Características Geométricas de la Losa....81

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas....82

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre....83

6.10 Juntas de Transferencia....84

6.11 Juntas de Expansión....84

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte....85

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN.... 87

7.1 Equipos para los materiales granulares....88

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares....92

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 93

6.1.1. Preparación del Terreno 94

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 94

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 94

6.1.4. Compactación 94

6.1.5. Curado y Protección 95

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 95

8 CONCLUSIONES 98

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 15

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 22

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 28

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005710 (Fuente: Propia) 29

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005677 (Fuente: Propia) 29

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005511 (Fuente: Propia) 29

Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4006762 (Fuente: Propia) 30

Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4007383 (Fuente: Propia) 30

Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003418 (Fuente: Propia) 30

Tabla 10. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003789 (Fuente: Propia) 31

Tabla 11. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003635 (Fuente: Propia) 31

Tabla 12. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002492 (Fuente: Propia) 31

Tabla 13. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000818 (Fuente: Propia) 32

Tabla 14. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 33
Tabla 15. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia) 38
Tabla 16. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia) 38
Tabla 17. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93) 39
Tabla 18. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia) 40
Tabla 19. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia) 41
Tabla 20. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 42
Tabla 21. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 49
Tabla 22. Características físicas de la subrasante parte 2. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 49
Tabla 23. Tipos de intervención. (Fuente: Propia) 55
Tabla 24. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 56
Tabla 25. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia) 56
Tabla 26. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia) 59
Tabla 27. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia) 59
Tabla 28. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 60
Tabla 29. Propiedades mecánicas de los materiales 67
Tabla 30. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 70
Tabla 31. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia) 71
Tabla 32. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 71
Tabla 33. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia) 76
Tabla 34. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia) 77
Tabla 35. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia) 78

Tabla 36. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 80
Tabla 37. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 81
Tabla 38. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. 81
Tabla 39. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 83
Tabla 40. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 84
Tabla 41. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 84
Tabla 42. Alternativa recomendada Fuente Propia. 98

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia-Google Earth) 20
Ilustración 2. Ubicación segmentos viales 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia-Google Earth) 20
Ilustración 3. Ubicación segmentos viales 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth) 21
Ilustración 4. Ubicación segmentos viales 4000818 (Fuente: Propia- Google Earth) 21
Ilustración 5. Ubicación segmentos viales 4002492 (Fuente: Propia- Google Earth) 22
Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4005710. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 23
Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4005677. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 23
Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4005511. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 24
Ilustración 9. Ubicación Segmento vial 4006762. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 24
Ilustración 10. Ubicación Segmento vial 4007383. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 25
Ilustración 11. Ubicación Segmento vial 4003418. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 25
Ilustración 12. Ubicación Segmento vial 4003789. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 26
Ilustración 13. Ubicación Segmento vial 4003635. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 26
Ilustración 14. Ubicación Segmento vial 4000818. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 27

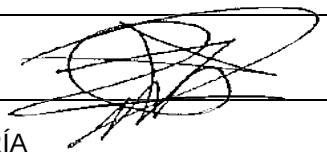
Ilustración 15. Ubicación Segmento vial 4002492. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) .. 27
Ilustración 16. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 34
Ilustración 17. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023.. 36
Ilustración 18. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 36
Ilustración 19. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 37
Ilustración 20. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 37
Ilustración 21. Ubicación de los apiques 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia-Google Earth) 42
Ilustración 22. Ubicación de los apiques 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia-Google Earth) 43
Ilustración 23. Ubicación de los apiques 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth) 43
Ilustración 24. Ubicación de los apiques 4000818 (Fuente: Propia- Google Earth) 44
Ilustración 25. Ubicación de los apiques 4002492 (Fuente: Propia- Google Earth) 44
Ilustración 26. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia) 45
Ilustración 27. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia) 46
Ilustración 28. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 50
Ilustración 29. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 51
Ilustración 30. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 52
Ilustración 31. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 53
Ilustración 32. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 54
Ilustración 33. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal 58
Ilustración 34. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 64

Ilustración 35. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 65
Ilustración 36. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)..... 66
Ilustración 37. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO) 69
Ilustración 38. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)..... 70
Ilustración 39. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)..... 73
Ilustración 40. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 74
Ilustración 41. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)..... 74
Ilustración 42. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 75
Ilustración 43. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO) 75
Ilustración 44. Junta en pozos 82
Ilustración 45. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos 82
Ilustración 46. Junta en Sumideros..... 83
Ilustración47. Detalle Junta de expansión..... 85

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
1	Conclusiones y 5	31/05/2025	Ajustes de acuerdo a observaciones dadas por interventoría

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	1	**fecha**	03/06/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4002396 - 4003789 - 4003635 - 4000818 al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000061	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4008530	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

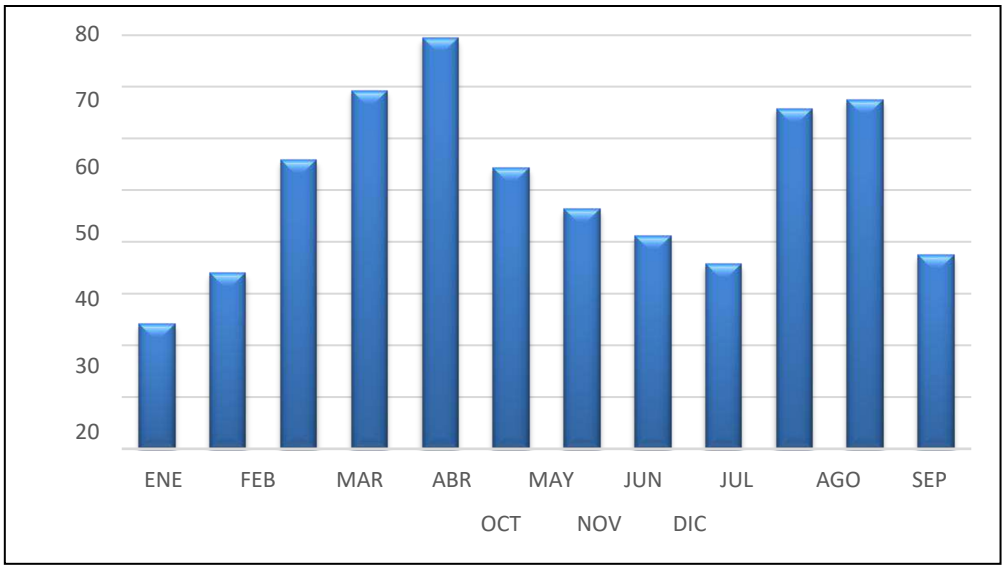
Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

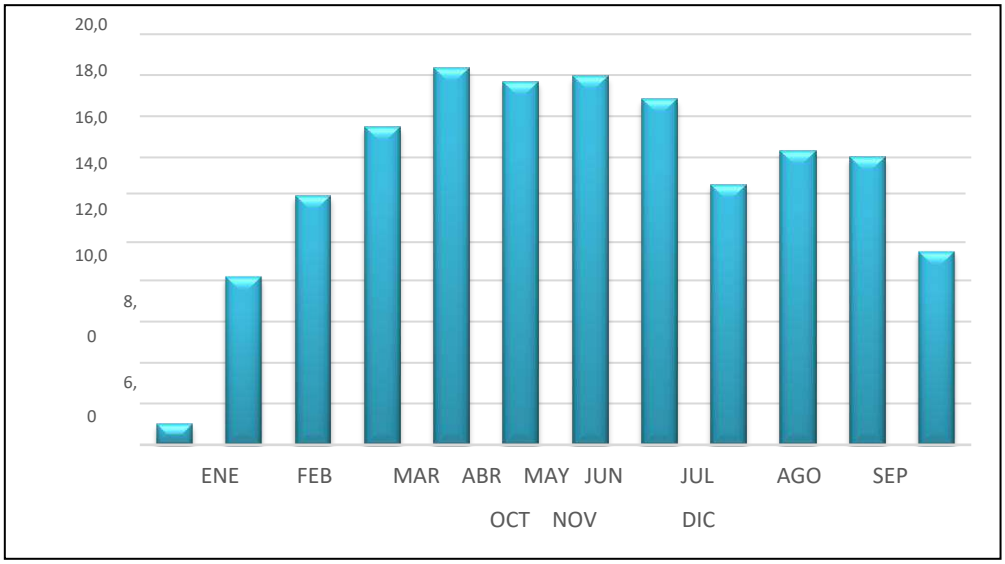
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

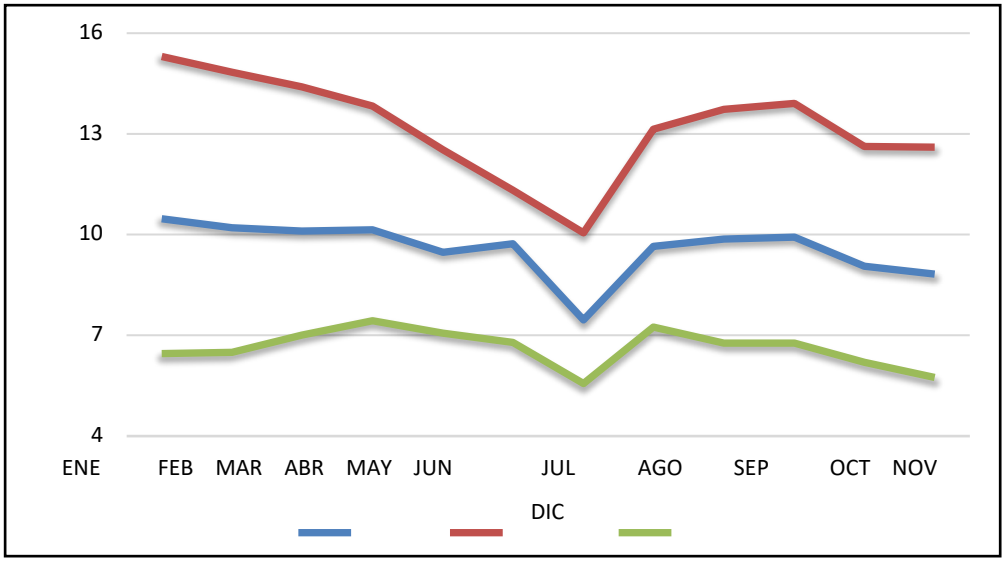
- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando

los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR de la UPL SAN BLAS y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 2. Ubicación segmentos viales 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia- Google Earth)

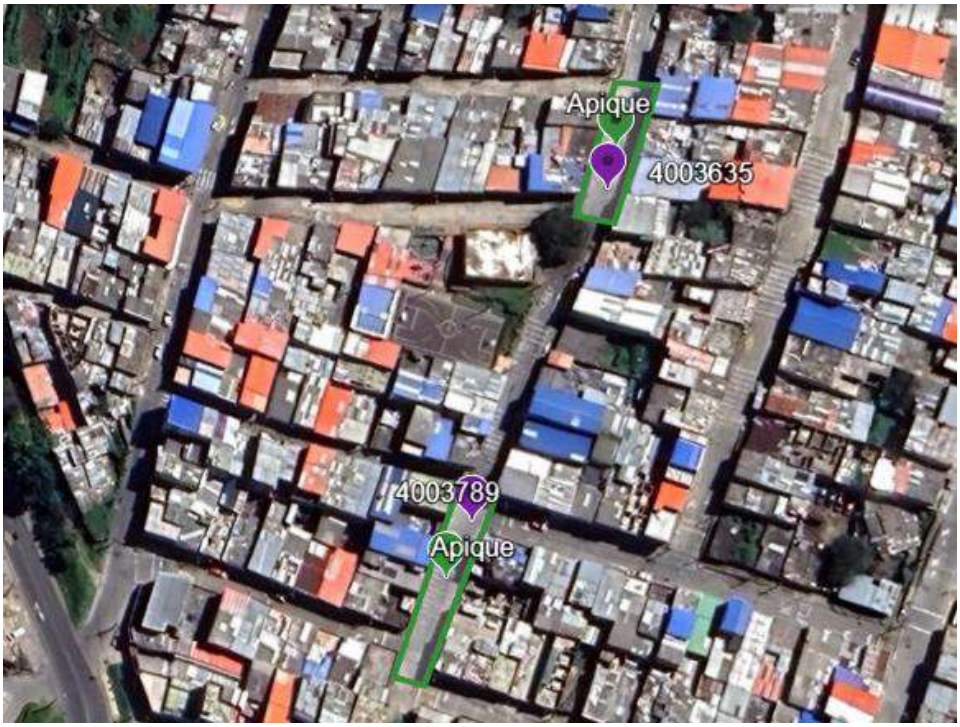


Ilustración 3. Ubicación segmentos viales 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth)

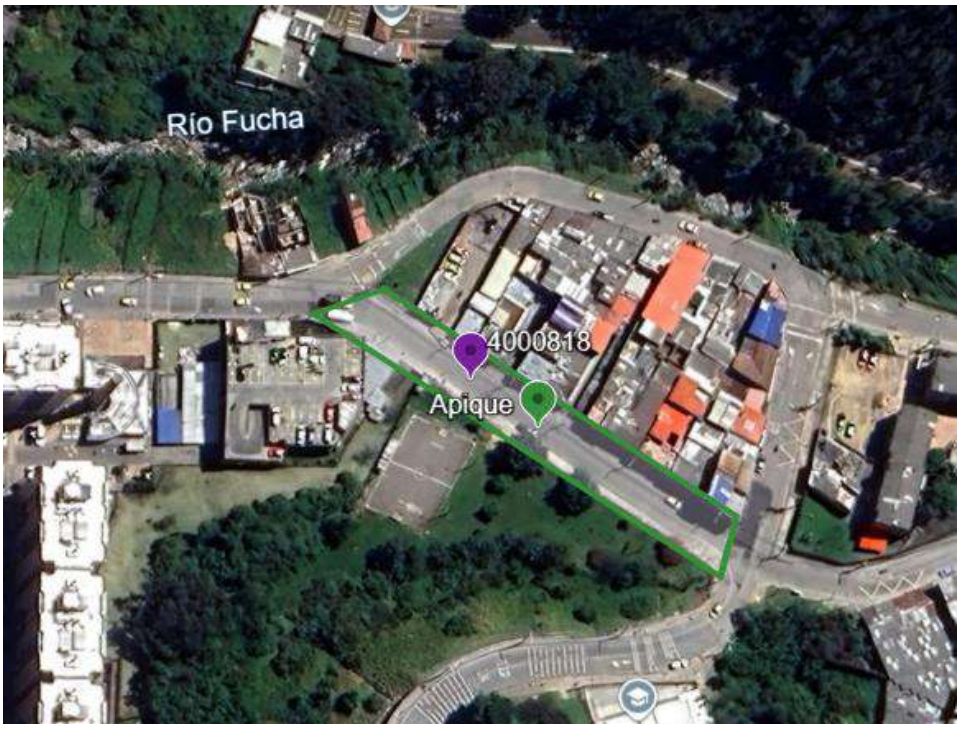


Ilustración 4. Ubicación segmentos viales 4000818 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 5. Ubicación segmentos viales 4002492 (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4005710	DG 50 S	CL 49 B S	KR 11 B E	23.36	4.86	113.53
4005677	DG 50 S	KR 11 A E	CL 49 B S	29.69	4.73	140.43
4005511	CL 48 C S	KR 11 E	TV 11 B E	131.39	6.75	886.88
4006762	CL 36 H SUR	KR 8 F E	KR 9 E	89.80	5.82	522.64
4007383	CL 36 H SUR	KR 8 C E	KR 8F E	89.82	5.88	528.14
4003418	CL 36 H SUR	KR 8 BIS E	KR 8 C E	95.34	6.07	578.71
4003789	KR 7 E	CL 38 S	CL 38 A S	40.73	6.17	251.30
4003635	KR 7 E	CL 37 C BIS S	CL 37 D S	30.79	4.92	151.49
4000818	CL 13 S	KR 17 E	KR 18 E	106.16	7.48	794.08
4002492	KR 9 C E	CL 30 A S	CL 30 B S	49.69	5.74	285.22

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)

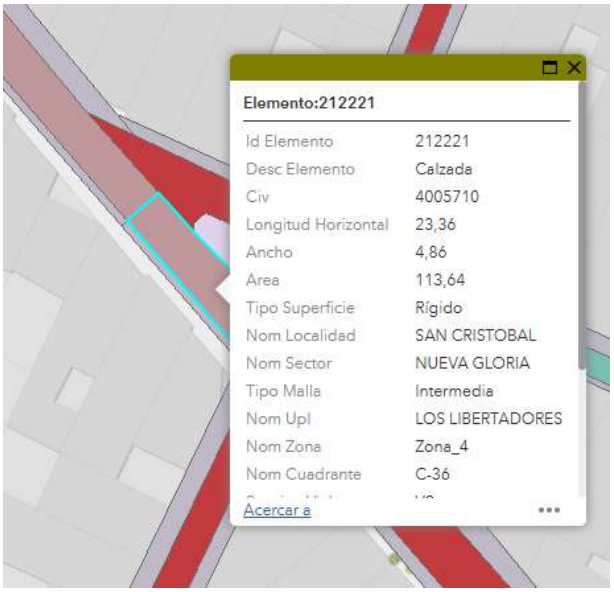


Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4005710. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

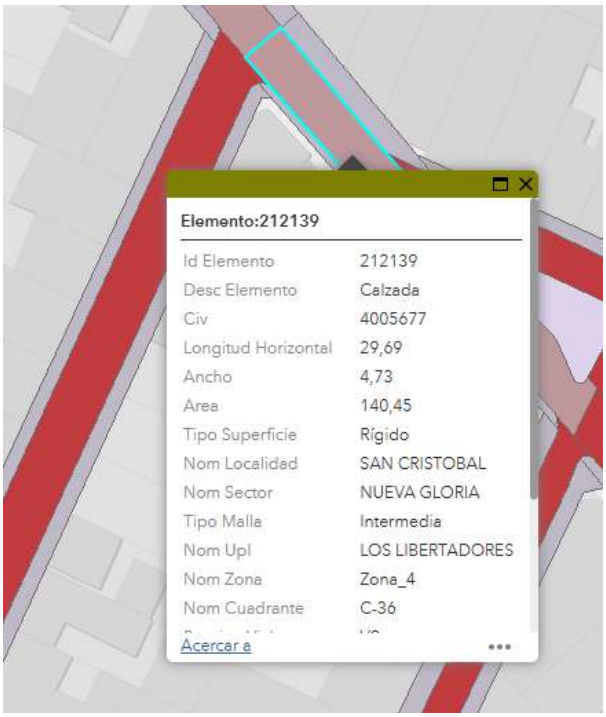


Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4005677. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

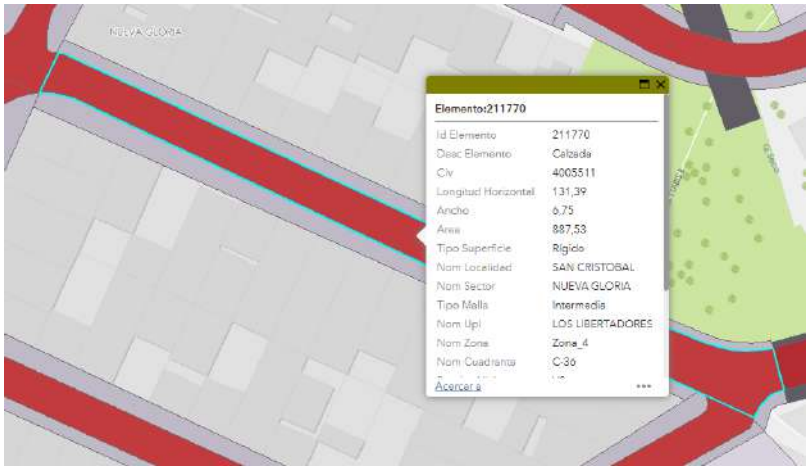


Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4005511. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

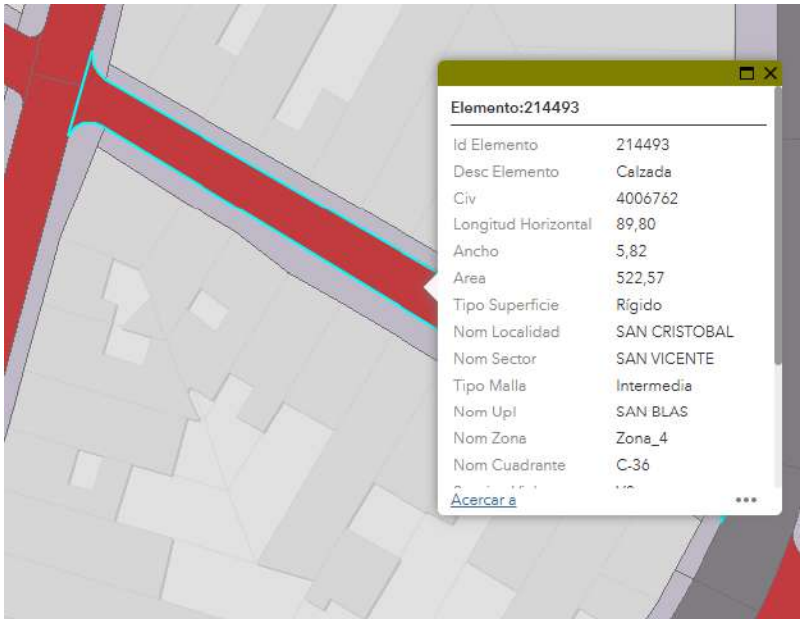


Ilustración 9. Ubicación Segmento vial 4006762. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

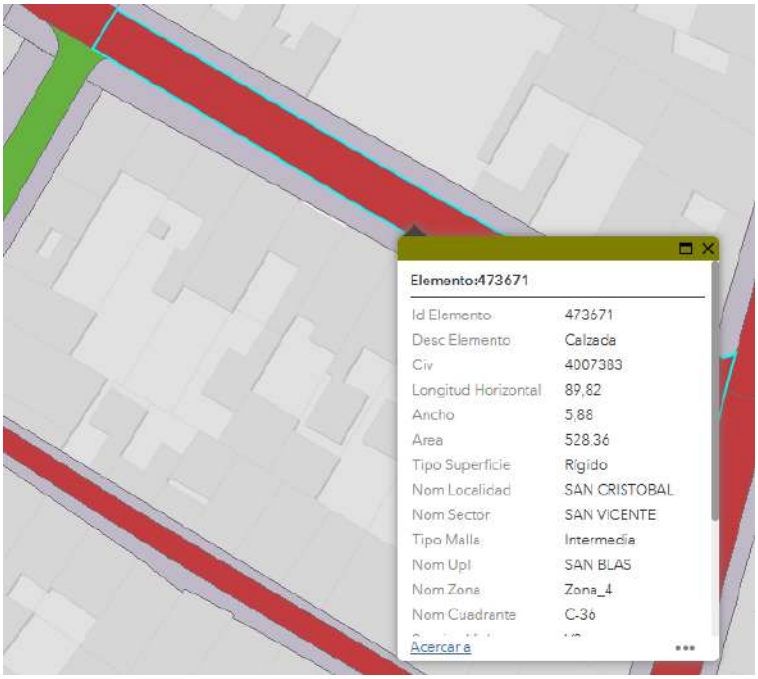


Ilustración 10. Ubicación Segmento vial 4007383. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)



Ilustración 11. Ubicación Segmento vial 4003418. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

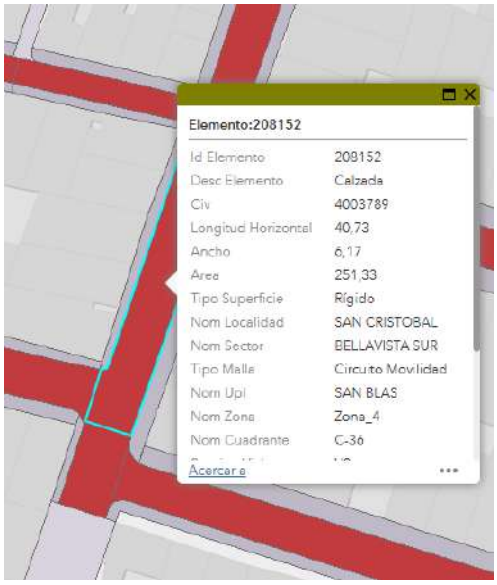


Ilustración 12. Ubicación Segmento vial 4003789. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

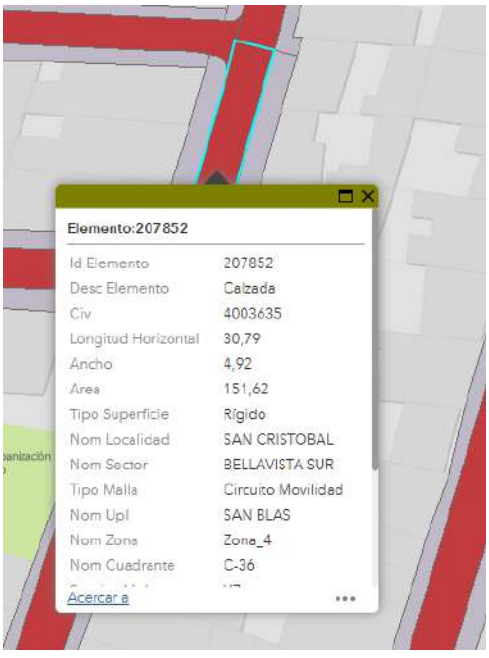


Ilustración 13. Ubicación Segmento vial 4003635. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

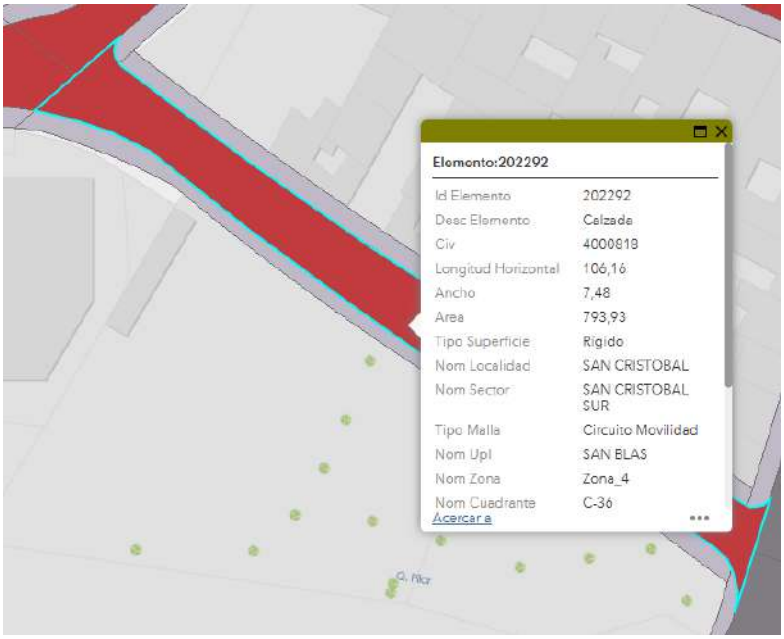


Ilustración 14. Ubicación Segmento vial 4000818. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

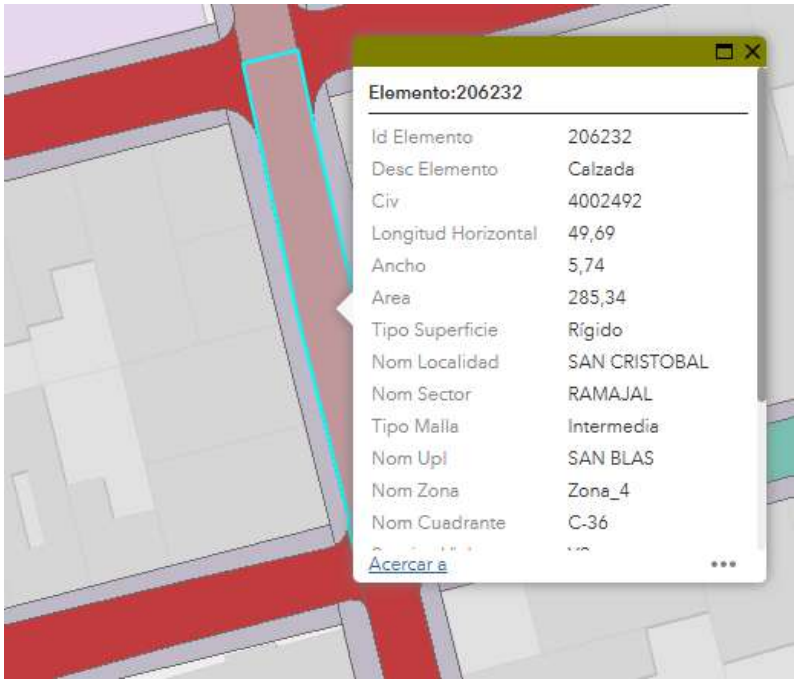


Ilustración 15. Ubicación Segmento vial 4002492. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo REHABILITACIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4005710	DG 50 S	CL 49 B S	KR 11 B E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4005677	DG 50 S	KR 11 A E	CL 49 B S	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4005511	CL 48 C S	KR 11 E	TV 11 B E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4006762	CL 36 H SUR	KR 8 F E	KR 9 E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4007383	CL 36 H SUR	KR 8 C E	KR 8F E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4003418	CL 36 H SUR	KR 8 BIS E	KR 8 C E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4003789	KR 7 E	CL 38 S	CL 38 A S	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4003635	KR 7 E	CL 37 C BIS S	CL 37 D S	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4000818	CL 13 S	KR 17 E	KR 18 E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4002492	KR 9 C E	CL 30 A S	CL 30 B S	RÍGIDO	REHABILITACIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005710 (Fuente: Propia)

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005677 (Fuente: Propia)

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4005511 (Fuente: Propia)





Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4006762 (Fuente: Propia)





Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4007383 (Fuente: Propia)





Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003418 (Fuente: Propia)

Tabla 10. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003789 (Fuente: Propia)

Tabla 11. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003635 (Fuente: Propia)

Tabla 12. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002492 (Fuente: Propia)



Tabla 13. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000818 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso, vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías.

Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 14. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

Para la evaluación del transitó, y verificar los ejes equivalentes que serán utilizados para el diseño, se verificó la información disponible para la localidad de San Cristóbal de proyectos que hayan sido ejecutados durante la vigencia 2024. La consulta se realizó a través del portal de contratación SECOP 2: (https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE)

A partir de esto, se obtuvo la consulta para el proyecto enmarcado en la licitación pública FDLSC-LP-001-2023 cuyo objeto fue: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE". Dentro de la información pública y obtenida en el portal de contratación se tomó como soporte el siguiente documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA, de fecha 29 de agosto de 2023, información que permite dilucidar la siguiente evaluación del tránsito capítulo 3:

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Ilustración 16. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

4.1. Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

• Busetas
• Buses
• Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

4.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Siendo,
i, el tipo de vehículo

4.3. Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

• Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

4.4. Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección:

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Ilustración 17. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Se define un factor direccional típico de 1.

4.5. Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Ilustración 18. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

4.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

4.7. Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Ilustración 19. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Ilustración 20. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

El informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 se incluye en el anexo 4.

A partir de esto, y como verificación se procedió con la información obtenida a realizar la proyección de ejes equivalentes para 20 años, periodo de diseño para el pavimento rígido, obteniendo lo siguiente:

4.8. Transito promedio diario.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - TPD										
TPD			**BUS**	**BUS PADRÓN**	**C_2P**	**C_2G**	**C_{3-C4}**	**C_5**	**$>C_5$**	**TOTAL**
Aforos 2025 = TE			450	1	37	1	1	0	0	490
Otros Vehículos										0
Tránsito Atraído = T At	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Desarrollado = TD	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Total			477	1	39	1	1	0	0	519
Tránsito de Construcción aparente CA							1			1
Total			477	1	39	1	2	0	0	520
Porcentaje	%		91.66%	0.20%	7.54%	0.20%	0.40%	0.00%	0.00%	100.0%
Factor Direccional Fd	100%									
Factor por Carril de Diseño Fca	100%									
Factor de Ajuste Fd x Fca	100%		477	1	39	1	2	0	0	520
Tasa de Crecimiento Anual	2.56%	2.56%								
TPD de Diseño		0	489	1	40	1	2	0	0	534

Tabla 15. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia)

4.9. Factor Camión

A continuación, se presenta las equivalencias para el cálculo del factor camión:

CALCULO DE FACTOR CAMIÓN			
TIPO	BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
FC FLEXIBLE	1.01415	1.708046821	1.06854
FC RÍGIDO	0.97867	2.025216689	1.06182

Tabla 16. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia)

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (FÓRMULA SIMPLIFICADA AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 1996)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2002)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2003)
AUTOS	AUTOS	0.00136	0.00106	0.000	0.00076		
BUSES	BUSETA	0.36082	0.32934	0.400	0.28983		
	BUS	1.01415	1.04087	1.000	0.97867	1.00000	1.00000
	BUS METROPOLITANO	1.52969	1.58608	1.000	1.59502	1.00000	1.00000
C_2P	C_2P	1.47873	1.49385	1.140	1.56014	1.14000	1.14000
C_2G	C_2G	3.57649	3.92130	3.440	4.00133	2.81000	2.15000
C_3 Y C_4	C_3	4.77916	5.31029	3.760	9.58982	3.52000	3.15000
	C_2-S_1	6.66100	6.47658	3.370	7.58407	3.17000	3.13000
	C_4	5.11254	4.91393	6.730	9.86290	3.79000	3.15000
	C_3-S_1	8.02227	7.86557	2.220	13.31807	0.65000	2.33000
	C_2-S_2	8.02227	7.86557	3.420	13.31807	2.44000	2.27000
C_5	C_3-S_2	9.22494	9.25456	4.400	18.90656	3.70000	4.21000
>C_5	>C_5	6.31937	5.81287	4.720	13.56590	4.44000	5.31000

Tabla 17. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)

4.10. Cálculo de ejes equivalentes:

Para el cálculo de los ejes equivalentes se utilizó la siguiente expresión:

$$NEE = 365 * TPD * \%VC * FC * Fd * Fca * Fp$$

Ecuación 1. Cálculo de ejes equivalentes. Fuente: Invias 2015

Donde:

TPD= Transito Promedio Diario

VC= Distribución de vehículos

FC= Factor Camión

Fd= Factor Direccional

Fca = Factor de distribución por Carril

Fp = Factor de Proyección = (1+r)^n -1 / ln (1+r)

r = Tasa de crecimiento

n = Año de proyección

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES		
EJES EQUIVALENTES PARA EL AÑO DE PROYECCIÓN	**EJES PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)**	**EJES PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)**
NEE en 2026 (3 Años)	6.49.E+05	6.45.E+05
NEE en 2028 (5 Años)	1.11.E+06	1.10.E+06
NEE en 2030 (7 Años)	1.59.E+06	1.58.E+06
NEE en 2033 (10 Años)	2.37.E+06	2.35.E+06
NEE en 2038 (15 Años)	3.80.E+06	3.77.E+06
NEE en 2043 (20 Años)	5.42.E+06	5.38.E+06

Tabla 18. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia)

Con base en la información obtenida se determina que una categoría T2-2 representa las condiciones reales del tránsito de los segmentos viales que correspondan a malla vial intermedia, por lo cual será usado el traficó obtenido de la proyección que corresponde a 5.380.000 Ejes equivalentes.

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4005710	DG 50 S	CL 49 B S	KR 11 B E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4005677	DG 50 S	KR 11 A E	CL 49 B S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4005511	CL 48 C S	KR 11 E	TV 11 B E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4006762	CL 36 H SUR	KR 8 F E	KR 9 E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4007383	CL 36 H SUR	KR 8 C E	KR 8F E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4003418	CL 36 H SUR	KR 8 BIS E	KR 8 C E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4003789	KR 7 E	CL 38 S	CL 38 A S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4003635	KR 7 E	CL 37 C BIS S	CL 37 D S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4000818	CL 13 S	KR 17 E	KR 18 E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4002492	KR 9 C E	CL 30 A S	CL 30 B S	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000

Tabla 19. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4005710	4°32'20"N 74°05'22"W
4005677	4°32'20"N 74°05'22"W
4005511	4°32'24"N 74°05'19"W
4006762	4°33'09"N 74°05'06"W
4007383	4°33'11"N 74°05'10"W
4003418	4°33'12"N 74°05'11"W
4003789	4°33'04"N 74°05'20"W
4003635	4°33'07"N 74°05'19"W
4000818	4°33'33"N 74°04'57"W
4002492	4°33'33"N 74°04'57"W

Tabla 20. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 21. Ubicación de los apiques 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 22. Ubicación de los apiques 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia- Google Earth)

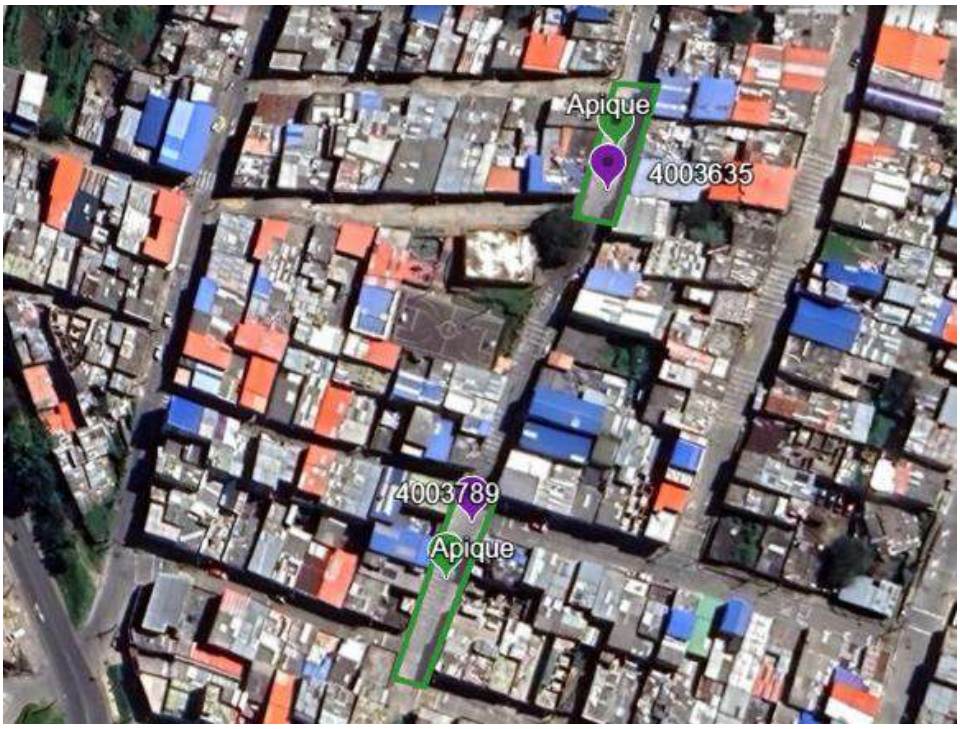


Ilustración 23. Ubicación de los apiques 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth)

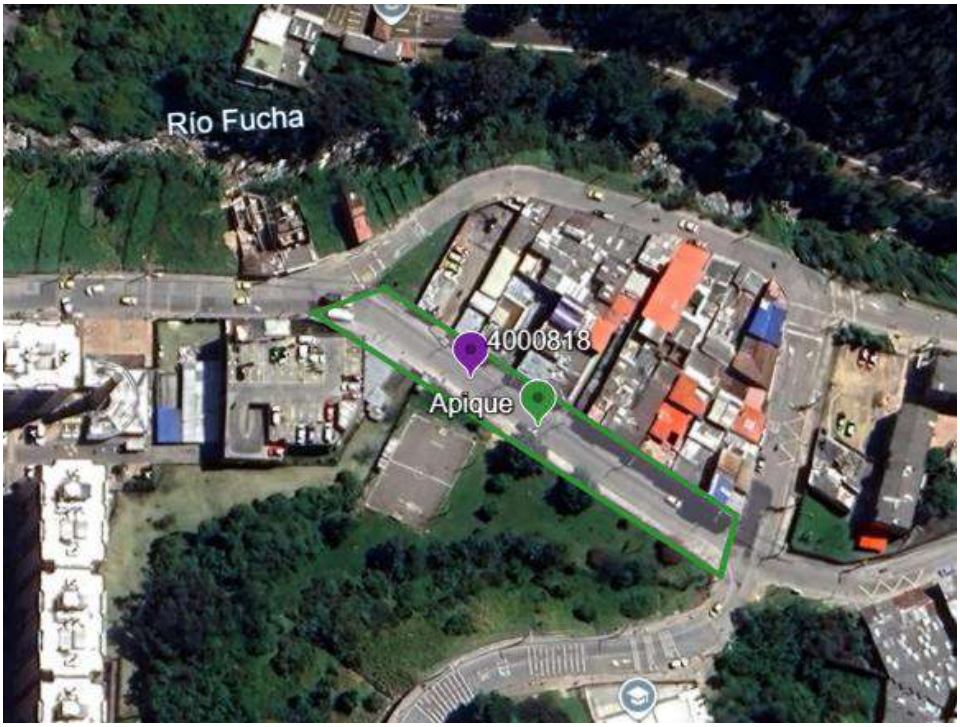


Ilustración 24. Ubicación de los apiques 4000818 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 25. Ubicación de los apiques 4002492 (Fuente: Propia- Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

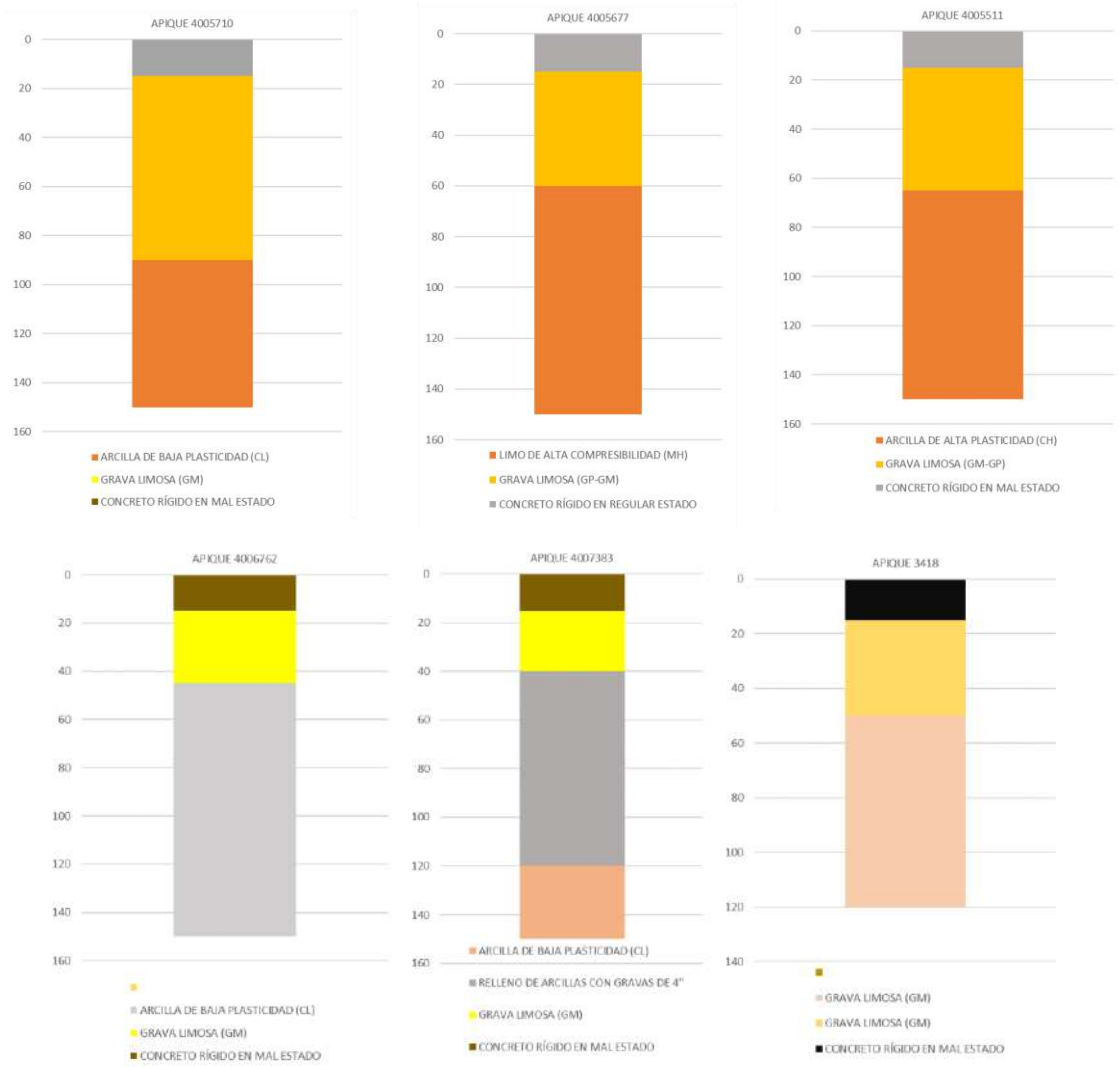


Ilustración 26. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia)

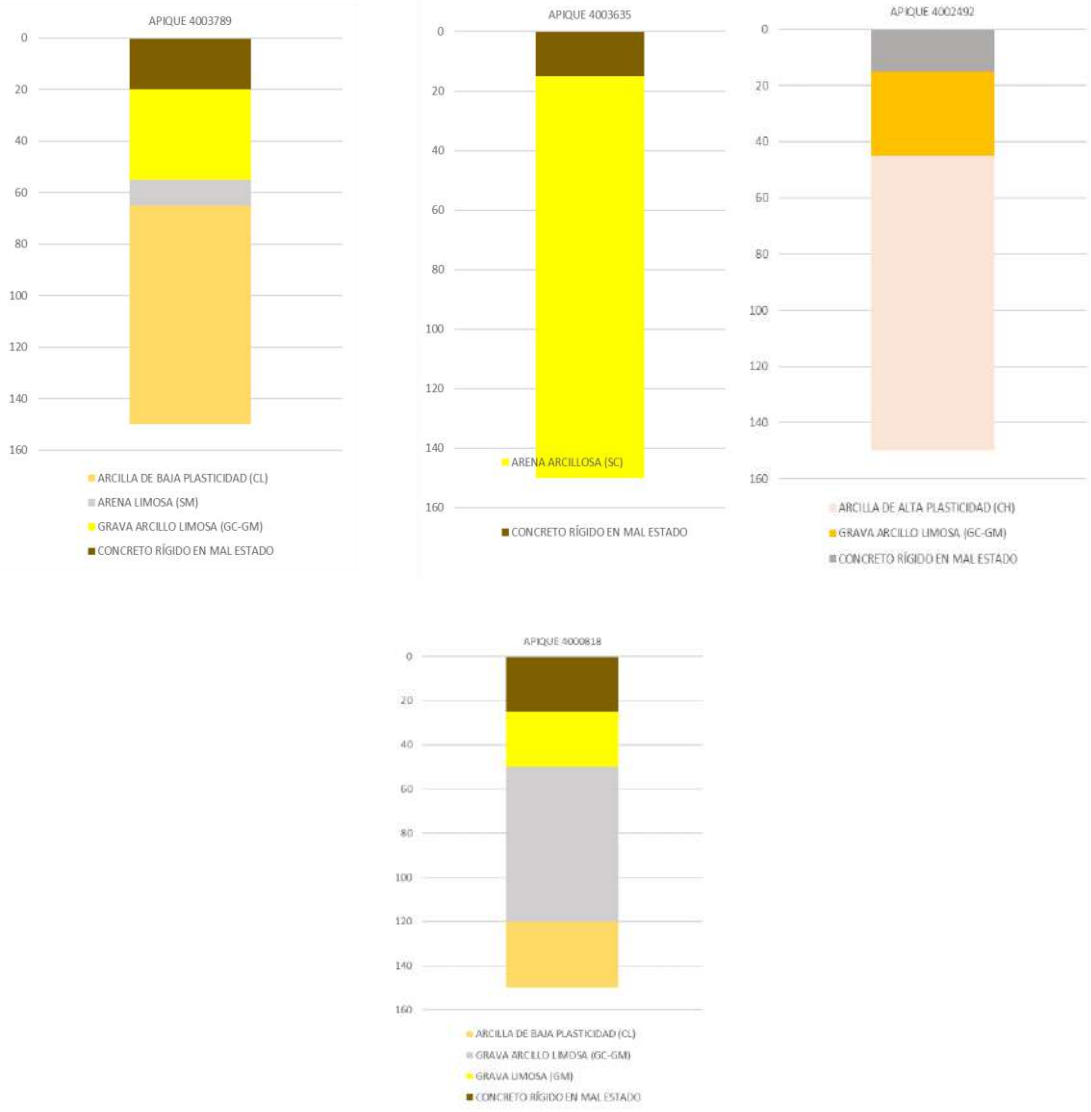


Ilustración 27. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia)

- En el apique 4005710 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 75 cm y una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 60 cm.

- En el apique 4005677 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en regular estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GP-GM) de 45 cm y una capa de limo de alta compresibilidad (MH) de 90 cm

- En el apique 4005511 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM-GP) de 50 cm y una capa de arcilla de alta plasticidad (CH) de 85 cm.

- En el apique 4006762 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 30 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 105 cm.

- En el apique 4007383 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 25 cm, una capa de relleno de arcillas con gravas de 4" de 80 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 30 cm.

- En el apique 4003418 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 35 cm, una capa de grava limosa (GM) de 70 cm.

- En el apique 4003789 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 20 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 35 cm, una capa de arena limosa (SM) de 10 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (Cl) de 85 cm

- En el apique 4003635 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de arena arcillosa (SC) de 135 cm.

- En el apique 4002492 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 30 cm, una capa de arcilla de alta plasticidad (CH) de 105 cm.

- En el apique 4000818 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 25 cm, una capa de grava limosa (gm) de 25 cm, una capa de grava arcillo limosa (gc-gm) de 70 cm, y una capa de arcilla de baja plasticidad (cl) de 30 cm.

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 7 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4005710	APIQUE 4005677	APIQUE 4005511	APIQUE 4003789	APIQUE 4003635
Profundidad (m)	0,90-1,50	0,60-1,50	0,65-1,50	0,7-1,5	0,15-1,5
Clasificación U.S.C.S.	CL	MH	CH	CL	SC
Limite líquido (%)	45	148	60	45	31
Limite plástico (%)	21	55	21	24	17
Índice de plasticidad	24	93	39	21	14
Humedad natural (%)	41,2	106,1	39,6	35,3	18
Gravas (%)	0	0	0	0	31,5
Arenas (%)	1	1,1	0,7	3	32,7
Finos (%)	99	98,9	99,3	97	35,8
Expansión CBR (%)	0,083	0,814	0,512	0,145	0,53

Característica	APIQUE 4005710	APIQUE 4005677	APIQUE 4005511	APIQUE 4003789	APIQUE 4003635
Límite de contracción	15	N/A	13	17	14

Tabla 21. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

Característica	APIQUE 4006762	APIQUE 4007383	APIQUE 4003418	APIQUE 4002492	APIQUE 4000818
Profundidad (m)	0,45 - 1,5	1,2 - 1,5	0,5 - 1,2	0,45-1,5	0,7-1,5
Clasificación U.S.C.S.	CL	CL	GM	CH	CL
Limite líquido (%)	38	21	N/A	56	37
Limite plástico (%)	19	12	N/A	15	13
Índice de plasticidad	19	9	N/A	35	24
Humedad natural (%)	15.9	11.2	9.8	26,7	18.9
Gravas (%)	0	0	61.1	0	0
Arenas (%)	1.1	0.8	24.8	0,5	11.8
Finos (%)	98.9	99.2	14.1	99,5	88.2
Expansión CBR (%)	0.2	0.18	0.16	0,492	0.14
Límite de contracción	14	11	N/A	13	10

Tabla 22. Características físicas de la subrasante parte 2. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido. Sin embargo, los materiales pueden ser reutilizados como capa de soporte para la cimentación de la nueva estructura.

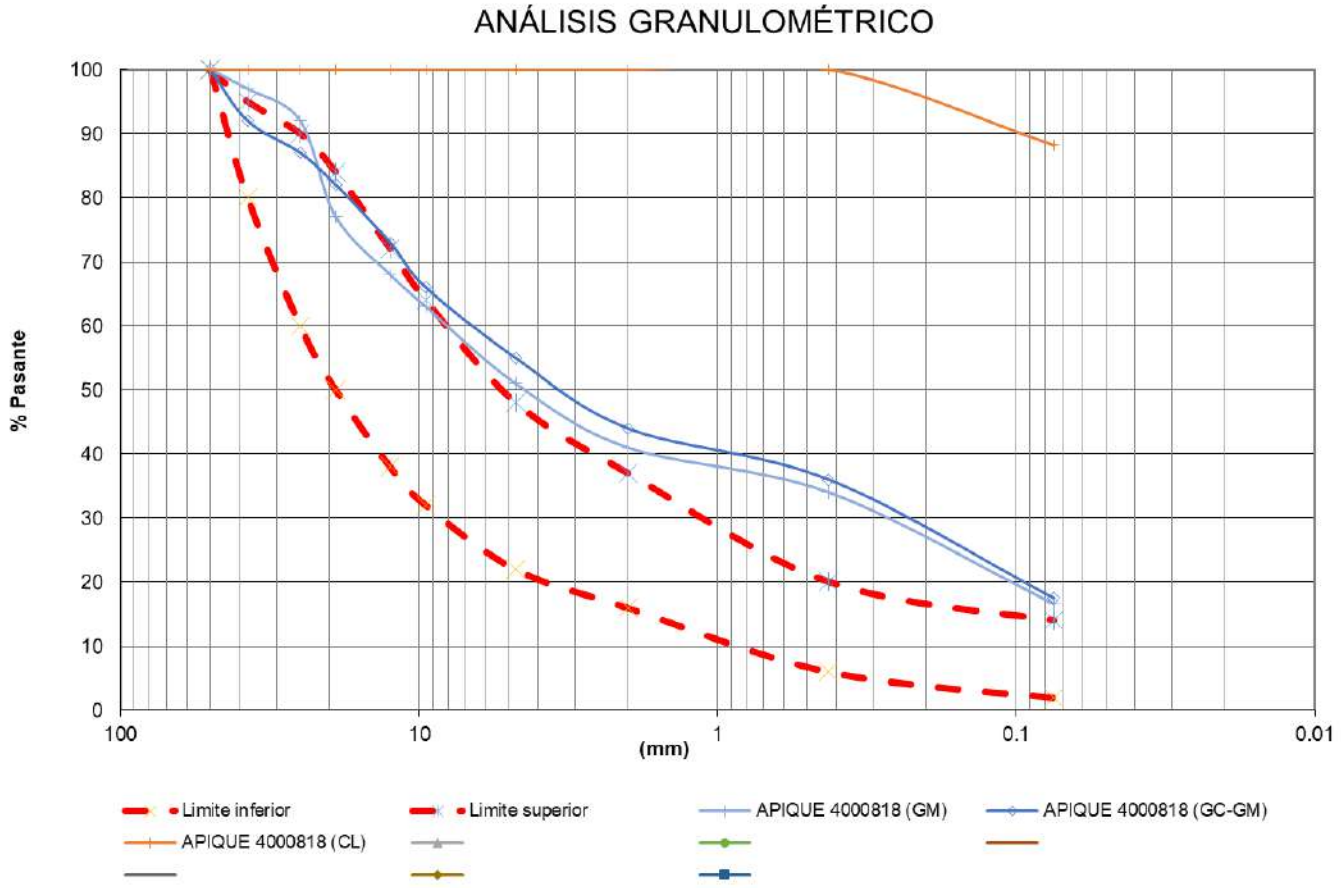


Ilustración 28. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

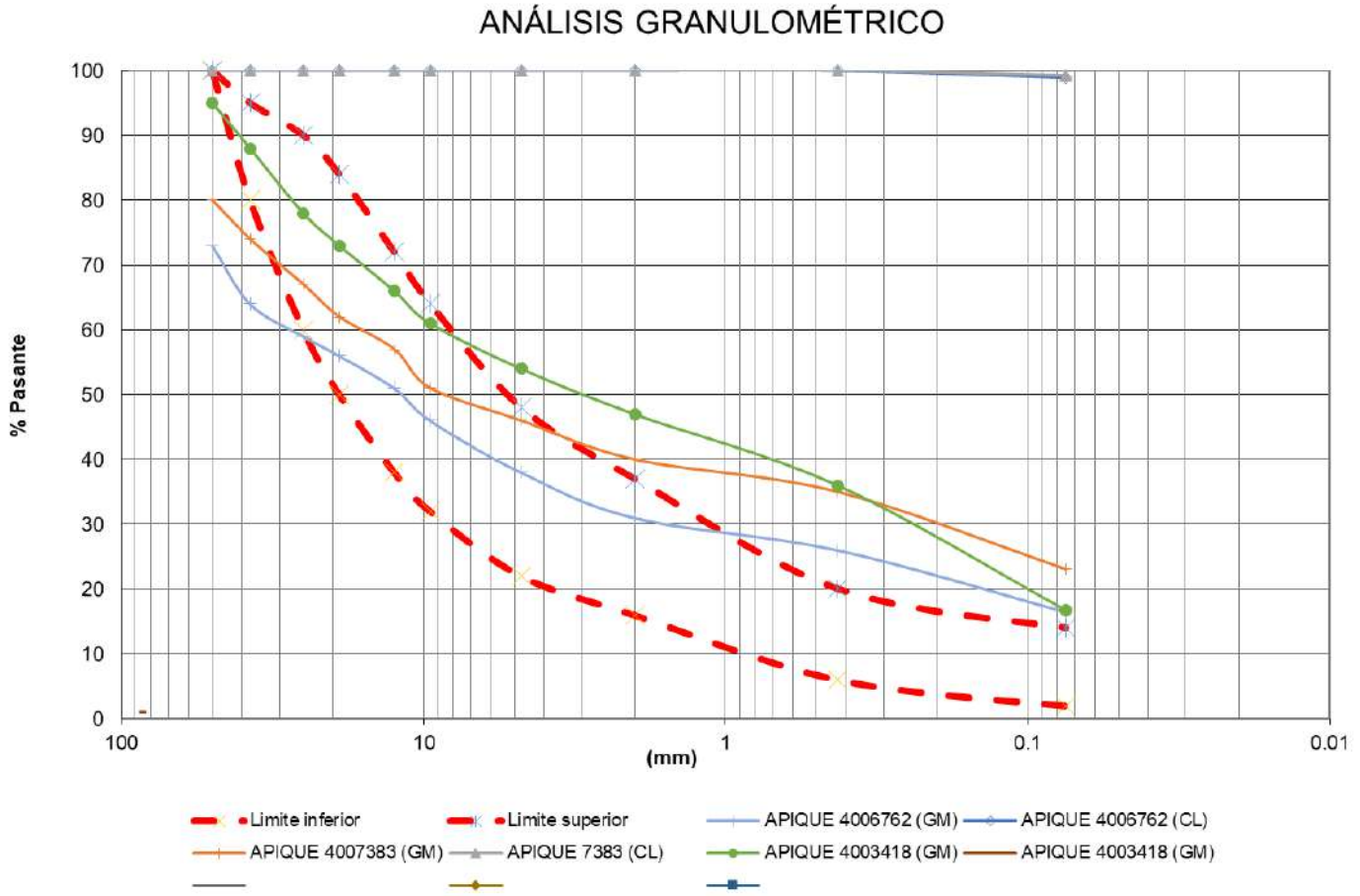


Ilustración 29. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

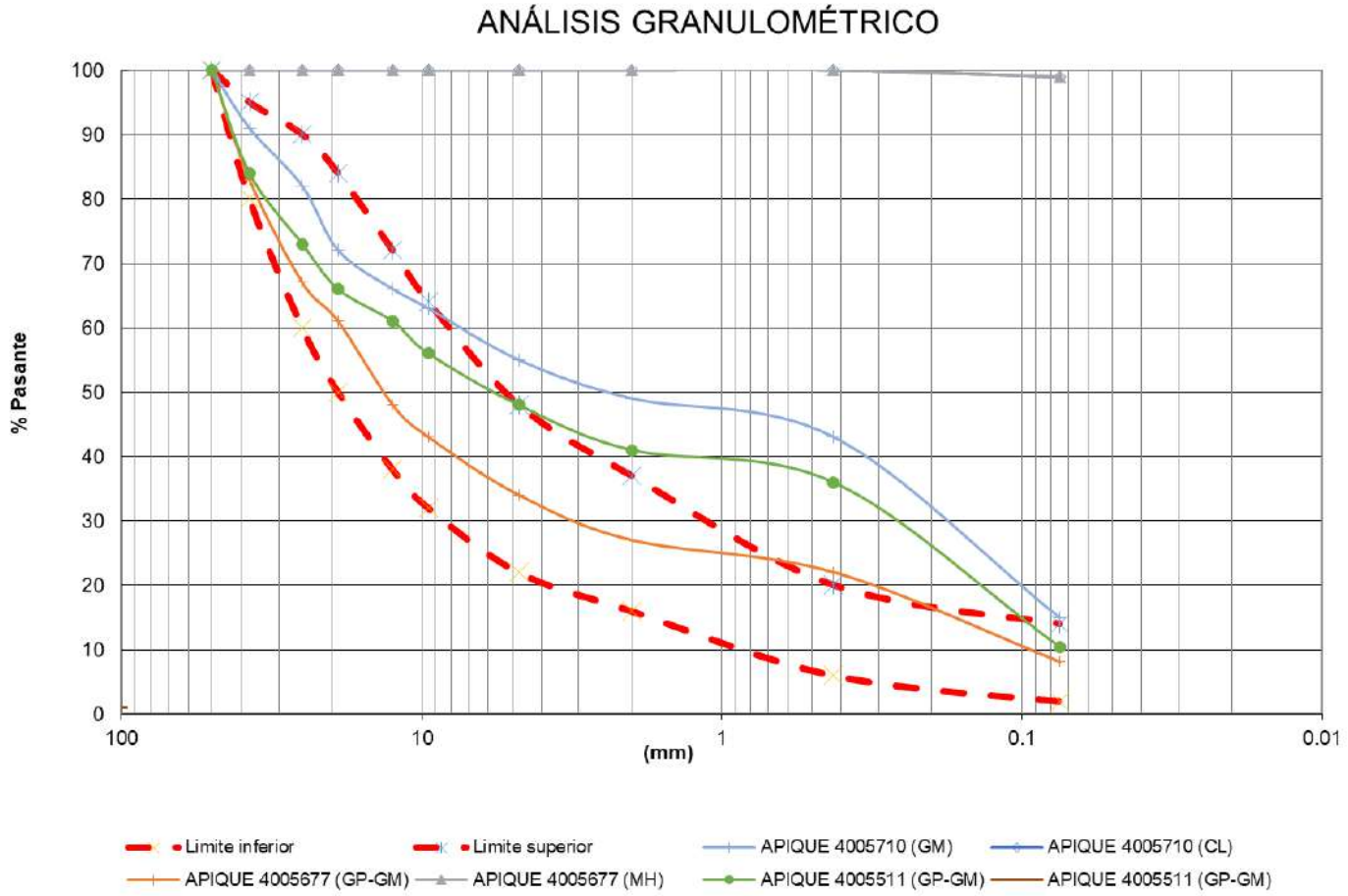


Ilustración 30. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

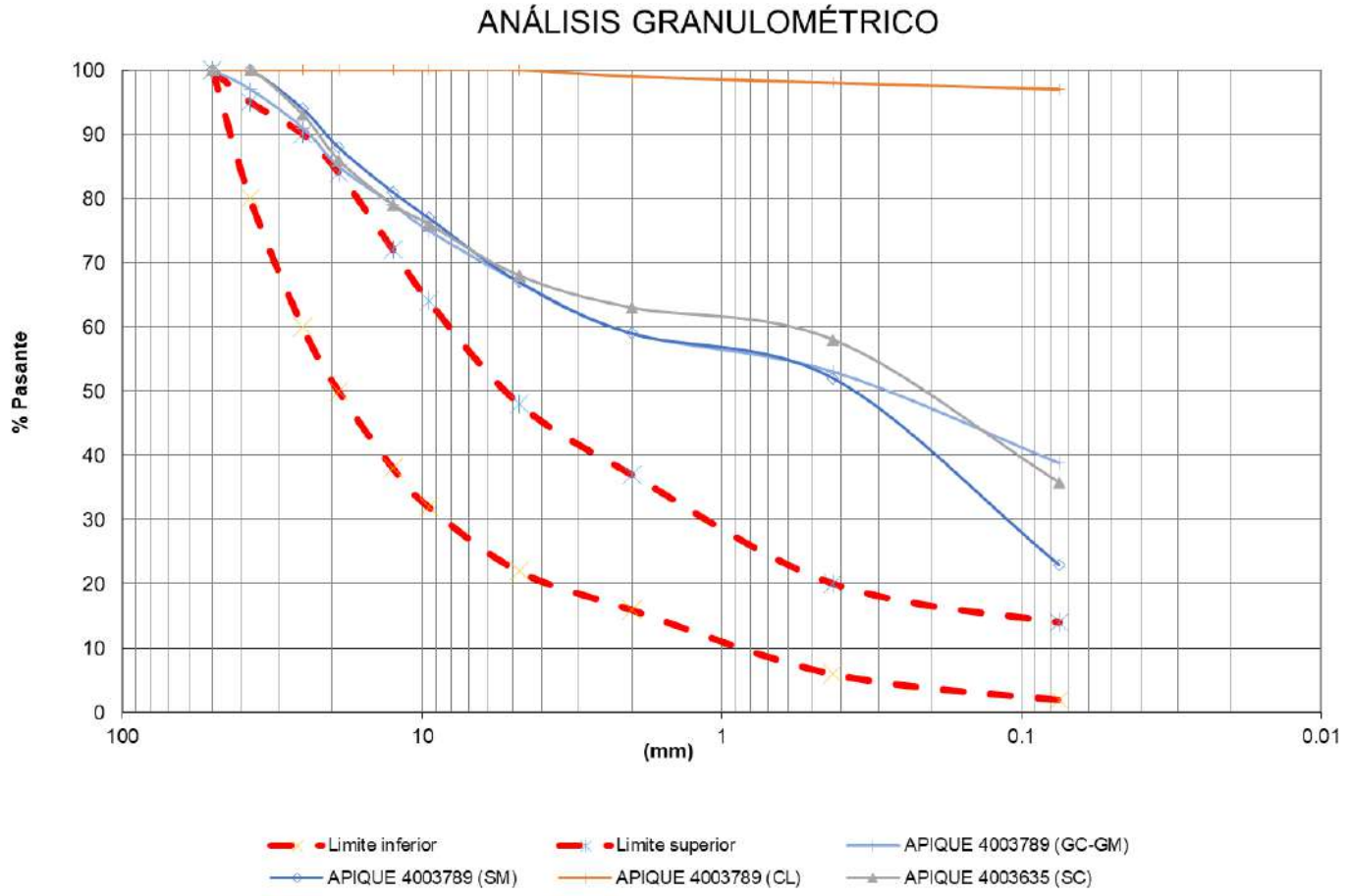


Ilustración 31. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

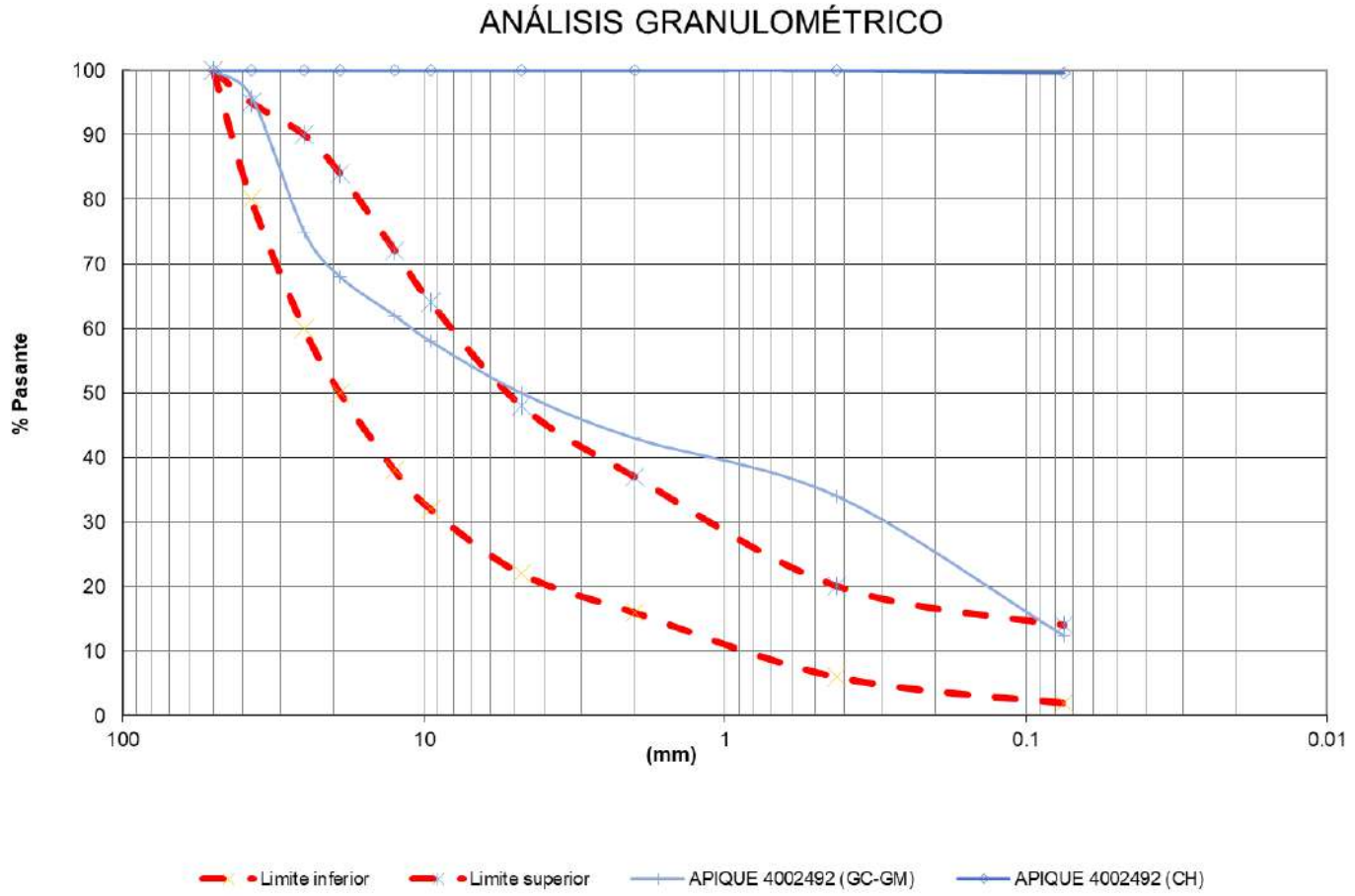


Ilustración 32. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior al valor máximo establecido. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4005710	DG 50 S	CL 49 B S	KR 11 B E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4005677	DG 50 S	KR 11 A E	CL 49 B S	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4005511	CL 48 C S	KR 11 E	TV 11 B E	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4006762	CL 36 H SUR	KR 8 F E	KR 9 E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4007383	CL 36 H SUR	KR 8 C E	KR 8F E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4003418	CL 36 H SUR	KR 8 BIS E	KR 8 C E	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4003789	KR 7 E	CL 38 S	CL 38 A S	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4003635	KR 7 E	CL 37 C BIS S	CL 37 D S	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4000818	CL 13 S	KR 17 E	KR 18 E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 23. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

Lo anterior teniendo en cuenta que, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en su glosario (página 82 -https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Glosario/GLOSARIO7NOV21.pdf) define la Reconstrucción como: retiro y reemplazo parcial o total de la estructura de un pavimento o de espacio público, para generar una nueva estructura. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes.

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta

Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 24. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4005710	0,90-1,50	0,083	Bajo	45	Medio	15	Bajo	24	Alto	99	Muy alto
APIQUE 4005677	0,60-1,50	0,814	Bajo	148	Muy alto	20	Bajo	93	Muy alto	98,9	Muy alto
APIQUE 4005511	0,65-1,50	0,512	Bajo	60	Alto	13	Medio	39	Muy alto	99,3	Muy alto
APIQUE 4006762	0,45 - 1,5	0,2	Bajo	38	Bajo	14	Bajo	19	Medio	98,9	Muy alto
APIQUE 4007383	1,2 - 1,5	0,18	Bajo	21	Bajo	11	Medio	9	Bajo	99,2	Muy alto
APIQUE 4003418	0,5 - 1,2	0,16	Bajo	N/A	Muy alto	N/A!	N/A	N/A	Bajo	14,1	Medio
APIQUE 4003789	0,7-1,5	0,145	Bajo	45	Medio	17	Bajo	21	Medio	97	Muy alto
APIQUE 4003635	0,15-1,5	0,53	Bajo	31	Bajo	14	Bajo	14	Medio	35,8	Alto
APIQUE 4002492	0,45-1,5	0,492	Bajo	56	Alto	13	Medio	35	Muy alto	99,5	Muy alto
APIQUE 4000818	0,7-1,5	0.14	Bajo	37	Bajo	10	Medio	24	Alto	88.2	Muy alto

Tabla 25. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de lo anterior, se observa una alta presencia de material con partículas finas de alta plasticidad a lo largo de los tramos viales con CIV'S 4005710-4005677-4005511-4006762-4007383-4003789-4002492-4000818 , las cuales muestran un comportamiento expansivo en el ensayo de CBR, por lo cual, se puede determinar que el suelo muestra un comportamiento claramente expansivo en comparación a los demás criterios de evaluación.

5.4.1 Análisis de potencial de expansión en arcillas y recomendación

Este comportamiento está relacionado con los suelos expansivos, los cuales cambian de volumen con relación al cambio del estado hídrico o contenido de agua. Mientras el contenido de agua próximo a la zona donde se encuentra el suelo expansivo sea mayor,

este presentará un elevado hinchamiento, y si el suelo tiene poca humedad la contracción del suelo en la superficie será más evidente. De acuerdo con el artículo "The influence of vegetation on the swelling and shrinking of clay soils in Britain" de Driscoll (1983), se menciona que la profundidad a la que se produce la contracción e hinchazón generalmente se limita a la zona activa (superior a 1,5 m) donde es más probable que ocurra un cambio de humedad, a menos que esta zona se extienda por la presencia de raíces de árboles.

De acuerdo con el análisis realizado los tramos viales presentan un potencial de contracción alto a muy alto.

Debido a que los análisis cualitativos evidencian un potencial alto y un esfuerzo de expansión marginal, se propone realizar una estabilización a cambios volumétricos por medio de una solución combinada de barrenos de cal y geomalla multiaxial con resistencia a la fluencia igual o mayor a 300 kN/m.

Asimismo, se recomienda la instalación de filtros u obras de subdrenaje paralelos a las zonas blandas o zonas verdes, debido a su directa exposición al ambiente y a un cambio de humedad por efectos de lluvias o periodos de sequía.

Se deberá realizar el siguiente proceso constructivo para los barrenos de cal:

- Una vez se realice la excavación para realizar el mejoramiento de la subrasante y la construcción de la estructura de pavimento propuesta, se realizarán barrenos manuales de diámetro 3" y 1,0 metro de profundidad en una cuadrícula de 2,0 x 2,0 metros en tres bolillos en ambas direcciones.

- Se retirará la tubería hincada y se procederá a inyectar cal comercial (60% de Ca(OH)2), con el contenido de agua mínimo que permita su manejabilidad.

- La cantidad de cal comercial será 9 kg aproximadamente por barreno de 1,0 metro de longitud. Esta solución se aplicará en el ancho y largo de la vía.

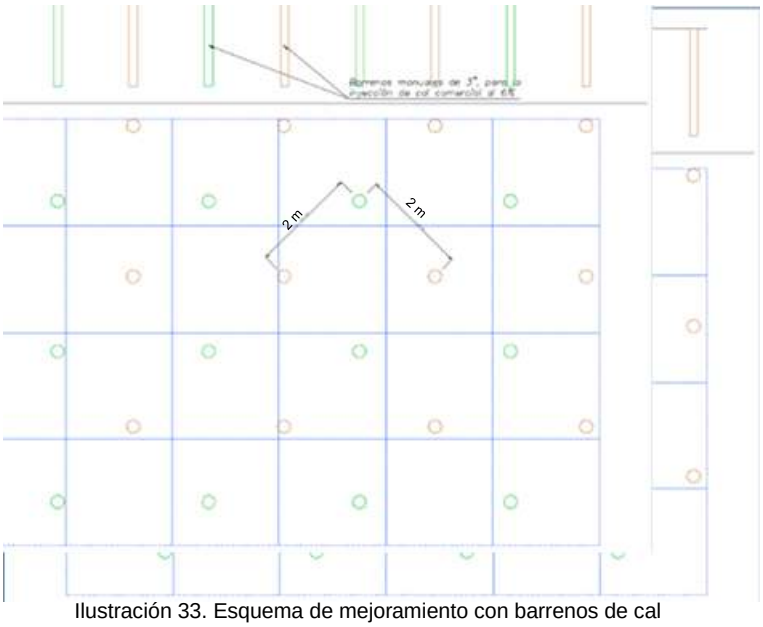


Ilustración 33. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR inalterado, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
APIQUE 4005710	1.27	0.97

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
APIQUE 4005677	3.37	2.25
APIQUE 4005511	2.85	1.65
APIQUE 4000818	5.09	2.1
APIQUE 4003635	8.55	6.09
APIQUE 4003789	0.75	0.52
APIQUE 4002492	2.7	1.12
APIQUE 4003418	32.51	24.32
APIQUE 4007383	5.77	1.27
APIQUE 4006762	3.74	1.12
Promedio	**6.66**	**4.14**
Desviación estándar	9.36	7.26
Percentil 75	***5.60***	***2.21***

Tabla 26. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
2.21	**16.59**	**169.21**	**2406.72**

Tabla 27. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)

En el diseño de pavimentos para vías locales es fundamental utilizar un enfoque que permita obtener las condiciones geotécnicas más completas y representativas. Basado en la experiencia, se recomienda llevar a cabo múltiples ensayos de CBR aprovechando toda la información disponible, lo que permite estandarizar el diseño del pavimento en lugar de segmentarlo por tramos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación de las estructuras de pavimento teniendo en cuenta el valor de CBR real para los tramos a diseñar.

Para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a

partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 28. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo.

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante

Teniendo en cuenta la caracterización física y mecánica de la subrasante puntualmente para los segmentos viales, se propone el siguiente tipo de mejoramiento:

- Geocelda h=15cm con relleno con material granular

Para determinar el aporte estructural de la geocelda se determina el aumento del módulo de la capa de mejoramiento por medio del Factor de mejoramiento de módulo o MIF por sus siglas en inglés (Modulus Improvement Factor), el cual se determina como la relación entre el material granular confinado con la geocelda y un material granular no confinado. Para hallar este factor, se requiere:

- Tránsito de diseño

- CBR de la subrasante
- Material de relleno de la geocelda

De acuerdo con los estudios realizados por Tanyu B.F., Aydilek A. H., Lau W., Edil T.B., Benson C.H. (2013), se determinó que el factor de incremento de módulo varía de 1,3 a 1,5. Dadas las condiciones de baja resistencia de la subrasante se define un MIF = 1,3. Para determinar el módulo de la capa de granular sin reforzar y reforzado con geocelda para alcanzar un valor similar al obtenido con el mejoramiento, se toma como referencia la ecuación para la determinación del módulo de un material granular de la Shell y se modifica incluyendo el factor MIF:

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

Ecuación 2. Incremento del módulo del material granular por MIF. Fuente: Adaptado de Shell, 2019.

Donde,

- E_{j}, es el módulo de la capa superior (MPa)
- E_{n}, es el módulo de la capa inferior (MPa)
- h, es el espesor de la capa en evaluación (mm)
- MIF, es el factor de mejoramiento de módulo

Para llegar al valor de soporte mínimo, se procede a realizar el cálculo hasta encontrar el espesor que satisfaga esta condición de plataforma. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Anexo 9):

Descripción	Altura (h)
Geocelda (h=15cm)	15
Subbase SBG-B	5

Descripción	CBR (%)	kg/cm2	PSI
Subrasante	2.21	169.21	2406.72
Subrasante con mejorada con Geocelda	4.88	487.76	6937.6

Por medio de este procedimiento se obtiene la colocación de una (1) capa de Geocelda de 15 cm de altura con lleno de material granular tipo Subbase Granular tipo B y una capa de Subbase Granular Tipo B (SBG-B) de 5 cm.

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimento rígido busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el período de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en

Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa
Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

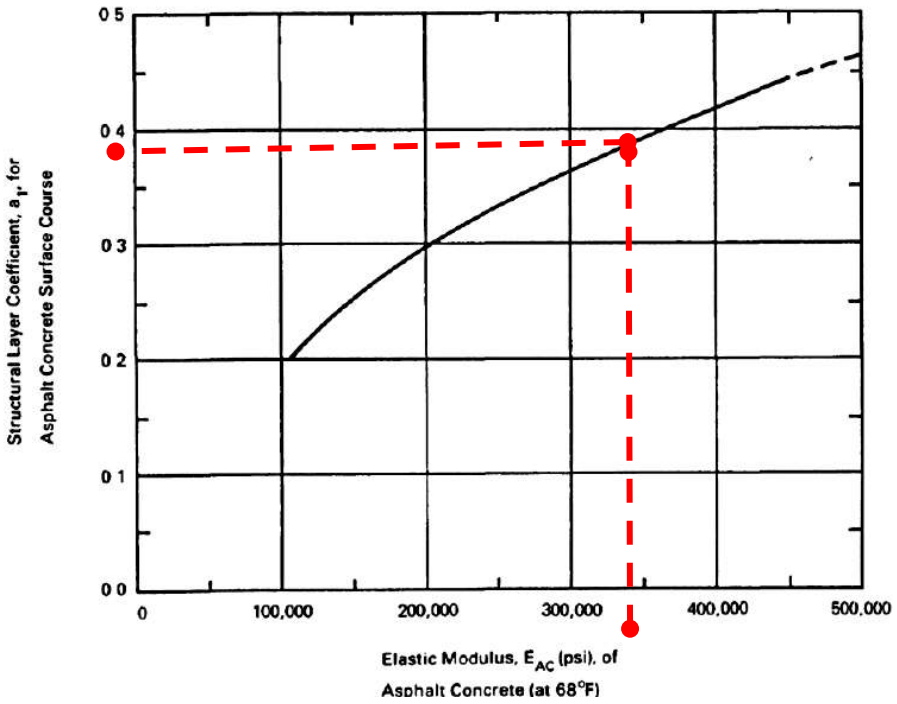


Ilustración 34. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi.

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

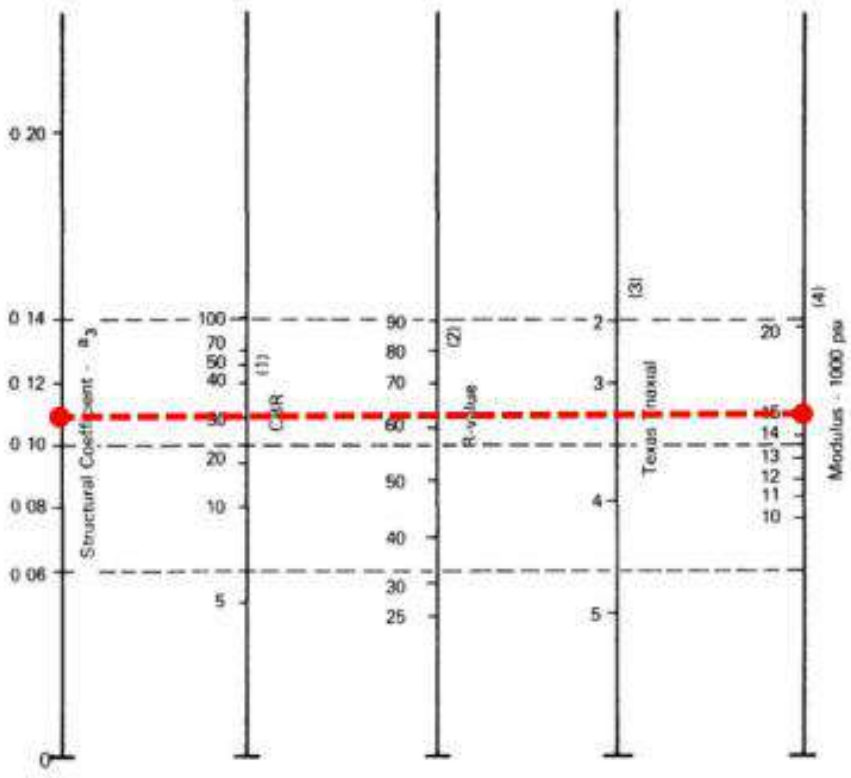


Ilustración 35. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor Mr convencional es 15.000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4%

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar

las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-SBG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

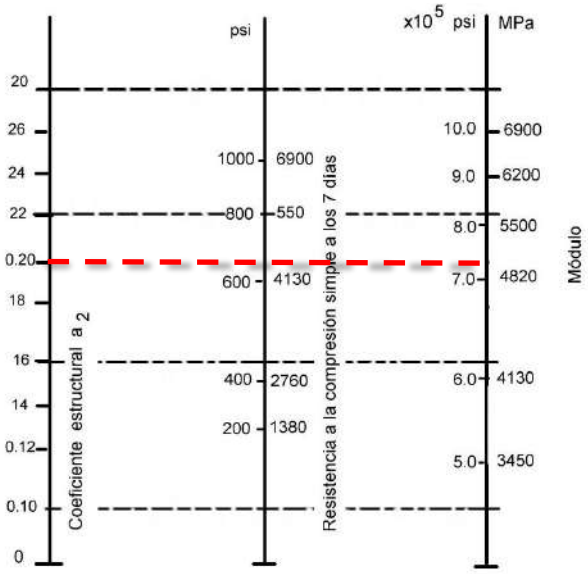


Ilustración 36. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500

Tabla 29. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 72500 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K

El módulo de reacción k de la plataforma de soporte se obtiene de la correlación entre el valor del CBR de la capa de subrasante y la capa de transición. Para determinar este módulo k se utiliza el procedimiento descrito en la guía de diseño de AASHTO-93. Para

determinar el aporte combinado de subrasante y capa de cuerpo, se definen las siguientes alternativas para pavimento rígido:

- Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%
- Subbase granular reciclada (AR-SBG)

El valor del módulo de reacción combinado se obtiene de acuerdo con lo indicado anteriormente, y se ajusta a una pérdida de soporte LS = 1,0.

A continuación, se presentan los valores de K Combinado para la Base Reciclada (AR-SBG) tratada con cemento y emulsión (Color Azul) y Subbase Granular AR-SBG50 (Color Naranja):

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje de la izquierda con el valor del módulo de elasticidad de la subrasante.
- Siga una línea recta hasta el espesor del material granular o estabilizado (eje medio).
- Luego cruce una línea hasta el eje derecho correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

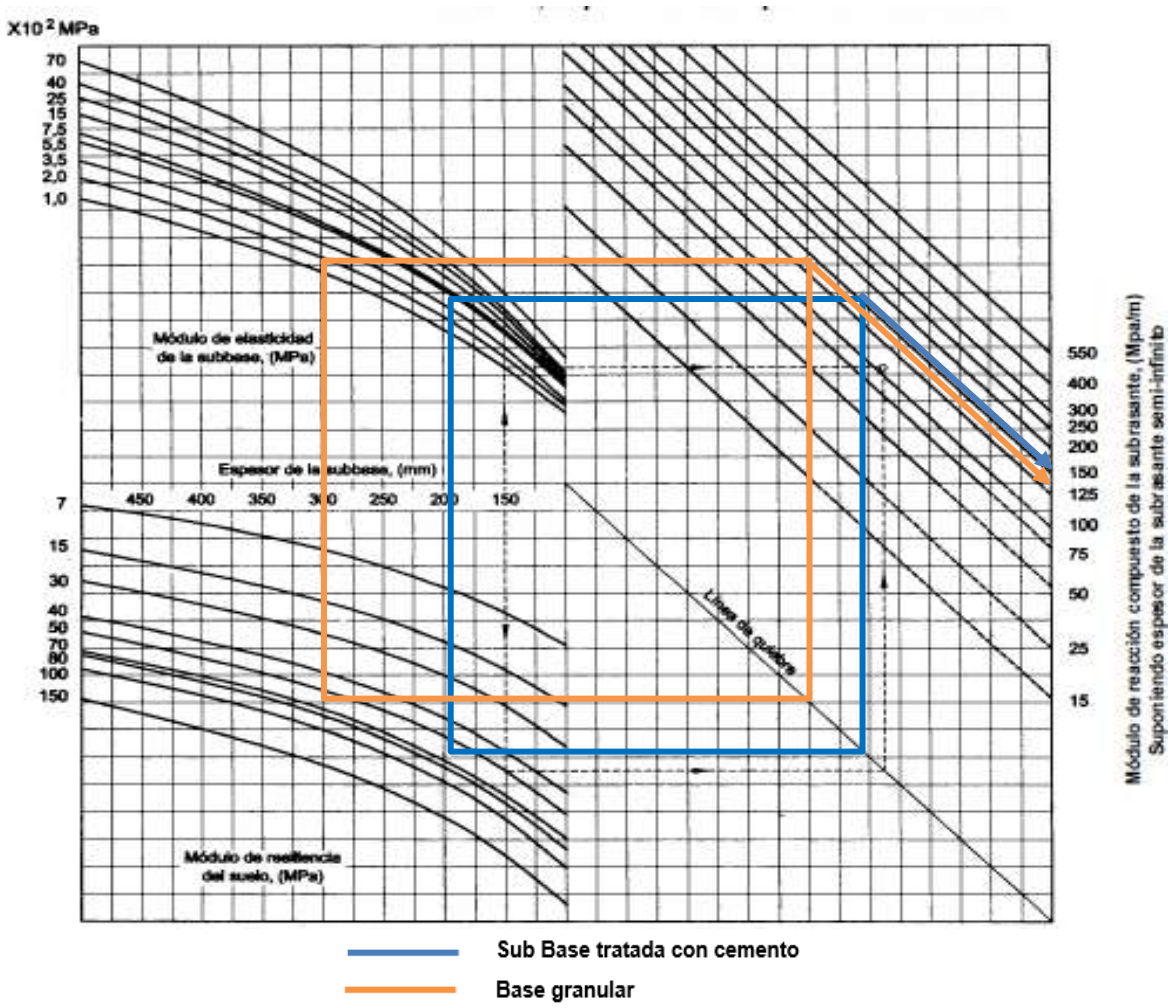


Ilustración 37. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO)

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje inferior con el valor del módulo k-eq (equivalente).
- Siga una línea recta hasta atravesar la línea de LS = 1
- Luego cruce una línea hasta el eje lateral correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

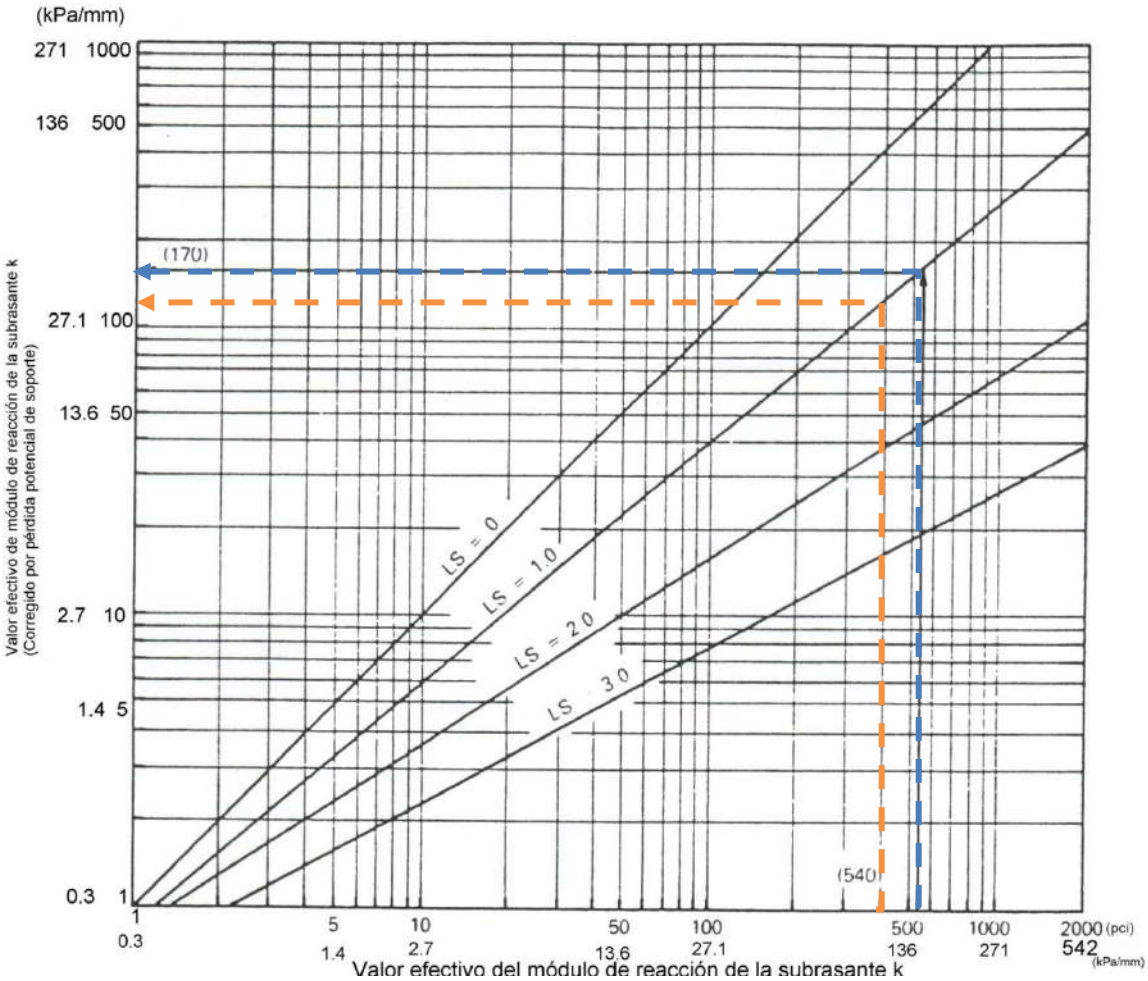


Ilustración 38. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)

A partir de lo anterior y con el fin de brindar espesores de capa constructivos, se empleará una capa Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 30. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

Adicionalmente en el anexo 6, se presenta la verificación del módulo a través de la ecuación de IVANOV:

$$\mathrm{E}_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) tan^{-1}(n)(\frac{h_1}{2a})} \qquad n = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Ecuación 3. Cálculo de capacidad portante equivalente. Fuente: Ivanov, N (1.973)

El módulo de la subrasante se calcula por medio de la fórmula propuesta por Shell (1978), y para el mejoramiento se obtiene por medio de la ecuación del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) (Lister 1987), adoptada en el proyecto NCHRP 1-37ª, y con base al coeficiente propuesto en la Guía GU-IC-019 (2013).

$$M_r = 10 * 7.5 * CBR\ (kg/cm^2)$$

Ecuación 4. Correlación Para Determinar Módulo de la subrasante. Fuente: Adaptado Shell (1.978)

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}\ (psi)$$

Ecuación 5. Correlación Para determinar módulo del mejoramiento. Fuente: Lister (1.987)

Obteniendo que los valores de diseño calculados a partir de los nomogramas AASHTO se encuentran acordes, a la comprobación.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	178.18 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	119.63 pci

Tabla 31. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo anterior se considera utilizar como factor de seguridad los valores obtenidos mediante los nomogramas de la metodología AASHTO.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 32. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

6.3 Capacidad Estructural Requerida

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos rígidos para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}\right)}{\frac{1{,}624 \times 10^7}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32P_t)\log\left[\frac{\frac{S_c' C_d}{D^{0{,}75}} - 1{,}132)}{215{,}63\, J\left[D^{0{,}75} - \frac{18{,}42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0{,}25}}\right]}\right]$$

Ecuación 2. Metodología diseño de pavimento rígido por medio de la metodología AASHTO-93

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.
- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **D**, es el espesor de la losa del pavimento en pulgadas.
- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- Pt, es la serviciabilidad final.
- Sc, es el módulo de rotura del concreto en PSI.
- **J**, es el coeficiente de transferencia de carga.
- Cd, es el Coeficiente de drenaje.
- Ec, es el módulo de elasticidad del concreto, en PSI.
- k, es el módulo de reacción de la subrasante, en pci (PSI/in).

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en despejar el espesor de losa requerido

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 39. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 0.35.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 40. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es rígido se tomará una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.3, determinando que el ΔPSI es igual a 2.2.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Ilustración 41. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.4 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 42. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

✓ El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Ilustración 43. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.6 Número estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta:

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 10 años (W18)	5.380.000
Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,35
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Coeficiente de transmisión de carga	2.7
Coeficiente de drenaje	1.0
Módulo de rotura de concreto	4.5 MPa
Módulo de elasticidad del concreto	31000 MPa
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	170 pci
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG)	120 pci

Tabla 33. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos rígidos del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para ello, se plantean diferentes alternativas de mezclas de concreto y granulares como se presentan a continuación:

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG)

En el caso de Losas de Concreto MR-45, capa anti erosiva que en la práctica corresponde a una MD-19 de acuerdo a las especificaciones técnicas IDU ET 2018 sobre la cual se deberá incluir una lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), agregado reciclado AR-SBG50 y mejoramiento con geocelda H=15 cm con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Lamina de polietilino de baja densidad 200 micras	-	ACI 302.1R - ASTM C171	-	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
CAPA ANTI EROSIVA MD-19	5	620-18	345.000 PSI	120 PCI
Agregado reciclado AR-SBG50	30	533-18	15.000 PSI	
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 34. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%

En el caso de las losas de concreto Mr-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%, y mejoramiento con geocelda H=15 con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 35. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La capa anti erosiva (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). La lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), con espesor mínimo de 200 micras, ubicada entre la losa de concreto MR-45 y la capa anti-erosiva MD-19, actúa como una barrera eficaz contra la pérdida de humedad durante las primeras horas de fraguado del concreto, lo que ayuda a controlar el proceso de curado, disminuye el riesgo de fisuración por retracción plástica y mejora la calidad superficial de la losa. Además, cumple una doble función al reducir el coeficiente de fricción en la interfaz losa-base y al impedir el ascenso de humedad desde las capas inferiores, lo que resulta especialmente beneficioso en zonas húmedas o con suelos poco drenantes. Esta recomendación se alinea con lo establecido por documentos técnicos como el ACI 302.1R y la especificación ASTM C171, y representa una solución de bajo costo con un alto impacto positivo sobre la durabilidad y el comportamiento estructural del pavimento.

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con geocelda deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 412-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	0.02 s^{-1}		0.05 s^{-1}	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 36. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N

Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 37. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6.7 Características Geométricas de la Losa

Respecto al espesor definido anteriormente, se define la longitud máxima de la losa y se recomienda que la relación largo/ancho de la losa sea máximo 1,2 veces. De acuerdo con la revisión del diseño geométrico propuesto, se define la geometría de la losa de acuerdo a los anchos promedio de los segmentos:

CIV	ANCHO DE LOSA (m)	LARGO MÁXIMO DE LOSA (m)
4006762	3	3.2
4007383	3	3.2
4003418	3	3.2
4002492	2.7	3
4003789	3	3.2
4003635	2.5	2.7
4000818	4.3	4.5
4005710	2.4	2.6
4005677	2.4	2.6
4005511	3.3	3.5

Tabla 38. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

Nota: el ancho de la losa deberá ser verificado en campo con las condiciones reales del tramo vial y su largo no deberá superar las dimensiones anteriormente establecidas, las modificaciones realizadas en cuanto a geometría deberán ser consultadas previamente con el especialista. Así mismo, previo a la instalación del concreto, se resalta que la modulación con los detalles constructivos particulares, se entregaran durante la ejecución del segmento vial. Lo anterior previo a la instalación del concreto para validación y aprobación de la interventoría.

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas

Ante la presencia de estructuras hidráulicas se pueden presentar los siguientes casos:

a) Si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal, se debe remodular para que la junta transversal coincida con el eje del pozo.

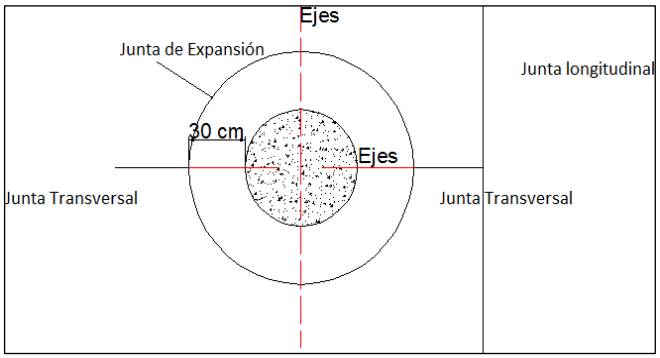


Ilustración 44. Junta en pozos

b) Si la junta de expansión coincide con la junta longitudinal, se debe modular las losas para que la junta transversal coincida con el eje del pozo

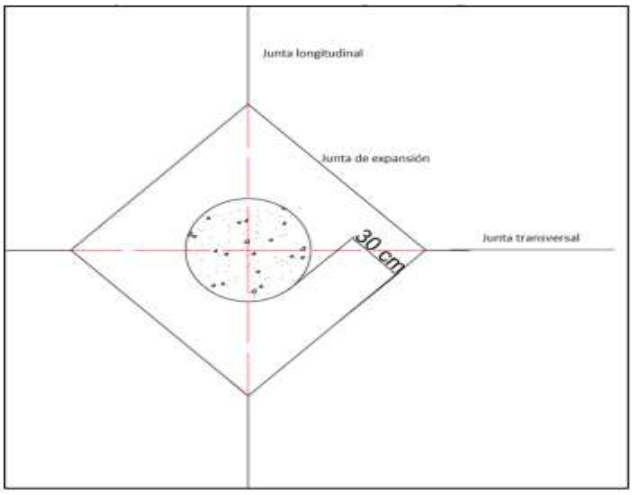


Ilustración 45. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos

c) Si hay la presencia de sumideros se debe garantizar que la junta transversal coincida con el eje de este:

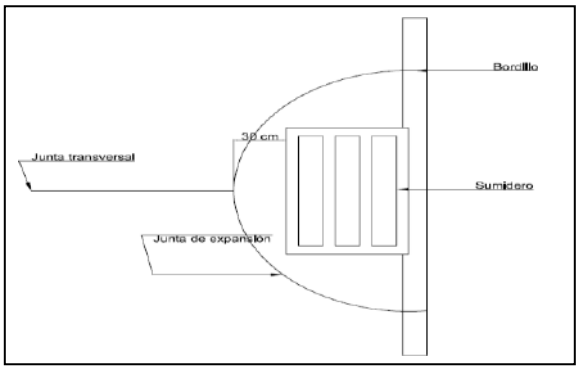


Ilustración 46. Junta en Sumideros

Las losas donde se presentan las estructuras hidráulicas deberán ser reforzadas. El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2). El diámetro de las barras debe ser de ½" con una separación de 25 cm ubicada al tercio superior de la losa. Esta recomendación también aplica para las losas irregulares.

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre

Respecto a las características de las barras de transferencia y de amarre, se definen las siguientes características:

El acero de transferencia debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	Lisa
Diámetro comercial de las barras (in)	1 1/8"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	30
Largo de las barras (cm)	40

Tabla 39. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El acero de amarre debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	corrugada
Diámetro comercial de las barras (in)	1/2"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	120
Largo de las barras (cm)	85

Tabla 40. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

6.10 Juntas de Transferencia

Las juntas deben tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Espaciamiento entre juntas (m)	Ver tabla 38 columnas de ancho normal y ancho máximo.
Profundidad de corte (cm)	7.34
Profundidad del material de sellado (cm)	1,46
Ancho de corte para la junta (cm)	0,67

Tabla 41. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El sello de juntas deberá cumplir con lo consignado en la especificación técnica 800-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

6.11 Juntas de Expansión

Estas juntas se construyen para aislar estructuras fijas como pozos y sumideros. También deben utilizarse cuando se presenten cambios en la dirección del pavimento y en rampas. En todos los cárcamos y sumideros debe construirse un bordillo.

Cuando se construyen en rampas se omiten los pasadores y se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, a continuación, se presentan esquemas de estas juntas:

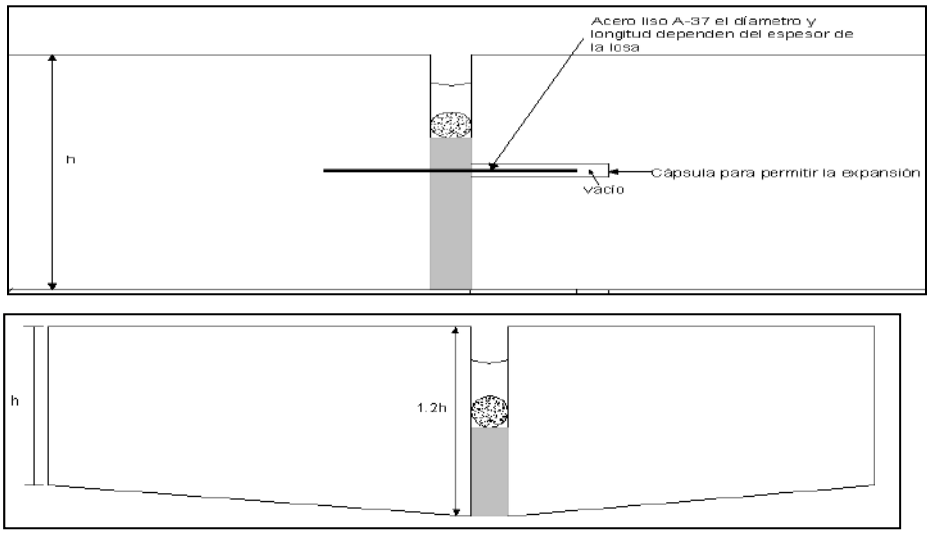


Ilustración47. Detalle Junta de expansión

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte

En el diseño y construcción de pavimentos rígidos, la correcta ejecución de las juntas de contracción es fundamental para controlar las fisuras no deseadas producto de los esfuerzos térmicos y de retracción del concreto. Uno de los aspectos más críticos en este proceso es la determinación adecuada de la ventana de corte, entendida como el intervalo de tiempo óptimo posterior al vaciado del concreto en el cual deben realizarse los cortes para formar las juntas.

Esta ventana de corte se sitúa en un punto de equilibrio entre dos riesgos principales: si los cortes se realizan de forma prematura, existe el peligro de que el concreto aún no haya alcanzado la resistencia necesaria para evitar el desportillamiento o el arrastre del material durante el corte; por otro lado, si se realizan de manera tardía, se incrementa significativamente la probabilidad de que el concreto fisure de forma aleatoria antes de que la junta pueda inducir la grieta controlada.

Generalmente, la ventana de corte comienza cuando el concreto ha alcanzado una resistencia mínima a la tracción indirecta, lo cual ocurre entre 4 y 12 horas después del vaciado, dependiendo de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiental, el

contenido de humedad, el uso de aditivos y las características del equipo de corte. Es recomendable realizar una verificación in situ mediante ensayos no destructivos o pruebas de dureza superficial, además de la observación directa del comportamiento del concreto durante las primeras horas de fraguado.

Existen dos tipos principales de corte: el corte temprano (early-entry), realizado con equipos especiales que permiten cortar incluso antes de las 4 horas; y el corte convencional, que se efectúa cuando el concreto ha adquirido mayor resistencia. En ambos casos, es imprescindible respetar la profundidad mínima de corte, que debe ser de al menos un cuarto del espesor total de la losa, y mantener una alineación precisa conforme a la geometría del diseño estructural del pavimento.

Para el sellado de juntas debe cumplirse lo siguiente:

- La tirilla de respaldo debe tener un diámetro de 9 mm - 1,5 mm.
- La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser cortada en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el desportillamiento. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para soportar los desmoronamientos en los bordes de la junta, generalmente esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de la construcción.
- La superficie del sello debe quedar entre 3 y 6 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar el desprendimiento del material de sello.
- La cavidad debajo de la junta siempre debe permanecer limpia y libre de cualquier tipo de material.

En Colombia, el material para el sello de juntas en pavimentos rígidos debe cumplir con las especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), dependiendo del tipo de proyecto (nacional o urbano). Los sellos de juntas se utilizan para evitar la infiltración de agua, ingreso de materiales incomprensibles y proteger la integridad de la losa de concreto. Se recomienda el uso de sellos de poliuretano bicomponente o silicona de bajo módulo, ya que ofrecen mejor desempeño a largo plazo, especialmente en condiciones climáticas variables y con tránsito pesado. Aunque su costo inicial es mayor, compensan con menor mantenimiento y mayor durabilidad

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se entrega en formato DWG en el anexo 8, los detalles constructivos que irán dentro de la modulación particular de cada segmento vial, estos son:

- Detalle de espesores y capas granulares, para casos sin mejoramiento y con mejoramiento.
- Detalle de modulación de losas para la zona de intervención.
- Disposición de refuerzo de losas irregulares.
- Detalle de ubicación de barras de transferencia lisas.
- Detalle constructivo de barras de amarre corrugadas.
- Detalle de corte inicial de juntas de juntas y corte final con instalación de sellante.
- Detalle de juntas de expansión contra estructuras existentes.
- Detalle de construcción de canastillas para soporte de barras de transferencia lisas.
- Detalle de empalme pavimento RÍGIDO. FLEXIBLE (PATA DE ELEFANTE)

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

7.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista

de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.

- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el

vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.

- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se

requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.
- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).
- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose

razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**

- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen

marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el

empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.

- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 42. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una subbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior respecto a una configuración que incluye únicamente una capa anti-erosiva. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para la losa de concreto, mejorando el desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- De acuerdo al decreto 442 de 2015, donde se indica que su artículo 10 APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN EL DISTRITO CAPITAL. Modificado por el art. 4°, Decreto

Distrital 265 de 2016. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local). Razón por la cual, en el caso de usar mezclas asfálticas, las mismas podrán ser reemplazadas por mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado del tipo MCCh19, con el fin de dar cumplimiento al decreto señalado.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

    - La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

- Cálculo de materiales por m³ de sub-base

Densidad del material granular:

Densidad del material granular = 2052 kg/m3

Cemento (1% en peso):

Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

Emulsión asfáltica (4% en peso):

Emulsión = 0.04×2052 kg = 82.08 kg/m3

Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

- Resumen de materiales por m³ de mezcla

Material granular: 2052.00 kg
Cemento: 21 kg
Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4002492

APIQUE Nº. 19
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-04
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GC-GC**	GRAVA ARCILLO LIMOSA					12,96	36
	0,25			CAFÉ						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
0,45	0,45									
	0,50		**CH**	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD		2,61			26,71	37
	0,55			MARRON		1,00				
	0,60			HUMEDAD MEDIA						
	0,65			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de Suelos y Pavimentos Intervenidos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4002492

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

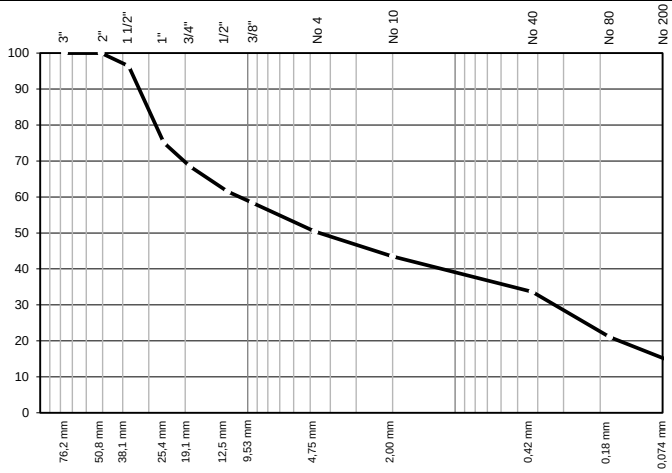
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 19 MUESTRA No: 36 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,45



Gravas: 49,6%	Arenas: 38,0%	Finos: 12,4%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			6038,7
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	216,3	3,6	96
1"	1289,1	21,3	75
3/4"	397,5	6,6	68
1/2"	421,8	7,0	62
3/8"	188,7	3,1	58
No 4	482,4	8,0	50
No 10	418,8	6,9	43
No 40	592,5	9,8	34
No 80	761,1	12,6	21
No 200	522,0	8,6	12,4
Fondo	747,6	12,4	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		19
Limite Plastico:		12
Indice de Plasticidad:		7
Humedad Natural:		13,0
Índice de Liquidez		0,2

LIMITES DE ATTERBERG

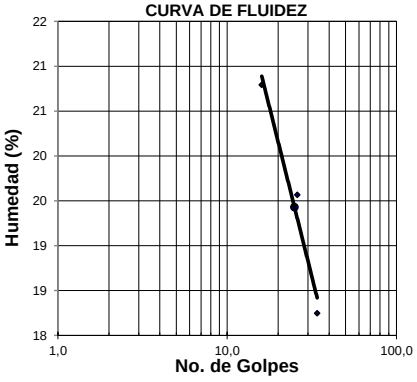
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	34	26	16
# Recipiente	10B	59A	9B
W_1 (g)	36,11	36,8	36,7
W_2 (g)	31,18	31,48	31,14
W_C (g)	4,16	4,29	4,4
% HUMEDAD	18,2	19,6	20,8

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	28A	42A	W_N
W_1 (g)	16,25	16,24	K4
W_2 (g)	15,01	14,99	758,6
W_C (g)	4,41	4,5	678,1
% HUMEDAD	11,7	11,9	57
			13,0

CURVA DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GC-GM**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4002492

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

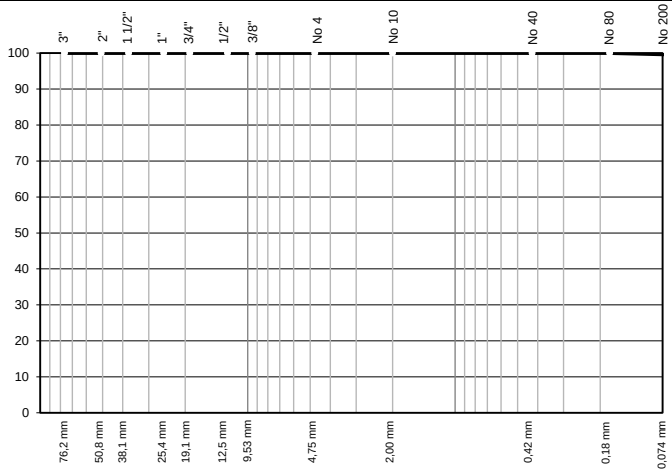
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

SONDEO No: 19 MUESTRA No: 37 PROFUNDIDAD (m): 0,45-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 0,5%	Finos: 99,5%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			263,6
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,0	0,0	100
No 80	0,0	0,0	100
No 200	1,4	0,5	99,5
Fondo	262,2	99,5	0

LIMITES DE ATTERBERG

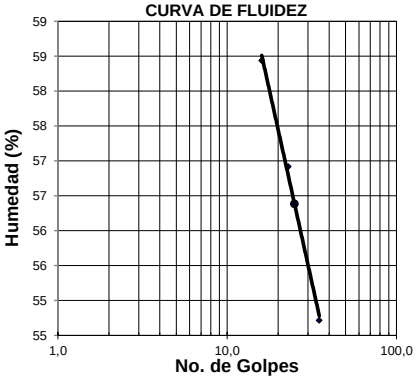
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	23	16
# Recipiente	59A	7A	43A
W_1 (g)	30,8	30,21	30,85
W_2 (g)	21,46	20,83	21,12
W_C (g)	4,39	4,35	4,47
% HUMEDAD	54,7	56,9	58,4

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	36A	35A	W_N
W_1 (g)	14,61	14,22	6A
W_2 (g)	13,04	12,68	101,92
W_C (g)	4,5	4,3	81,37
% HUMEDAD	18,4	18,4	4,44
			26,7

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		56
Limite Plastico:		18
Indice de Plasticidad:		38
Humedad Natural:		26,7
Índice de Liquidez		0,2

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (42)**

U. S. C. S.: **CH**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y Pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97-1**
UBICACIÓN:	CIV 4002492	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-04
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
Dir. CLIENTE:	DIEGO CABALLERO ROJAS	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-16
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD		

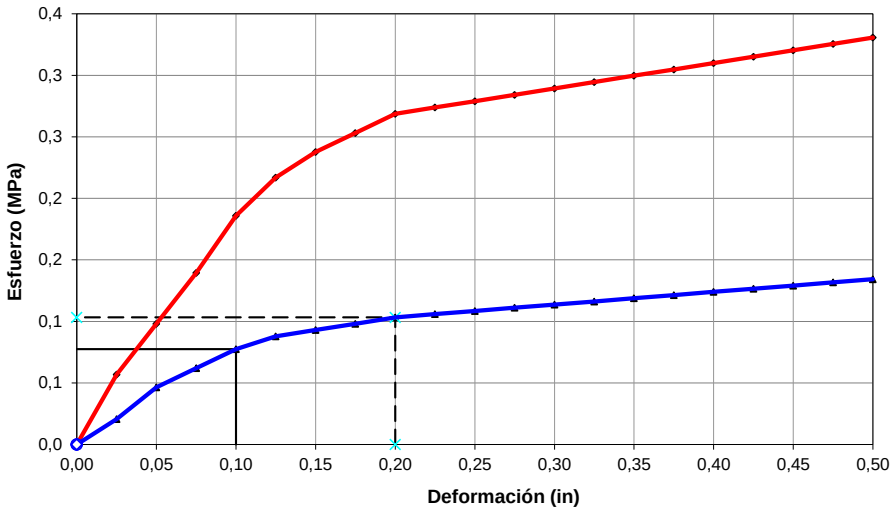
APIQUE No: 19 MUESTRA No: 37 PROFUNDIDAD (m): 0,45-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,110	0,057		0,040	0,021	
0,050	1,27		0,190	0,098		0,090	0,047	
0,075	1,91		0,270	0,140		0,120	0,062	
0,100	2,54	6,9	0,360	0,186	2,70	0,150	0,078	1,12
0,125	3,18		0,420	0,217		0,170	0,088	
0,150	3,81		0,460	0,238		0,180	0,093	
0,175	4,45		0,480	0,248		0,190	0,098	
0,200	5,08	10,3	0,520	0,269	2,61	0,200	0,103	1,00
0,300	7,62		0,560	0,289		0,220	0,114	
0,400	10,16		0,600	0,310		0,240	0,124	
0,500	12,70		0,640	0,331		0,260	0,134	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	6A
W_1	101,92
W_2	81,37
W_C	4,44
% Humedad	26,71

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	53A
W_1	79,80
W_2	56,49
W_C	4,11
% Humedad	44,50

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7735 g
W. molde: 3880 g
W.muestra húmeda: 3855 g
Diámetro molde: 15,2 cm
Altura muestra: 12,9 cm
Densidad húmeda: 1,647 g/cm³
Densidad Seca: 1,300 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	5,0
Lectura 2° Dia	11,0
Lectura 3° Dia	17,0
Lectura 4° Dia	25,0
Expansión Total (Mm)	0,635
Expansión Total (%)	0,492

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Revisó o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4006762

APIQUE Nº. 3
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-25
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**QM**	GRAVA LIMOSA					9,94	5
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
0,43	0,45									
	0,50		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		3,41			15,91	6
	0,55			VERDE CON LENTES CAFÉ Y ALGO DE OXIDACION.		0,95				
	0,60			HUMEDAD MEDIA						
	0,65			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacio Reyes
Gerente Tecnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

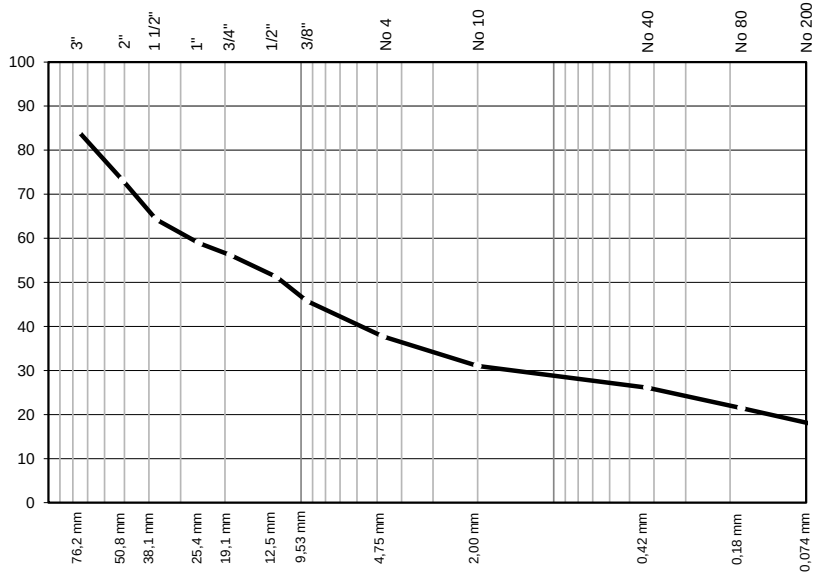
Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	97
UBICACIÓN:	CIV 4006762	FECHA DE RECEPCION:	2025-03-25
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-10
Dir. CLIENTE:	ING DIEGO CABALLERO	FECHA DE EMISION:	2025-04-13
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCION MUESTRA:	GRAVA LIMOSA		

SONDEO No: 3 MUESTRA No: 5 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,43



Gravas: 62,3%	Arenas: 21,2%	Finos: 16,5%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 12666,5

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	1985,2	15,7	84
2"	1420,2	11,2	73
1 1/2"	1120,2	8,8	64
1"	679,5	5,4	59
3/4"	350,1	2,8	56
1/2"	625,5	4,9	51
3/8"	685,5	5,4	46
No 4	1021,5	8,1	38
No 10	852,5	6,7	31
No 40	621,2	4,9	26
No 80	589,6	4,7	21
No 200	620,2	4,9	16,5
Fondo	2080,2	16,4	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

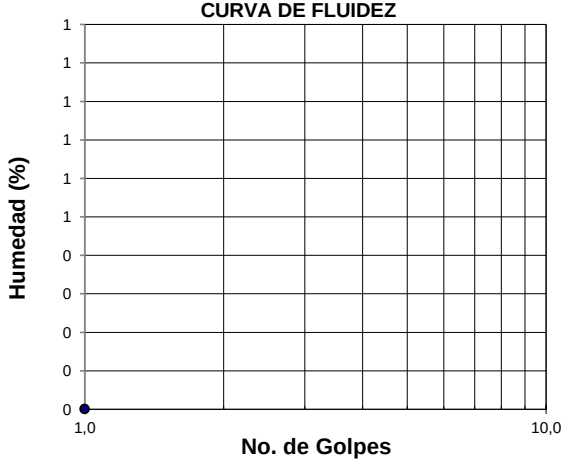
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			S
W_1 (g)			912,2
W_2 (g)			835,3
W_C (g)			61,3
% HUMEDAD			9,9

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		9,9

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

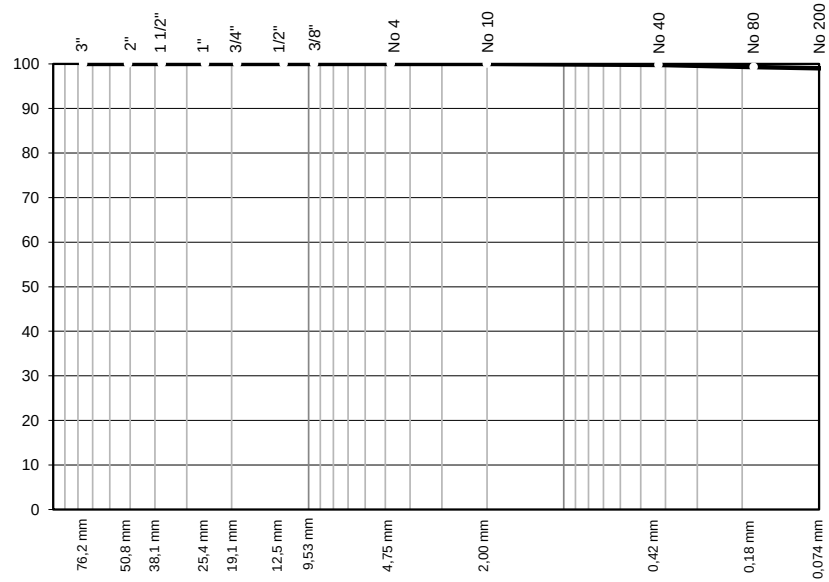
Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4006762
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO
FUENTE: OBRA

OT: 97
FECHA DE RECEPCION: 2025-03-25
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10
FECHA DE EMISION: 2025-04-13

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
SONDEO No: 3 MUESTRA No: 6 PROFUNDIDAD (m): 0,43-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 1,1%	Finos: 98,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 614,4

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	1,2	0,2	100
No 80	3,1	0,5	99
No 200	2,5	0,4	98,9
Fondo	609,7	99,2	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	6	7	8
W_1 (g)	40,25	39,98	41,21
W_2 (g)	35,01	34,48	35,34
W_C (g)	20,5	20,1	20,79
% HUMEDAD	36,1	38,2	40,3

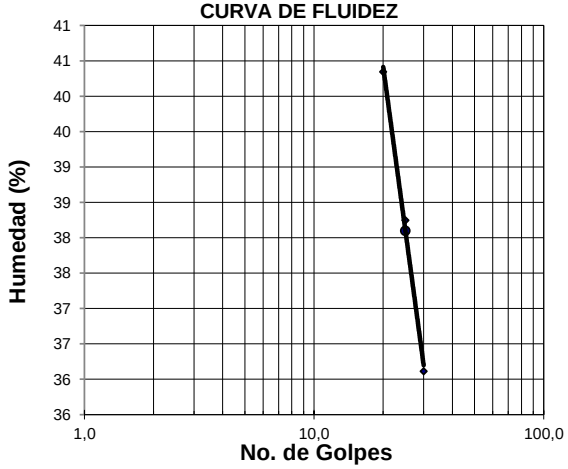
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	9	9
W_1 (g)	31,41	31,97
W_2 (g)	29,75	30,21
W_C (g)	20,89	20,97
% HUMEDAD	18,7	19,0

W_N
125,6
116,8
61,5
15,9

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		38
Limite Plastico:		19
Indice de Plasticidad:		19
Humedad Natural:		15,9
Índice de Liquidez		-0,2

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (20)**
U. S. C. S.: **CL**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97**
UBICACIÓN:	CIV 4006762	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-03-25
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-10
Dir. CLIENTE:	ING DIEGO CABALLERO	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-13

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

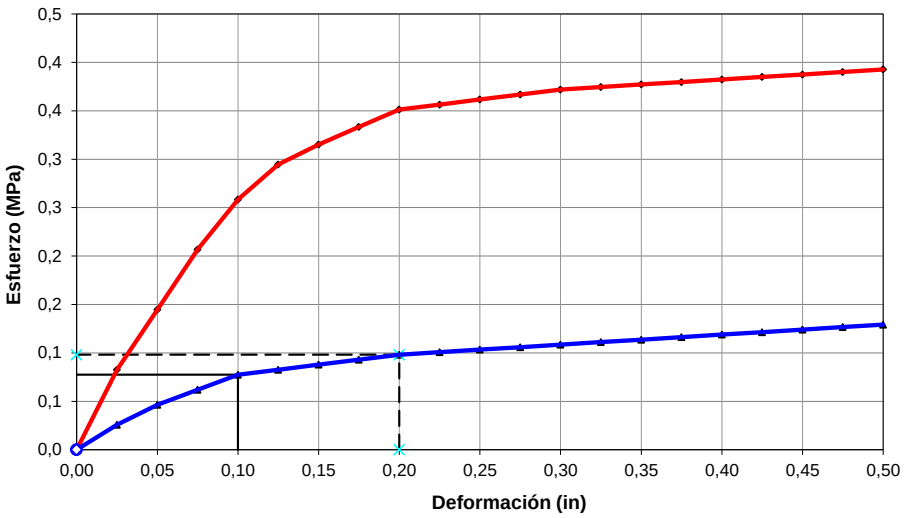
APIQUE No: 9 MUESTRA No: 17 PROFUNDIDAD (m): 0

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,160	0,083		0,050	0,026	
0,050	1,27		0,280	0,145		0,090	0,047	
0,075	1,91		0,400	0,207		0,120	0,062	
0,100	2,54	6,9	0,500	0,258	3,74	0,150	0,078	1,12
0,125	3,18		0,570	0,295		0,160	0,083	
0,150	3,81		0,610	0,315		0,170	0,088	
0,175	4,45		0,650	0,336		0,180	0,093	
0,200	5,08	10,3	0,680	0,351	3,41	0,190	0,098	0,95
0,300	7,62		0,720	0,372		0,210	0,109	
0,400	10,16		0,740	0,382		0,230	0,119	
0,500	12,70		0,760	0,393		0,250	0,129	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	
W_1	125,60
W_2	116,80
W_C	61,60
% Humedad	15,94

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	7
W_1	90,52
W_2	85,00
W_C	61,36
% Humedad	23,35

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7685 g
W. molde: 3821 g
W.muestra húmeda: 3864 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,7 cm
Densidad húmeda: #########
Densidad Seca: #########
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	4,0
Lectura 2° Dia	6,0
Lectura 3° Dia	9,0
Lectura 4° Dia	10,0
Expansión Total (Mm)	0,254
Expansión Total (%)	0,200

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

****FIN DE INFORME ****

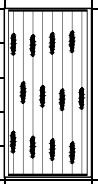
DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 2
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4007383
FECHA: 2025-03-25
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO, AL LADO DEL APIQUE SE ENCUENTRA EN ROCA DE GRAN TAMAÑO,						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GM**	GRAVA LIMOSA					10,05	3
	0,25			HUMEDAD MEDIA						
	0,30			SEMIDENSO						
	0,35			SE ENCONTRO TUBERIA A 0,55 m Y OTRO A 1,05 m COMO BORDEANDO LA ROCA PERO ATRAVEZANDO LA VIA						
0,37	0,40									
	0,45			RELLENO DE ARCILLA CON GRAVAS DE 4", PVC Y ALGO DE LADRILLO						
	0,50			HUMEDAD ALTA						
	0,55			SUELTO						
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
1,20	1,20									
	1,25		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		5,22			11,20	4
	1,30			NEGRA		1,20				
	1,35			HUMEDAD ALTA						
	1,40			CONSISTENCIA BAJA						
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luis Alirio Awazacko Reyes
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4007383

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-25

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

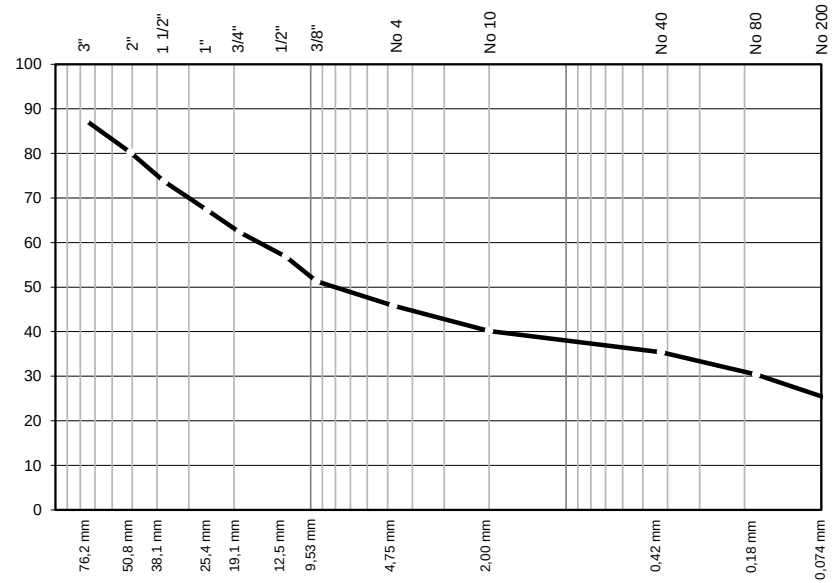
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 2 MUESTRA No: 3 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 54,1%	Arenas: 22,8%	Finos: 23,1%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 13146,2

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	1650,2	12,6	87
2"	950,2	7,2	80
1 1/2"	850,9	6,5	74
1"	852,2	6,5	67
3/4"	652,6	5,0	62
1/2"	720,2	5,5	57
3/8"	720,5	5,5	51
No 4	721,2	5,5	46
No 10	752,6	5,7	40
No 40	625,2	4,8	35
No 80	652,2	5,0	30
No 200	962,2	7,3	23,1
Fondo	3020,7	23,0	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

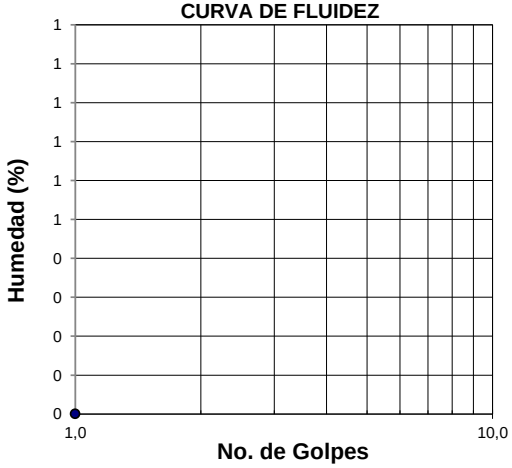
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente		
W_1 (g)		
W_2 (g)		
W_C (g)		
% HUMEDAD		

W_N
PM
955,8
872,9
48,4
10,1

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		10,1

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4007383

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

OT: 97

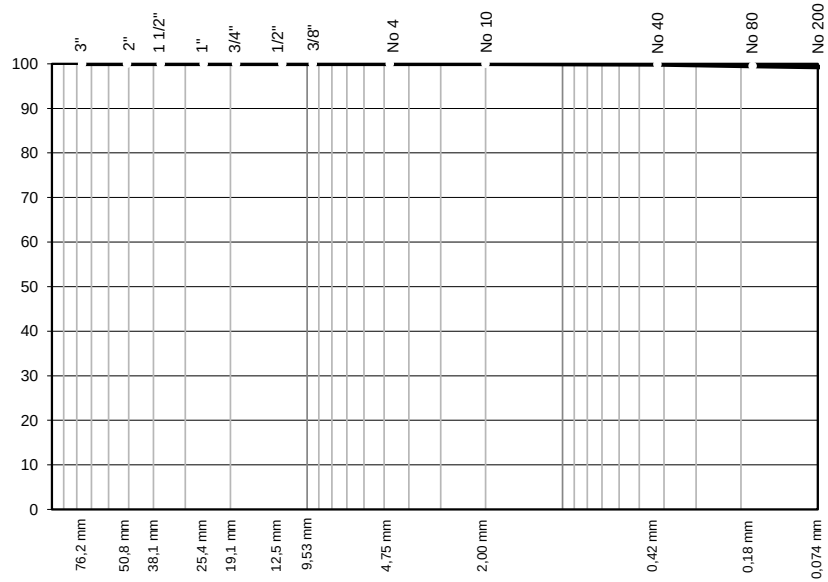
FECHA DE RECEPCION: 2025-03-25

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 2 MUESTRA No: 4 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 0,0%	Arenas: 0,8%	Finos: 99,2%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			364,7
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,5	0,1	100
No 80	1,3	0,4	100
No 200	1,2	0,3	99,2
Fondo	360,7	98,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	1	2	3
W_1 (g)	40,21	40,36	40,12
W_2 (g)	34,25	34,15	33,7
W_C (g)	4,21	4,12	4,32
% HUMEDAD	19,8	20,7	21,9

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	4	5
W_1 (g)	31,41	31,97
W_2 (g)	28,45	28,81
W_C (g)	4,15	4,12
% HUMEDAD	12,2	12,8

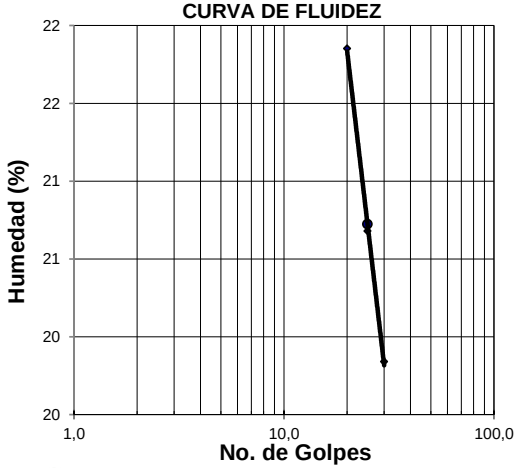
W_N
1
150,2
135,5
4,25
11,2

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		21
Limite Plastico:		12
Indice de Plasticidad:		9
Humedad Natural:		11,2
Índice de Liquidez		-0,2

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-4 (6)**
U. S. C. S.:	**CL**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó: Ing. Luis Fernando Osorio C.

Aprobó: Luis Alirio Awazacko Reyes.

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97**
UBICACIÓN:	CIV 4007383	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-03-25
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-10
Dir. CLIENTE:	ING DIEGO CABALLERO	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-13

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

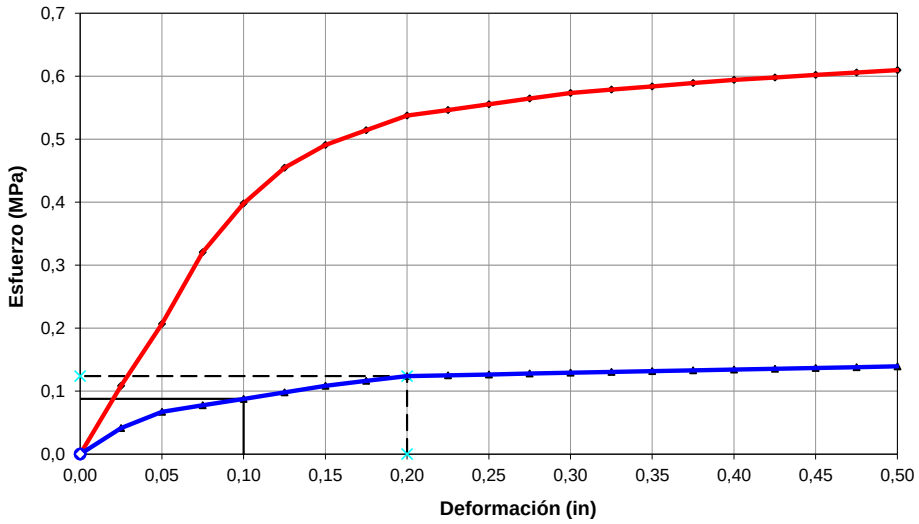
APIQUE No: 2 MUESTRA No: 4 PROFUNDIDAD (m): 1,5

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,210	0,109		0,080	0,041	
0,050	1,27		0,400	0,207		0,130	0,067	
0,075	1,91		0,620	0,320		0,150	0,078	
0,100	2,54	6,9	0,770	0,398	5,77	0,170	0,088	1,27
0,125	3,18		0,880	0,455		0,190	0,098	
0,150	3,81		0,950	0,491		0,210	0,109	
0,175	4,45		1,030	0,532		0,220	0,114	
0,200	5,08	10,3	1,040	0,537	5,22	0,240	0,124	1,20
0,300	7,62		1,110	0,574		0,250	0,129	
0,400	10,16		1,150	0,594		0,260	0,134	
0,500	12,70		1,180	0,610		0,270	0,140	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	35A
W_1	83,01
W_2	70,50
W_C	4,31
% Humedad	18,90

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	29A
W_1	89,46
W_2	70,70
W_C	4,39
% Humedad	28,29

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7702 g
W. molde: 3520 g
W.muestra húmeda: 4182 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,7 cm
Densidad húmeda: 1,863 g/cm³
Densidad Seca: 1,567 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	3,0
Lectura 2° Dia	6,0
Lectura 3° Dia	8,0
Lectura 4° Dia	9,0
Expansión Total (Mm)	0,229
Expansión Total (%)	0,180

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Ingeniería de suelos y pavimentos Interventoría

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 1
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
FECHA: 2025-03-25
LOCALIZACIÓN: CIV 4003418
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GM**	GRAVA LIMOSA					9,82	1
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
0,50	0,50									
	0,55		**GM**	GRAVA LIMOSA		27,30			9,84	2
	0,60			AMARILLO CON VETAS CAFÉ		19,60				
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			SEMIDENASO						
	0,75			SE ENCONTRO TUBO DEL ACUEDUCTO A 1,00 m SE TRATO DE ARREGLAR, PERO LA PRESION NO DEJO, SE LLAMO AL ACUEDUCTO E HICIERON VISTA Y ARREGLO. CONTENIA EL MISMO MATERIAL						
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
1,32	1,20									
	1,25			FIN DEL APIQUE						
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50									

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luis Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tcnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4003418

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-25

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

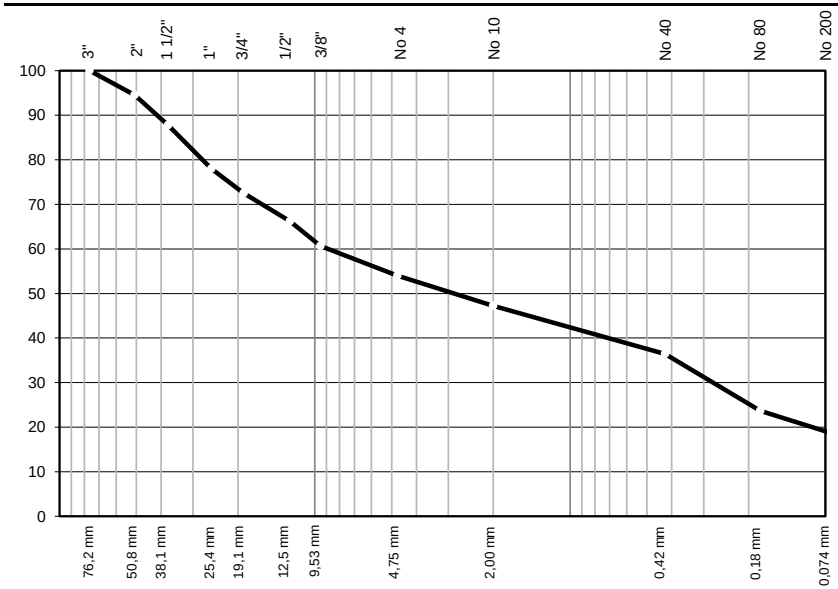
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 1 MUESTRA No: 1 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,50



Gravas: 46,0%	Arenas: 37,2%	Finos: 16,8%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 10017,7

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	547,8	5,5	95
1 1/2"	678,9	6,8	88
1"	978,3	9,8	78
3/4"	547,8	5,5	73
1/2"	632,4	6,3	66
3/8"	554,9	5,5	61
No 4	670,7	6,7	54
No 10	678,9	6,8	47
No 40	1080,3	10,8	36
No 80	1278,3	12,8	24
No 200	684,3	6,8	16,8
Fondo	1686,3	16,8	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

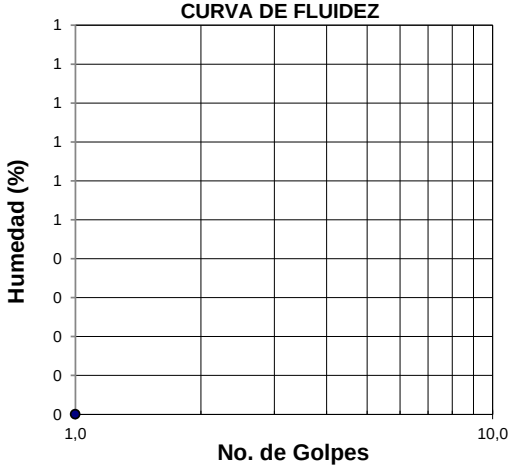
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			X
W_1 (g)			912,6
W_2 (g)			840,4
W_C (g)			105,2
% HUMEDAD			9,8

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		9,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4003418

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-25

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

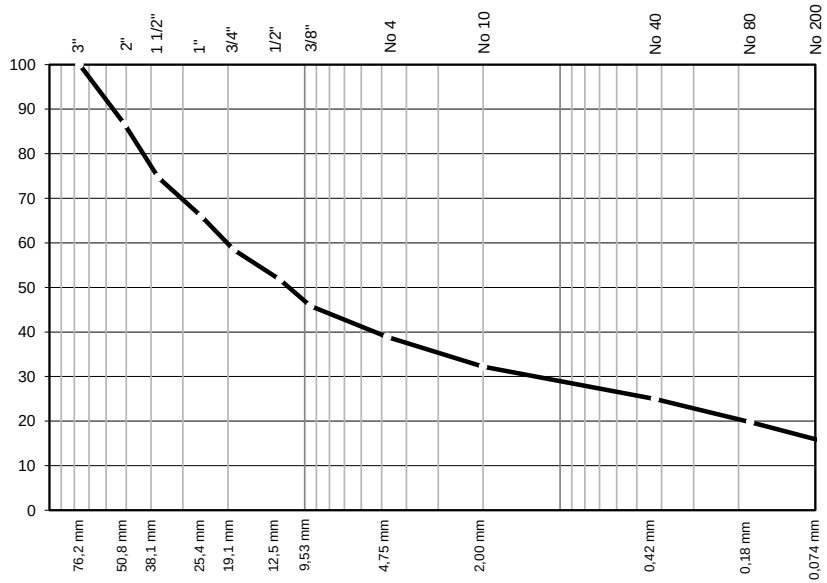
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 1 MUESTRA No: 2 PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,32



Gravas: 61,1%	Arenas: 24,8%	Finos: 14,1%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 11334,3

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	1520,2	13,4	87
1 1/2"	1346,5	11,9	75
1"	987,5	8,7	66
3/4"	852,2	7,5	58
1/2"	765,2	6,8	52
3/8"	670,2	5,9	46
No 4	785,6	6,9	39
No 10	756,6	6,7	32
No 40	821,2	7,2	25
No 80	585,6	5,2	20
No 200	650,2	5,7	14,1
Fondo	1597,9	14,1	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

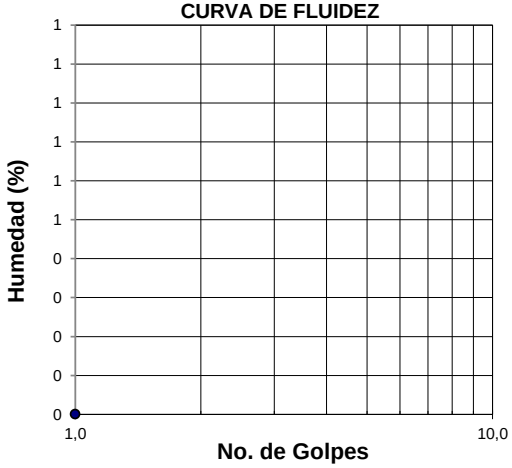
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente		
W_1 (g)		
W_2 (g)		
W_C (g)		
% HUMEDAD		

W_N
H
925,2
852,2
110,5
9,8

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		9,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

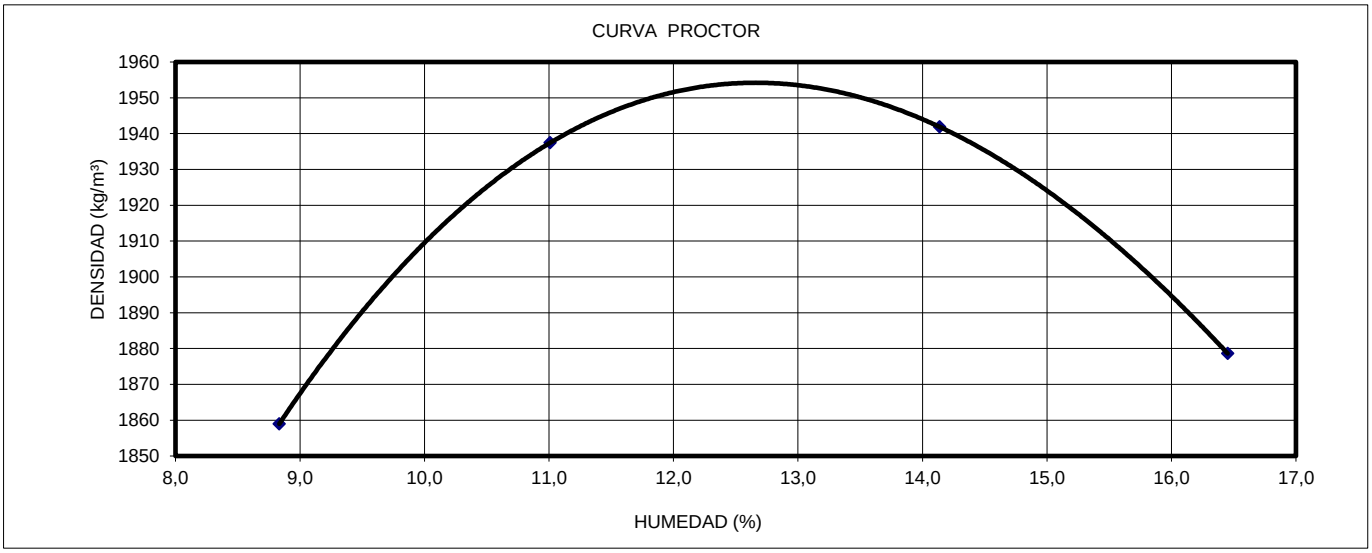
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCIÓN: CONOCIDA
LOCALIZACIÓN: CIV 4003418
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
ABSCISA: -
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
FECHA DE TOMA: 2025-03-25
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-13
CANTERA: N/A
SONDEO: N.A.
MUESTRA Nº: 2
APIQUE: 1
INFORME PC Nº: 1015-2025
PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,32

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	36	212	865	171
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	702,2	765,2	801,4	918,2
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	656,6	698,9	714,2	803,8
M3= Masa Recipiente (g):	140,9	96,9	97,6	108,1
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9770	10042	10182	10121
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	4313	4585	4725	4664
Humedad en el horno (%):	8,8	11,0	14,1	16,5
Masa seca (g):	3963	4130	4140	4005
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,859	1,937	1,942	1,879
Densidad seca (kg/m³):	1859	1937	1942	1879



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1954**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,954**
HUMEDAD OPTIMA (%): **12,5**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 2872

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

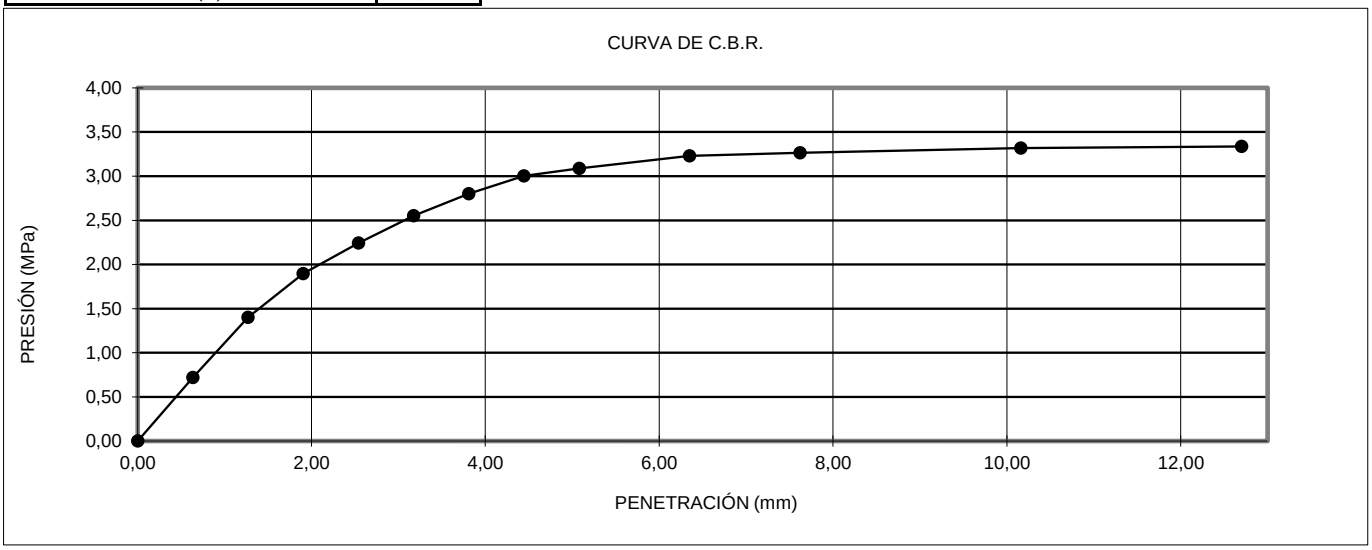
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003418
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-25
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	1
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,32

MOLDE Nº:	13
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	8932
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13576
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4644
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2114
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	12,4
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1954
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**32,51**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	29,84
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5546
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,52
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,68
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,69
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,70
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,70
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,14%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,15%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,16%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,16%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	1,39	1,4	0,72	7,3	104,5
1,3	0,050	2,71	2,7	1,40	14,3	203,1
1,9	0,075	3,67	3,7	1,90	19,3	275,0
2,5	0,100	4,34	4,3	2,24	22,9	325,3
3,2	0,125	4,94	4,9	2,55	26,0	370,2
3,8	0,150	5,42	5,4	2,80	28,6	406,1
4,4	0,175	5,81	5,8	3,00	30,6	435,5
5,1	0,200	5,98	6,0	3,09	31,5	447,9
6,4	0,250	6,25	6,2	3,23	32,9	468,3
7,6	0,300	6,32	6,3	3,27	33,3	473,6
10,2	0,400	6,42	6,4	3,32	33,8	481,2
12,70	0,500	6,46	6,5	3,34	34,0	483,9

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,40
DESPUES DE COMPACTACION	12,67
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	13,45
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	12,84
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2312



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Intervenidos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS, MONITOREO E INTERVENTORIA GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

*****FIN DE INFORME*****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

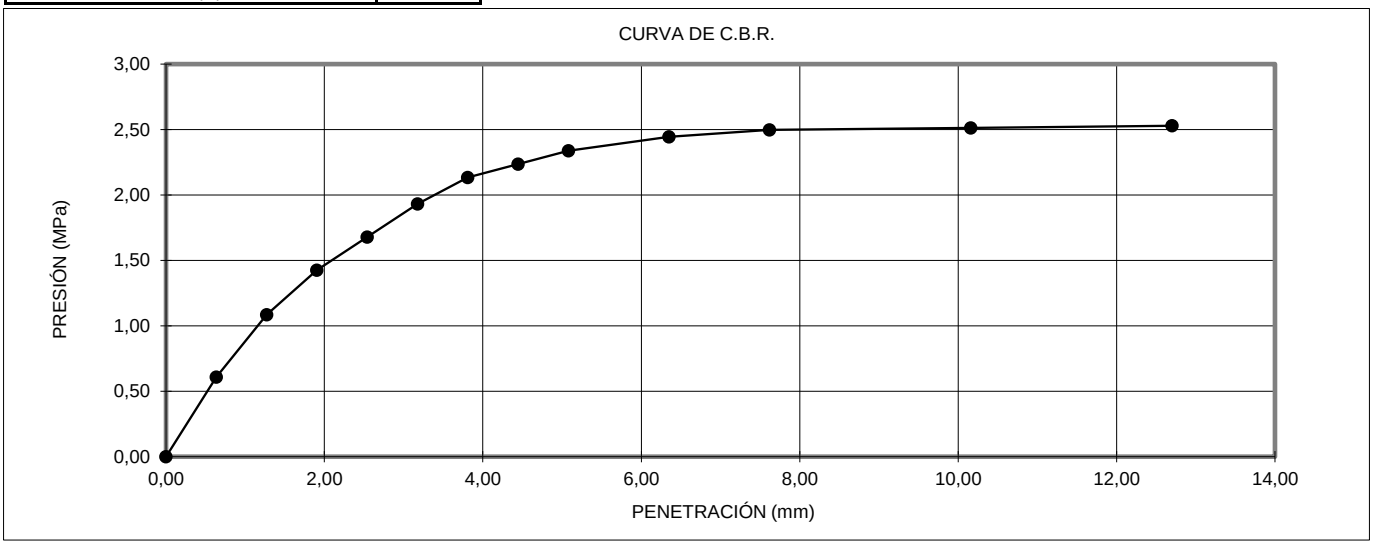
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003418
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-25
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	1
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,32

MOLDE Nº:	36
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9293
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13747
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4455
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2098
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	12,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1891
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**24,32**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**22,58**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4817
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,08
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,37
LECTURA 48 HORAS (mm)	2,40
LECTURA 72 HORAS (mm)	2,41
LECTURA 96 HORAS (mm)	2,42
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,25%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,28%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,28%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,29%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	1,18	1,2	0,61	6,2	88
1,3	0,050	2,10	2,1	1,08	11,1	157
1,9	0,075	2,76	2,8	1,43	14,5	207
2,5	0,100	3,25	3,2	1,68	17,1	243
3,2	0,125	3,74	3,7	1,93	19,7	280
3,8	0,150	4,13	4,1	2,13	21,8	310
4,4	0,175	4,33	4,3	2,24	22,8	324
5,1	0,200	4,52	4,5	2,34	23,8	339
6,4	0,250	4,73	4,7	2,44	24,9	354
7,6	0,300	4,84	4,8	2,50	25,5	362
10,2	0,400	4,86	4,9	2,51	25,6	364
12,70	0,500	4,90	4,9	2,53	25,8	367

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,34
DESPUES DE COMPACTACION	12,42
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	14,42
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	13,06
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2007



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

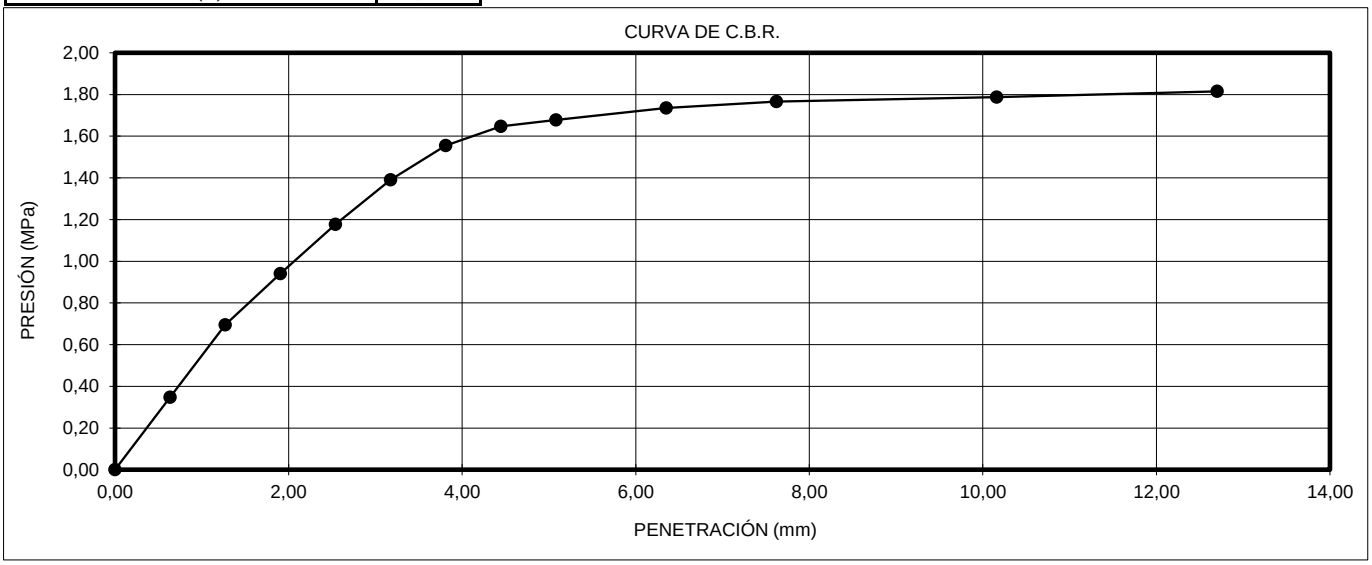
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003418
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-25
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	1
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,32

MOLDE Nº:	30
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9153
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13548
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4395
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2130
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	12,4
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1837
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**17,05**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**16,22**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5221
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,36
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	117
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,40
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,42
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,43
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,44
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,03%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,05%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,06%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,07%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,67	0,7	0,35	3,5	50
1,3	0,050	1,35	1,3	0,70	7,1	101
1,9	0,075	1,82	1,8	0,94	9,6	136
2,5	0,100	2,28	2,3	1,18	12,0	171
3,2	0,125	2,69	2,7	1,39	14,2	202
3,8	0,150	3,01	3,0	1,55	15,9	225
4,4	0,175	3,19	3,2	1,65	16,8	239
5,1	0,200	3,25	3,2	1,68	17,1	243
6,4	0,250	3,36	3,4	1,74	17,7	252
7,6	0,300	3,42	3,4	1,77	18,0	256
10,2	0,400	3,46	3,5	1,79	18,2	259
12,70	0,500	3,51	3,5	1,81	18,5	263

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,36
DESPUES DE COMPACTACION	11,16
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	15,37
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	12,96
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2125



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S.
Laboratorio de suelos y pavimentos
Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

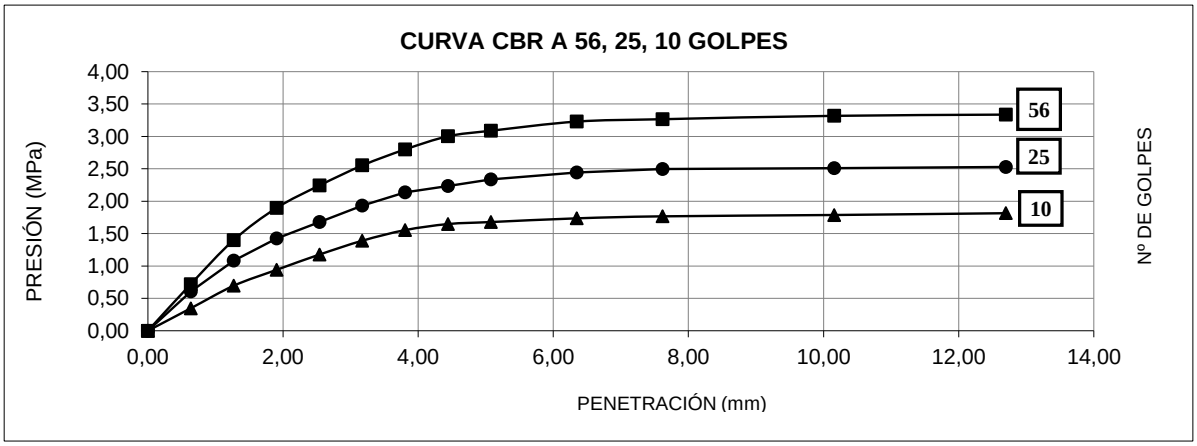
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4003418
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-03-25
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-13
CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.
MUESTRA Nº: 2 — APIQUE: 1
INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,32

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,35	0,61	0,72
1,27	0,050	0,70	1,08	1,40
1,91	0,075	0,94	1,43	1,90
2,54	0,100	1,18	1,68	2,24
3,18	0,125	1,39	1,93	2,55
3,81	0,150	1,55	2,13	2,80
4,45	0,175	1,65	2,24	3,00
5,08	0,200	1,68	2,34	3,09
6,35	0,250	1,74	2,44	3,23
7,62	0,300	1,77	2,50	3,27
10,16	0,400	1,79	2,51	3,32
12,70	0,500	1,81	2,53	3,34



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

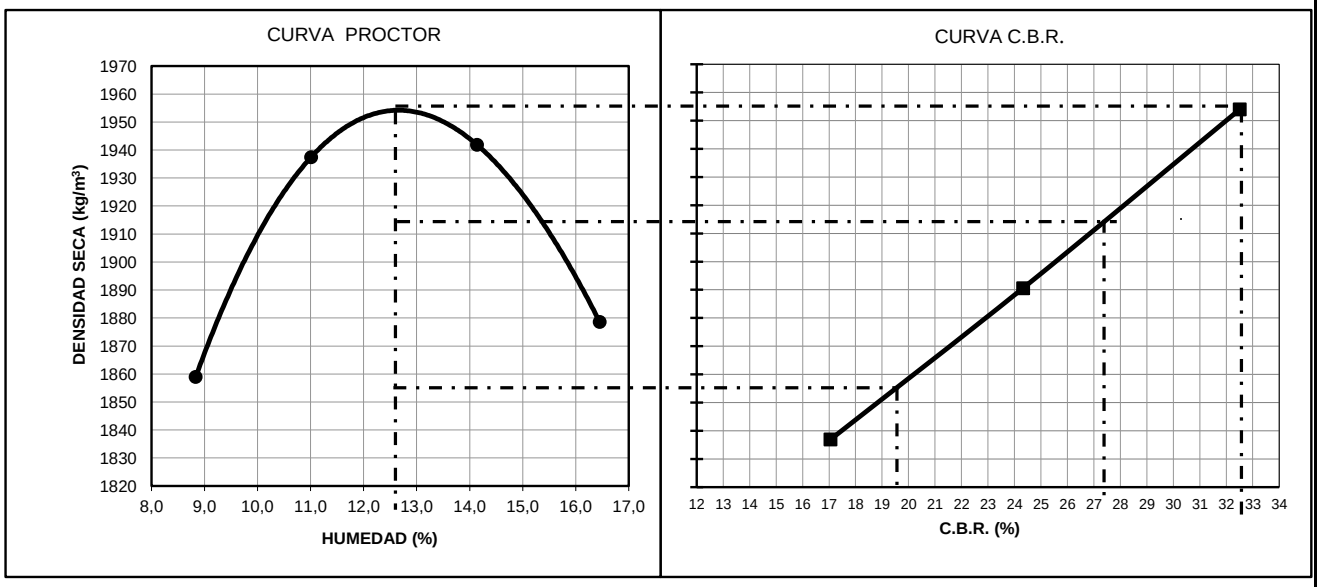
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003418
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-25
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	1
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,32

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1837	17,05	0,07%
25	1891	24,32	0,29%
56	1954	32,51	0,16%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1954**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1954	32,5
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1915	27,3
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1856	19,6

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO.
NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 13
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4003635
FECHA: 2025-04-01
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05									
	0,10									
0,13	0,15									
	0,20		**SC**	ARENA ARCILLOSA		9,60			17,97	25
	0,25			AMARILLO		7,10				
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40			TUBERIA DE 12" AL PARECER DE AGUAS NEGRAS						
	0,45									
	0,50									
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50									

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-848

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4003635

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

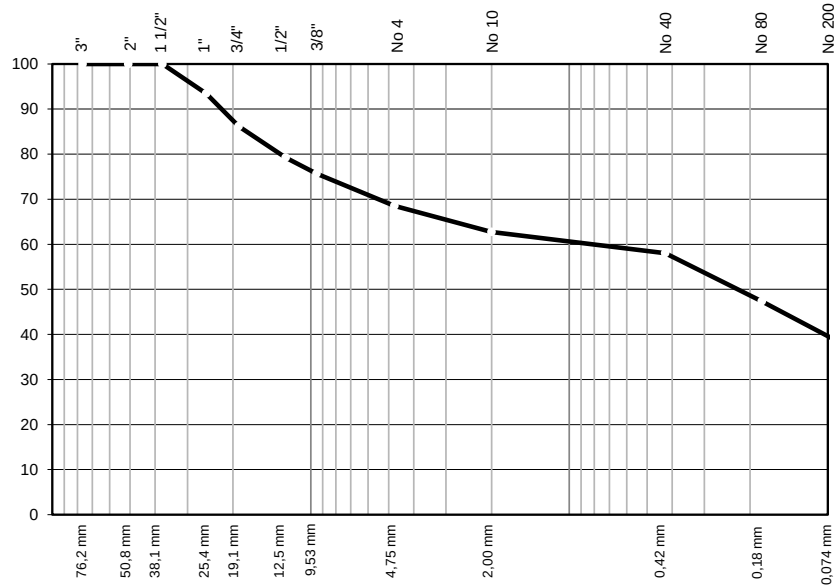
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARENA ARCILLOSA

SONDEO No: 13 MUESTRA No: 25 PROFUNDIDAD (m):

OT: 97
FECHA DE RECEPCION:
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03
FECHA DE EMISION: 2025-04-07



Gravas: 31,5%	Arenas: 32,7%	Finos: 35,8%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 2897,2

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	190,4	6,6	93
3/4"	211,1	7,3	86
1/2"	200,6	6,9	79
3/8"	102,4	3,5	76
No 4	208,3	7,2	68
No 10	166,9	5,8	63
No 40	135,8	4,7	58
No 80	310,4	10,7	47
No 200	333,2	11,5	35,8
Fondo	1037,9	35,8	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	34	24	16
# Recipiente	X3	19	1
W_1 (g)	40,21	39,87	38,77
W_2 (g)	35,712	35,31	34,366
W_C (g)	20,82	20,84	20,98
% HUMEDAD	30,2	31,5	32,9

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	7	P
W_1 (g)	30,25	30,52
W_2 (g)	28,892	29,16
W_C (g)	20,81	20,85
% HUMEDAD	16,8	16,4

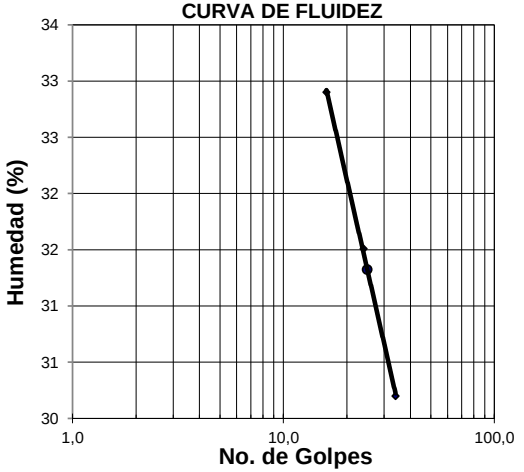
W_N
Q1
973,7
833,2
51,5
18,0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		31
Limite Plastico:		17
Indice de Plasticidad:		14
Humedad Natural:		18,0
Índice de Liquidez		0,1

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-6 (1)**
U. S. C. S.:	**SC**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

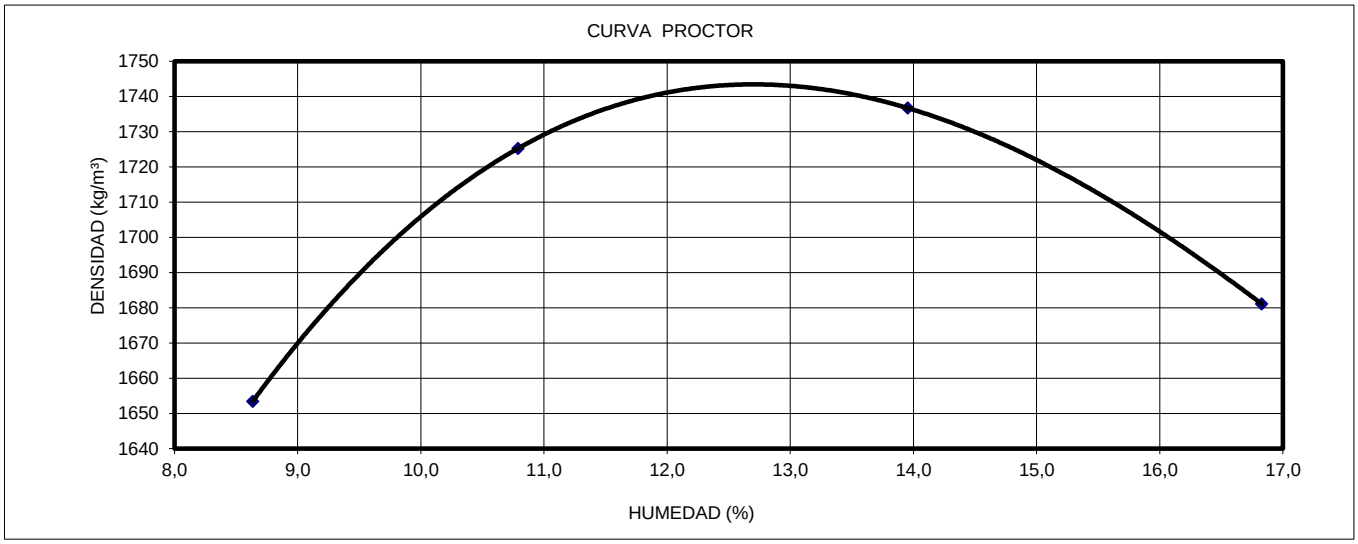
DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I
NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	ISORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4003635
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	659	974	644	1004
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	876,8	701,4	875,1	928,7
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	817,1	645,3	784,9	816,2
M3= Masa Recipiente (g):	125,7	125,1	138,1	147,8
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9286	9532	9676	9644
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	3829	4075	4219	4187
Humedad en el horno (%):	8,6	10,8	14,0	16,8
Masa seca (g):	3525	3678	3702	3584
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,653	1,725	1,737	1,681
Densidad seca (kg/m³):	1653	1725	1737	1681



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1744**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,744**
HUMEDAD OPTIMA (%): **12,8**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 3824

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

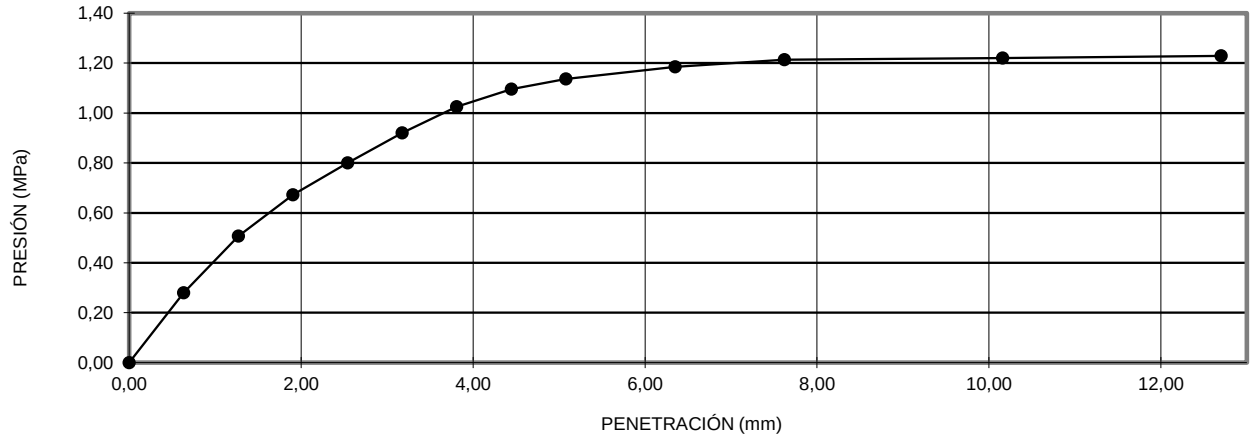
COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003635
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	5
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	8422
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	12585
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4163
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2088
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1744
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	11,60
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	10,98
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	6056
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,65
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	114
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,97
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,98
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,98
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,98
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,28%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,29%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,29%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,29%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	0,54	0,5	0,28	2,9	40,6
1,3	0,050	0,98	1,0	0,51	5,2	73,5
1,9	0,075	1,30	1,3	0,67	6,9	97,4
2,5	0,100	1,55	1,5	0,80	8,2	116,1
3,2	0,125	1,78	1,8	0,92	9,4	133,4
3,8	0,150	1,98	2,0	1,02	10,4	148,6
4,4	0,175	2,12	2,1	1,10	11,2	158,9
5,1	0,200	2,20	2,2	1,14	11,6	164,9
6,4	0,250	2,29	2,3	1,19	12,1	171,9
7,6	0,300	2,35	2,3	1,21	12,4	176,1
10,2	0,400	2,36	2,4	1,22	12,4	177,0
12,70	0,500	2,38	2,4	1,23	12,5	178,2

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,72
DESPUES DE COMPACTACION	11,28
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	13,65
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	12,55
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2551

CURVA DE C.B.R.



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I
NORMA INV E 148:2013

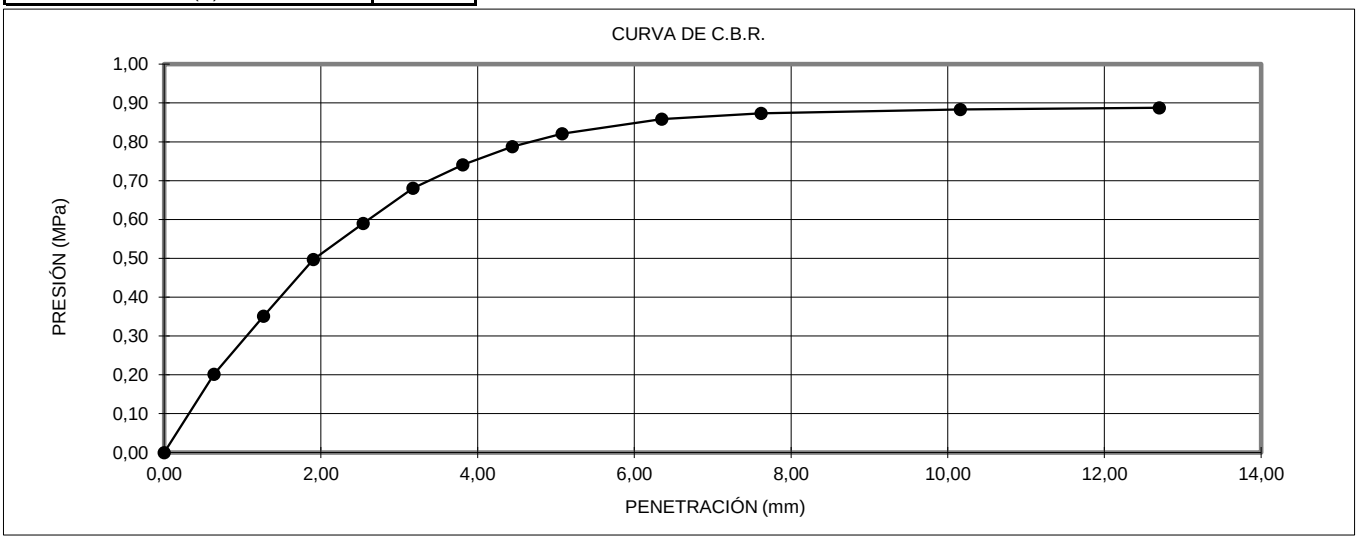
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003635
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

MOLDE Nº:	51
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9529
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13578
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4049
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2131
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	12,6
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1687
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**8,55**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**7,93**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4581
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,45
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,89
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,91
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,92
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,92
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,38%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,40%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,40%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,40%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,39	0,4	0,20	2,1	29
1,3	0,050	0,68	0,7	0,35	3,6	51
1,9	0,075	0,96	1,0	0,50	5,1	72
2,5	0,100	1,14	1,1	0,59	6,0	86
3,2	0,125	1,32	1,3	0,68	6,9	99
3,8	0,150	1,43	1,4	0,74	7,6	107
4,4	0,175	1,53	1,5	0,79	8,0	114
5,1	0,200	1,59	1,6	0,82	8,4	119
6,4	0,250	1,66	1,7	0,86	8,8	124
7,6	0,300	1,69	1,7	0,87	8,9	127
10,2	0,400	1,71	1,7	0,88	9,0	128
12,70	0,500	1,72	1,7	0,89	9,1	129

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,63
DESPUES DE COMPACTACION	12,22
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	14,59
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	13,14
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1876



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S.
Laboratorio de Suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

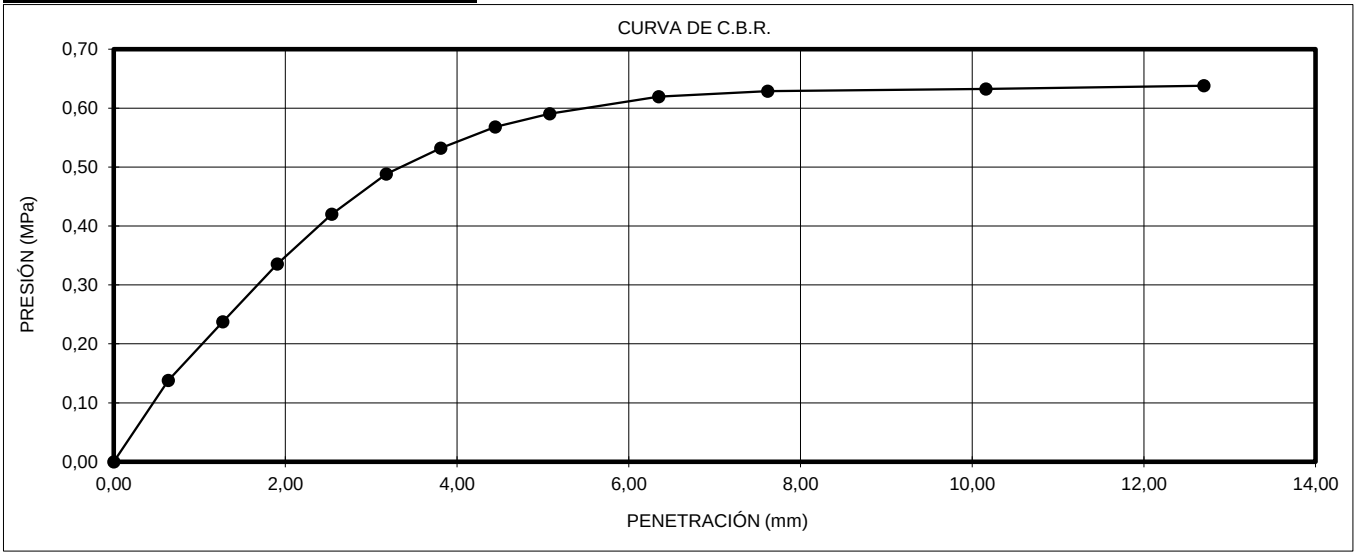
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003635
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

MOLDE Nº:	44
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9257
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13157
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3900
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2112
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	12,7
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1639
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**6,09**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**5,71**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5117
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,20
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	117
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,78
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,79
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,81
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,82
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,50%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,51%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,52%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,53%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,27	0,3	0,14	1,4	20
1,3	0,050	0,46	0,5	0,24	2,4	34
1,9	0,075	0,65	0,7	0,34	3,4	49
2,5	0,100	0,81	0,8	0,42	4,3	61
3,2	0,125	0,95	0,9	0,49	5,0	71
3,8	0,150	1,03	1,0	0,53	5,4	77
4,4	0,175	1,10	1,1	0,57	5,8	82
5,1	0,200	1,14	1,1	0,59	6,0	86
6,4	0,250	1,20	1,2	0,62	6,3	90
7,6	0,300	1,22	1,2	0,63	6,4	91
10,2	0,400	1,22	1,2	0,63	6,5	92
12,70	0,500	1,24	1,2	0,64	6,5	93

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	12,68
DESPUES DE COMPACTACION	12,35
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	15,60
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	13,55
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2096



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Ingeniería

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4003635

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-03-31

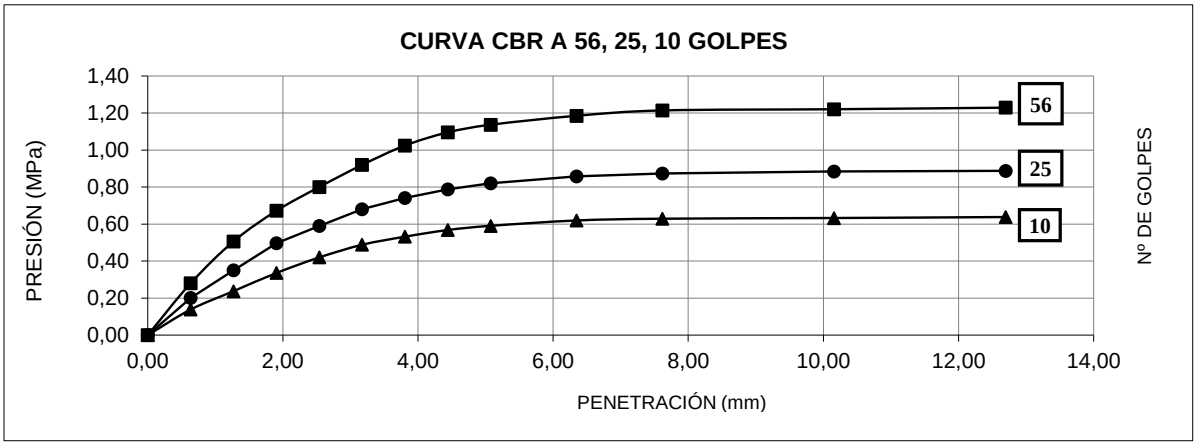
DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-07

CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.

MUESTRA Nº: 19 — APIQUE: 10

INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,48-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,14	0,20	0,28
1,27	0,050	0,24	0,35	0,51
1,91	0,075	0,34	0,50	0,67
2,54	0,100	0,42	0,59	0,80
3,18	0,125	0,49	0,68	0,92
3,81	0,150	0,53	0,74	1,02
4,45	0,175	0,57	0,79	1,10
5,08	0,200	0,59	0,82	1,14
6,35	0,250	0,62	0,86	1,19
7,62	0,300	0,63	0,87	1,21
10,16	0,400	0,63	0,88	1,22
12,70	0,500	0,64	0,89	1,23



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

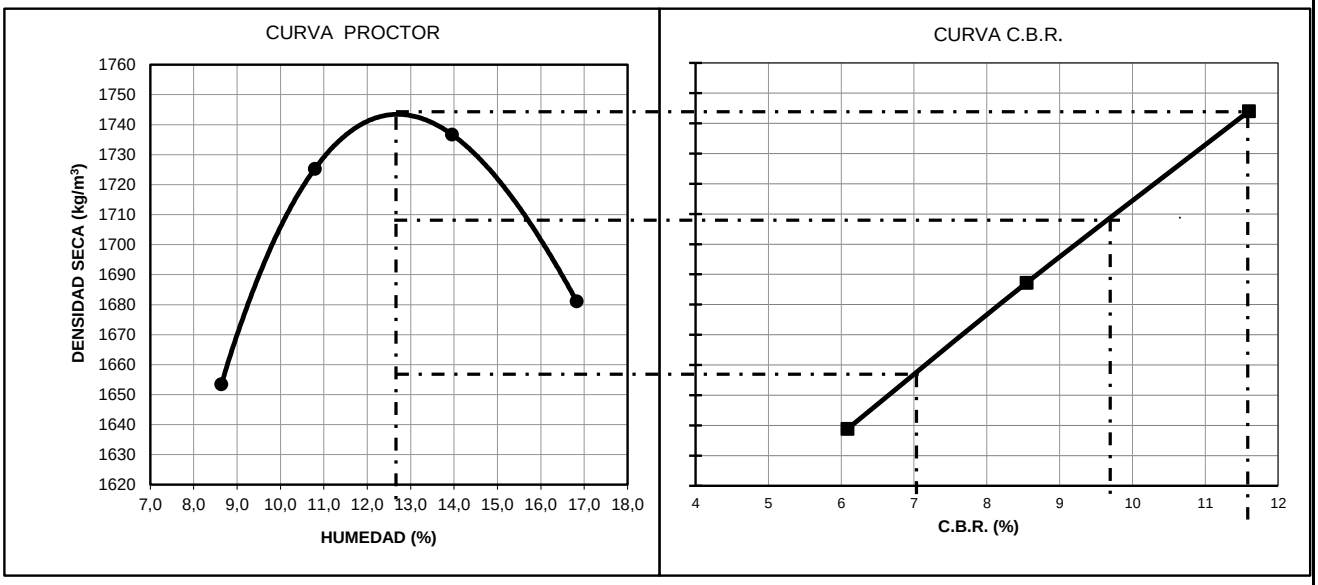
****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003635
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1639	6,09	0,53%
25	1687	8,55	0,40%
56	1744	11,60	0,29%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1744**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1744	11,6
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1709	9,6
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1657	7,1

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO.
NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Intervenidos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 9
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE OPRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4000818
FECHA: 2025-03-31
INFORME PC Nº: 035-2024

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
	0,20									
0,25	0,25									
	0,30		GM	GRAVA LIMOSA					10,05	15
	0,35			AMARILLO						
	0,40			HUMEDAD MEDIA						
	0,45			SEMIDENSO						
0,50	0,50									
	0,55		GC-GM	GRAVA ARCILLO LIMOSA					11,14	16
	0,60			AMARILLO						
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
0,70	0,70			SEMIDENSO						
	0,75		CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		4,92			18,90	17
	0,80			AMARILLO		1,96				
	0,85			GRIS CON LENTES DE OXIDACION						
	0,90			HUMEDAD MEDIA						
	0,95			CONSISTENCIA MEDIA						
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tchico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4000818

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

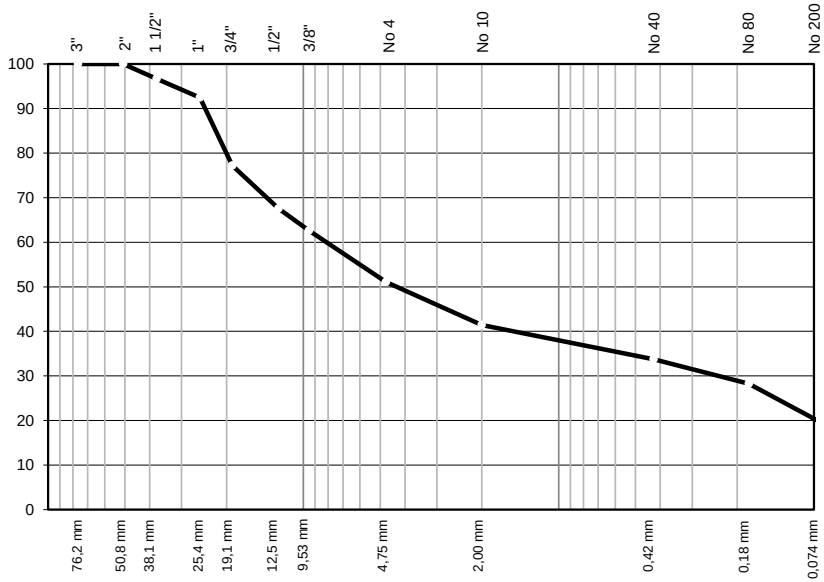
OT: 97

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-31

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

SONDEO No: 9 MUESTRA No: 15 PROFUNDIDAD (m): 0,25-0,50



Gravas: 48,9%	Arenas: 34,5%	Finos: 16,6%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 7903,6

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	261,3	3,3	97
1"	332,7	4,2	92
3/4"	1207,5	15,3	77
1/2"	763,8	9,7	68
3/8"	388,2	4,9	63
No 4	914,7	11,6	51
No 10	762,6	9,6	41
No 40	606,9	7,7	34
No 80	432,6	5,5	28
No 200	924,3	11,7	16,6
Fondo	1309,0	16,6	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

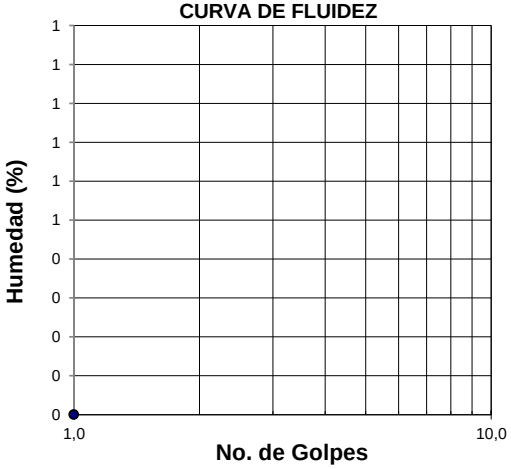
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			PM
W_1 (g)			955,8
W_2 (g)			872,9
W_C (g)			48,4
% HUMEDAD			10,1

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		10,1

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000818

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-31

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

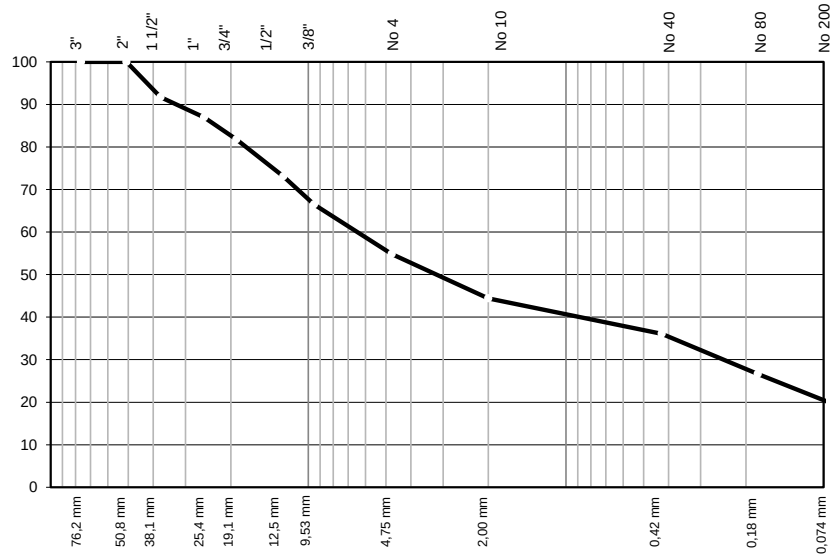
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 9 MUESTRA No: 16 PROFUNDIDAD (m): 0,50-0,70



Gravas: 45,2%	Arenas: 37,4%	Finos: 17,5%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 7013,5

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	580,2	8,3	92
1"	334,6	4,8	87
3/4"	361,4	5,2	82
1/2"	610,0	8,7	73
3/8"	466,6	6,7	66
No 4	815,8	11,6	55
No 10	729,2	10,4	44
No 40	584,2	8,3	36
No 80	664,0	9,5	27
No 200	642,4	9,2	17,5
Fondo	1201,9	17,1	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		18
Limite Plastico:		13
Indice de Plasticidad:		5
Humedad Natural:		11,1
Índice de Liquidez		-0,4

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GC-GM**

LIMITES DE ATTERBERG

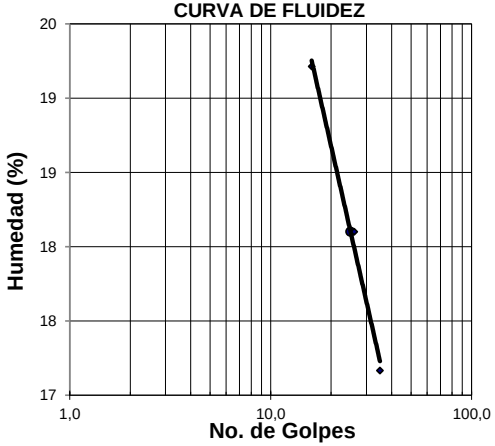
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	26	16
# Recipiente	ZF	49	6
W_1 (g)	42,41	40,39	40,21
W_2 (g)	39,2	37,28	37,08
W_C (g)	20,5	20,1	20,79
% HUMEDAD	17,2	18,1	19,2

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	CI	9	W_N
			4A
W_1 (g)	31,41	31,97	1098,3
W_2 (g)	30,18	30,7	992,3
W_C (g)	20,89	20,97	41,1
% HUMEDAD	13,2	13,1	11,1

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000818

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-31

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

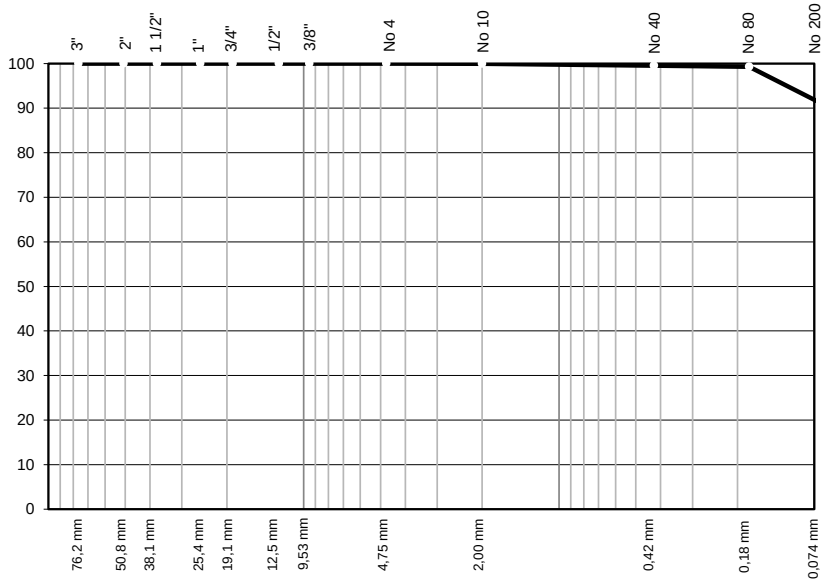
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 9 MUESTRA No: 17 PROFUNDIDAD (m): 0,70-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 11,8%	Finos: 88,2%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 262,8

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,1	0,0	100
No 40	1,1	0,4	100
No 80	0,7	0,3	99
No 200	29,0	11,0	88,2
Fondo	231,9	88,2	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	26	16
# Recipiente	38A	43A	43B
W_1 (g)	41,12	40,13	41,21
W_2 (g)	31,47	30,46	30,76
W_C (g)	4,21	4,61	4,43
% HUMEDAD	35,4	37,4	39,7

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	23A	22A	W_N
W_1 (g)	31,02	30,25	35A
W_2 (g)	27,95	27,26	83,01
W_C (g)	4,36	4,41	70,50
% HUMEDAD	13,0	13,1	4,31
			18,9

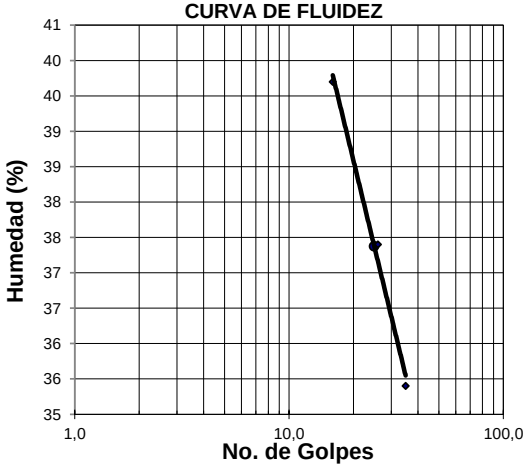
	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		37
Limite Plastico:		13
Indice de Plasticidad:		24
Humedad Natural:		18,9
Índice de Liquidez		0,2

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (20)**

U. S. C. S.: **CL**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE

PROYECTO:
OT: **97**

UBICACIÓN: CIV 4000818
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-03-31

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO
FECHA DE EMISIÓN: 2025-04-13

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

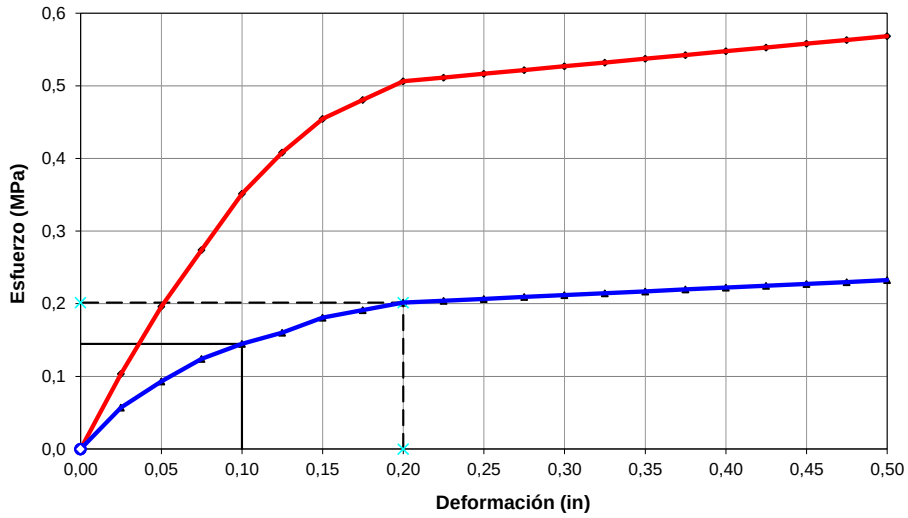
APIQUE No: 9 MUESTRA No: 17 PROFUNDIDAD (m): 0,70-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,200	0,103		0,110	0,057	
0,050	1,27		0,380	0,196		0,180	0,093	
0,075	1,91		0,530	0,274		0,240	0,124	
0,100	2,54	6,9	0,680	0,351	5,09	0,280	0,145	2,10
0,125	3,18		0,790	0,408		0,310	0,160	
0,150	3,81		0,880	0,455		0,350	0,181	
0,175	4,45		0,950	0,491		0,370	0,191	
0,200	5,08	10,3	0,980	0,506	4,92	0,390	0,202	1,96
0,300	7,62		1,020	0,527		0,410	0,212	
0,400	10,16		1,060	0,548		0,430	0,222	
0,500	12,70		1,100	0,568		0,450	0,233	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	35A
W_1	83,01
W_2	70,50
W_C	4,31
% Humedad	18,90

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	29A
W_1	89,46
W_2	70,70
W_C	4,39
% Humedad	28,29

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 9535 g
W. molde: 4730 g
W.muestra húmeda: 4805 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,7 cm
Densidad húmeda: 2,141 g/cm³
Densidad Seca: 1,801 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	2,0
Lectura 2° Dia	3,0
Lectura 3° Dia	5,0
Lectura 4° Dia	7,0
Expansión Total (Mm)	0,178
Expansión Total (%)	0,140

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4003789

APIQUE Nº. 12
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-31
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,20	0,20									
	0,25		**GC-GM**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD					9,07	22,00
	0,30			CAFÉ						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			SEMIDENSO						
	0,45									
	0,50									
0,55	0,55									
	0,60		**SM**	ARENA LIMOSA					10,53	23,00
0,65	0,65			HABANO, HUMEDAD MEDIA, SEMIDENSO,						
	0,70		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		0,70			35,29	24
	0,75			NEGRA		0,50				
	0,80			HUMEDAD MEDIA						
	0,85			CONSISTENCIA BAJA						
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-946

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4003789

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

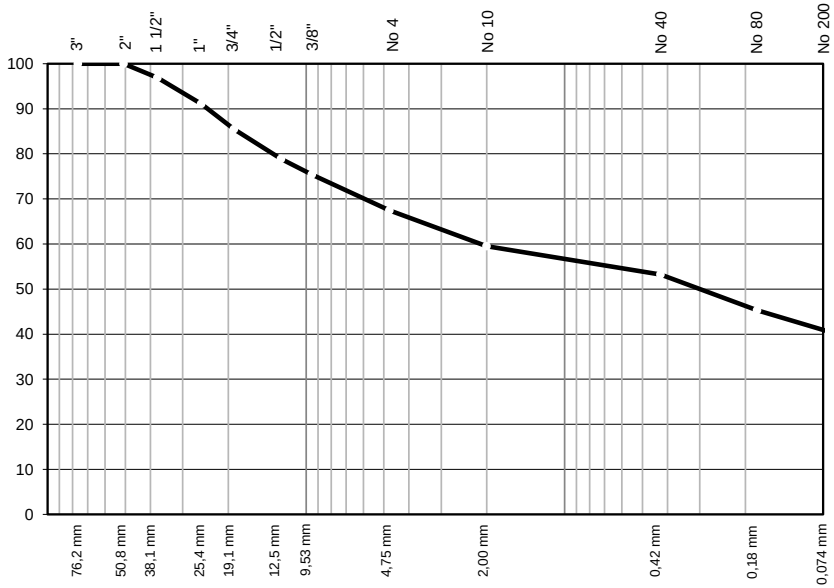
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 11 MUESTRA No: 22 PROFUNDIDAD (m): 0,20-0,55



Gravas: 32,5%	Arenas: 28,7%	Finos: 38,8%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 2532,2

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	78,7	3,1	97
1"	147,4	5,8	91
3/4"	141,5	5,6	85
1/2"	167,0	6,6	79
3/8"	88,4	3,5	75
No 4	201,1	7,9	67
No 10	201,6	8,0	59
No 40	159,2	6,3	53
No 80	200,0	7,9	45
No 200	164,9	6,5	38,8
Fondo	982,4	38,8	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

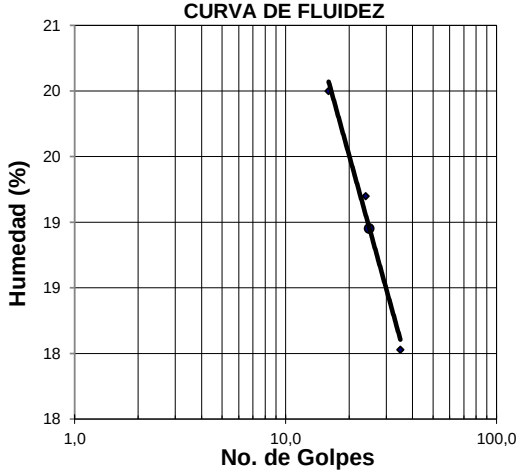
# Golpes	35	24	16
# Recipiente	D4	P1	I
W_1 (g)	42,69	42,58	42,83
W_2 (g)	39,36	39,08	39,16
W_C (g)	20,89	20,85	20,81
% HUMEDAD	18,0	19,2	20,0

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	L	C3	W_N
W_1 (g)	30,46	30,45	AB
W_2 (g)	29,38	29,41	896
W_C (g)	20,8	20,98	825,2
% HUMEDAD	12,6	12,3	44,9
			9,1

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		19
Limite Plastico:		12
Indice de Plasticidad:		7
Humedad Natural:		9,1
Índice de Liquidez		-0,5

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GC-GM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4003789

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

OT: 97

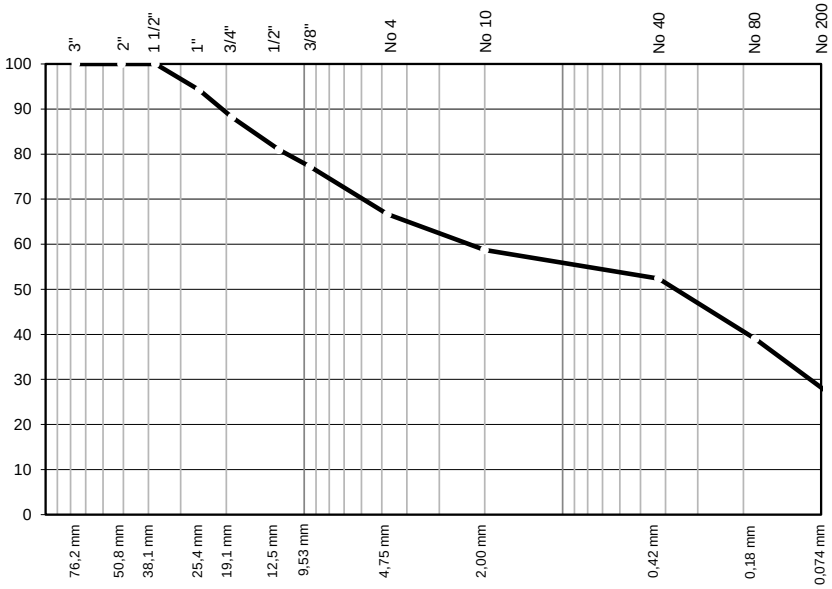
FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

DESCRIPCION MUESTRA: ARENA LIMOSA

SONDEO No: 12 MUESTRA No: 23 PROFUNDIDAD (m): 0,55-0,65



Gravas: 33,3%	Arenas: 43,7%	Finos: 22,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 1856,7

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	107,4	5,8	94
3/4"	112,3	6,0	88
1/2"	133,4	7,2	81
3/8"	70,1	3,8	77
No 4	195,9	10,6	67
No 10	147,3	7,9	59
No 40	118,3	6,4	52
No 80	248,2	13,4	39
No 200	298,4	16,1	22,9
Fondo	425,4	22,9	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		10,5

LIMITES DE ATTERBERG

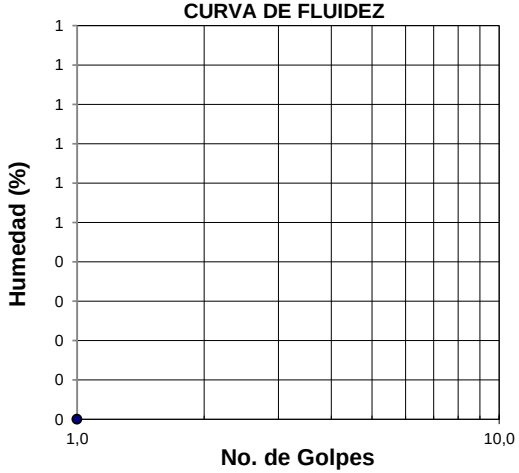
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			42
W_1 (g)			782,6
W_2 (g)			714,8
W_C (g)			71,1
% HUMEDAD			10,5

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

EL LIMITE LIQUIDO SE SECO AL AIRE, PARA BAJARLE HUMEDAD Y PODER HACER EL ENSAYO, POR LO TANTO LA HUMEDAD ESTA MAS ALTA

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **SM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4003789

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

OT: 97

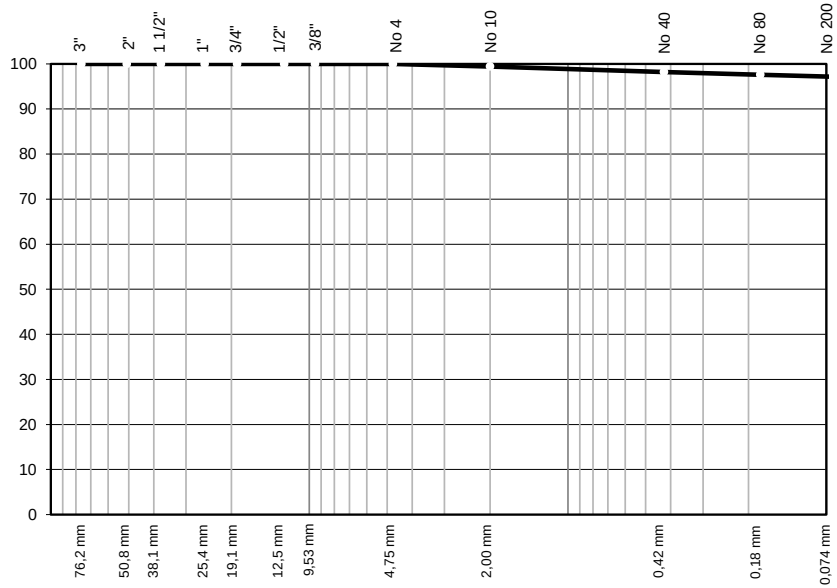
FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 12 MUESTRA No: 24 PROFUNDIDAD (m): 0,65-1,50



Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 213,8

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	1,3	0,6	99
No 40	2,5	1,2	98
No 80	1,4	0,7	98
No 200	1,2	0,6	97,0
Fondo	207,4	97,0	0

Gravas: 0,0%	Arenas: 3,0%	Finos: 97,0%

LIMITES DE ATTERBERG

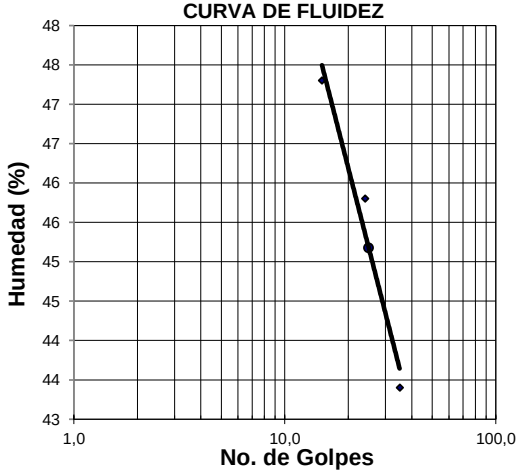
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	24	15
# Recipiente	9B	44A	12B
W_1 (g)	40,21	41,52	42,66
W_2 (g)	29,37	29,90	30,43
W_C (g)	4,39	4,52	4,58
% HUMEDAD	43,4	45,8	47,3

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	5C	42A	W_N
W_1 (g)	28,25	29,52	10B
W_2 (g)	23,741	24,647	61,45
W_C (g)	4,56	4,51	46,59
% HUMEDAD	23,5	24,2	4,48
			35,3

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		45
Limite Plastico:		24
Indice de Plasticidad:		21
Humedad Natural:		35,3
Índice de Liquidez		0,5

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (23)**

U. S. C. S.: **CL**

Observaciones:

EL LIMITE LIQUIDO SE SECO AL AIRE, PARA BAJARLE HUMEDAD Y PODER HACER EL ENSAYO, POR LO TANTO LA HUMEDAD ESTA MAS ALTA

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4003789
FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO
FECHA DE EMISIÓN: 2025-04-08

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

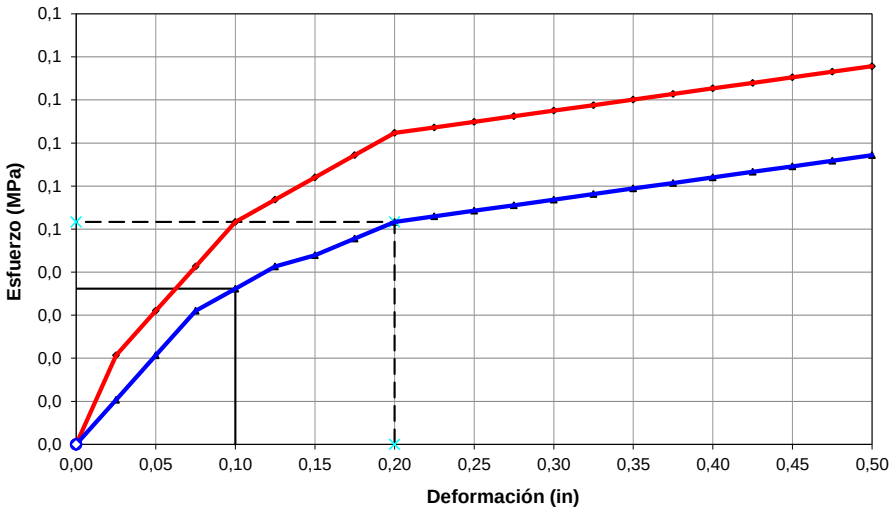
APIQUE No: 12 MUESTRA No: 24 PROFUNDIDAD (m): 0,65-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,040	0,021		0,020	0,010	
0,050	1,27		0,060	0,031		0,040	0,021	
0,075	1,91		0,080	0,041		0,060	0,031	
0,100	2,54	6,9	0,100	0,052	0,75	0,070	0,036	0,52
0,125	3,18		0,110	0,057		0,080	0,041	
0,150	3,81		0,120	0,062		0,085	0,044	
0,175	4,45		0,130	0,067		0,090	0,047	
0,200	5,08	10,3	0,140	0,072	0,70	0,100	0,052	0,50
0,300	7,62		0,150	0,078		0,110	0,057	
0,400	10,16		0,160	0,083		0,120	0,062	
0,500	12,70		0,170	0,088		0,130	0,067	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	10B
W_1	61,45
W_2	46,59
W_C	4,48
% Humedad	35,29

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	11A
W_1	78,48
W_2	58,79
W_C	12,30
% Humedad	42,35

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7735 g
W. molde: 3880 g
W.muestra húmeda: 3855 g
Diámetro molde: 15,3 cm
Altura muestra: 12,3 cm
Densidad húmeda: 1,705 g/cm³
Densidad Seca: 1,260 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	2,0
Lectura 2° Dia	5,0
Lectura 3° Dia	5,0
Lectura 4° Dia	7,0
Expansión Total (Mm)	0,178
Expansión Total (%)	0,145

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Revisó o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacho Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4005511

APIQUE Nº. 16
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-04
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,16	0,15									
	0,20		**GM-GP**	GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA					9,58	30
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIO DENSO						
	0,35									
	0,40									
	0,45									
	0,50									
	0,55									
	0,60									
0,65	0,65									
	0,70		**CH**	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD		2,81			39,56	31
	0,75			CAFÉ		1,61				
	0,80			HUMEDAD MEDIA						
	0,85			CONSIATENCIA BAJA						
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005511

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

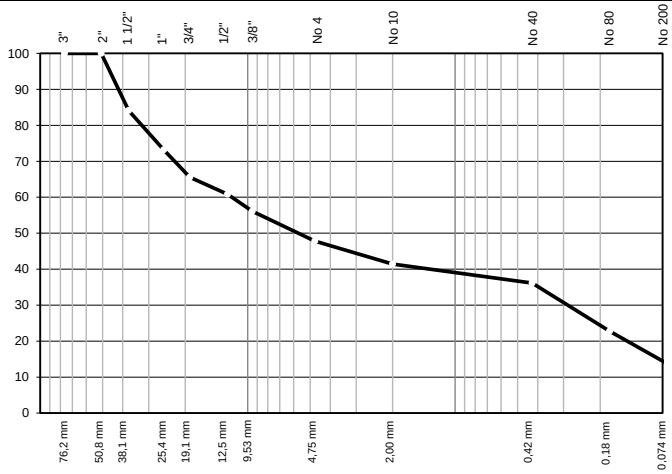
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA

SONDEO No: 16 MUESTRA No: 30 PROFUNDIDAD (m): 0,16-0,65



Gravas: 52,2%	Arenas: 37,4%	Finos: 10,4%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 7117,9

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	1129,5	15,9	84
1"	781,8	11,0	73
3/4"	539,7	7,6	66
1/2"	339,3	4,8	61
3/8"	335,7	4,7	56
No 4	586,8	8,2	48
No 10	455,4	6,4	41
No 40	378,3	5,3	36
No 80	951,3	13,4	23
No 200	879,0	12,3	10,4
Fondo	742,0	10,4	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		9,6

LIMITES DE ATTERBERG

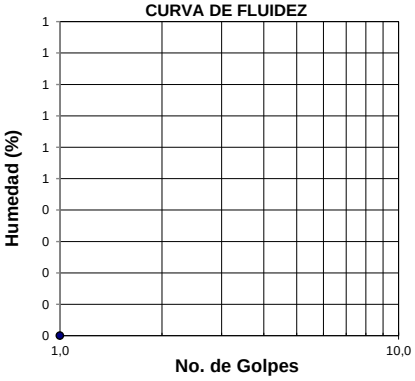
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			J1
W_1 (g)			739,3
W_2 (g)			681,70
W_C (g)			80,6
% HUMEDAD			9,6

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GP-GM**

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005511
FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

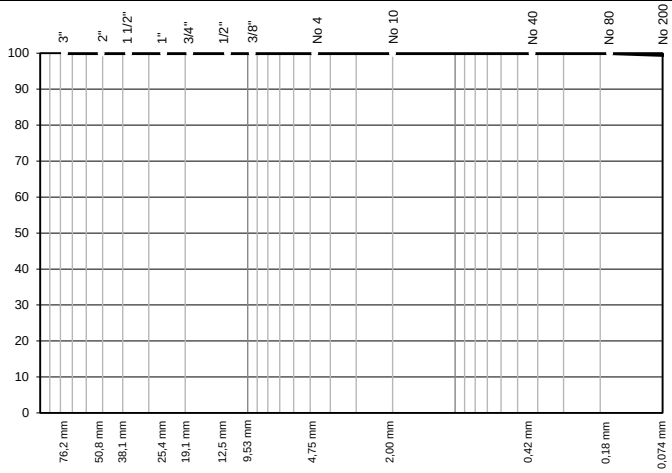
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS
FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

SONDEO No: 16 MUESTRA No: 31 PROFUNDIDAD (m): 0,065-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 0,7%	Finos: 99,3%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 200,3

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,0	0,0	100
No 80	0,0	0,0	100
No 200	1,5	0,7	99,3
Fondo	198,8	99,3	0

LIMITES DE ATTERBERG

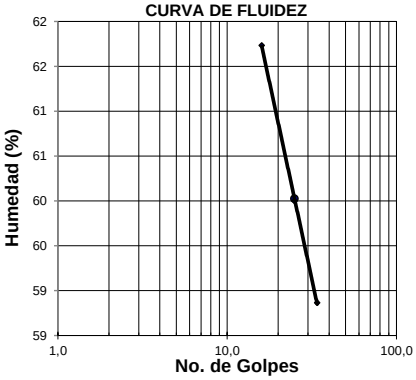
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	34	25	16
# Recipiente	50A	62A	22A
W_1 (g)	28,47	28,11	28,1
W_2 (g)	19,54	19,29	19,05
W_C (g)	4,37	4,59	4,39
% HUMEDAD	58,9	60,0	61,7

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	5C	43C	W_N
W_1 (g)	14,29	14,62	37A
W_2 (g)	12,56	12,83	96,63
W_C (g)	4,37	4,63	70,46
% HUMEDAD	21,1	21,8	4,3
			39,6

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		60
Limite Plastico:		21
Indice de Plasticidad:		39
Humedad Natural:		39,6
Índice de Liquidez		0,5

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-7-6 (44)**
U. S. C. S.:	**CH**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS**	OT:	**97-1**
UBICACIÓN:	CIV 4005511	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-04
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
Dir. CLIENTE:	DIEGO CABALLERO ROJAS	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-16
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD		

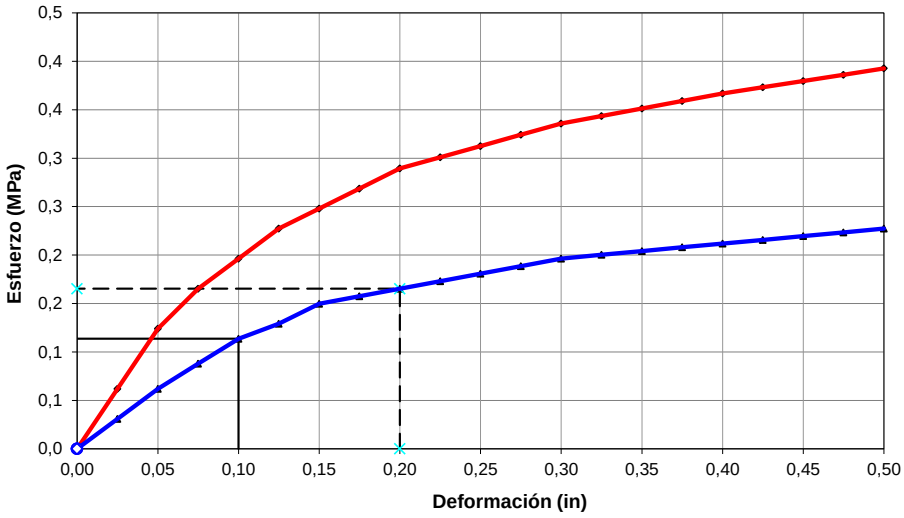
APIQUE No: 16 MUESTRA No: 31 PROFUNDIDAD (m): _____

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,120	0,062		0,060	0,031	
0,050	1,27		0,240	0,124		0,120	0,062	
0,075	1,91		0,320	0,165		0,170	0,088	
0,100	2,54	6,9	0,380	0,196	2,85	0,220	0,114	1,65
0,125	3,18		0,440	0,227		0,250	0,129	
0,150	3,81		0,480	0,248		0,290	0,150	
0,175	4,45		0,530	0,274		0,300	0,155	
0,200	5,08	10,3	0,560	0,289	2,81	0,320	0,165	1,61
0,300	7,62		0,650	0,336		0,380	0,196	
0,400	10,16		0,710	0,367		0,410	0,212	
0,500	12,70		0,760	0,393		0,440	0,227	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	37A
W_1	96,63
W_2	70,46
W_C	4,30
% Humedad	39,56

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	47A
W_1	83,11
W_2	55,05
W_C	4,38
% Humedad	55,38

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 8445 g
W. molde: 4505 g
W.muestra húmeda: 3940 g
Diámetro molde: 15,3 cm
Altura muestra: 12,4 cm
Densidad húmeda: 1,728 g/cm³
Densidad Seca: 1,238 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	5,0
Lectura 2° Dia	13,0
Lectura 3° Dia	19,0
Lectura 4° Dia	25,0
Expansión Total (Mm)	0,635
Expansión Total (%)	0,512

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4005677

APIQUE Nº. 15
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-04
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO CON DESGASTE SUPERFICIAL Y REGULAR ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GP - GM**	GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA					11,52	26
	0,25			HABANO CON VETAS AMARILLAS						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
	0,55									
0,60	0,60									
	0,65		**MH**	LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD		3,11			106,09	27
	0,70			NEGRO		2,11				
	0,75			HUMEDAD MEDIA						
	0,80			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,85									
	0,90			A 0,75 m SE ENCUENTRA TUBO DE 12 PULGADAS						
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005677

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

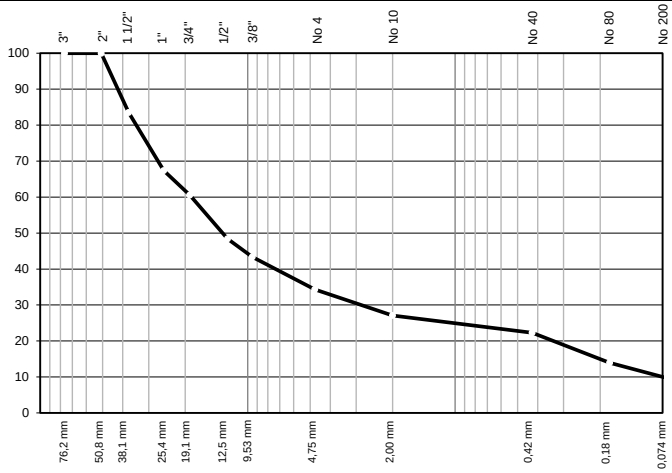
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA POBREMENTE GRADADA

SONDEO No: 15 MUESTRA No: 26 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,60



Gravas: 65,7%	Arenas: 26,2%	Finos: 8,1%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 5967,0

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	984,9	16,5	83
1"	964,2	16,2	67
3/4"	404,4	6,8	61
1/2"	726,9	12,2	48
3/8"	299,4	5,0	43
No 4	540,9	9,1	34
No 10	429,0	7,2	27
No 40	286,2	4,8	22
No 80	500,4	8,4	14
No 200	348,0	5,8	8,1
Fondo	482,4	8,1	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

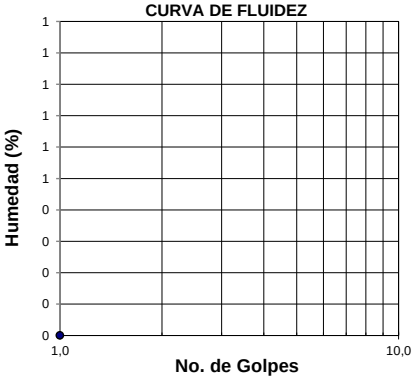
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			1A
W_1 (g)			755,5
W_2 (g)			682,6
W_C (g)			50
% HUMEDAD			11,5

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		11,5

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (1)**

U. S. C. S.: **GP-GM**

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

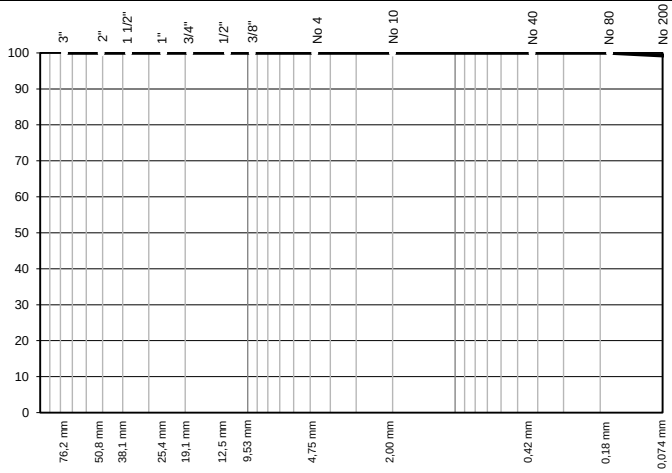
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**
OT: 97
UBICACIÓN: CIV 4005677
FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS
FECHA DE EMISION: 2025-04-15
FUENTE: OBRA
DESCRIPCION MUESTRA: LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD
SONDEO No: 15
MUESTRA No: 27
PROFUNDIDAD (m): 0,60-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 1,1%	Finos: 98,9%

Observaciones:

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			144,6
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,0	0,0	100
No 80	0,0	0,0	100
No 200	1,6	1,1	98,9
Fondo	143,0	98,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

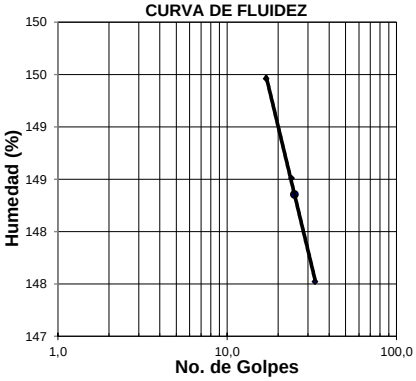
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	33	24	17
# Recipiente	9B	6B	48
W_1 (g)	27,38	27,46	27,66
W_2 (g)	13,69	13,5	13,79
W_C (g)	4,41	4,1	4,51
% HUMEDAD	147,5	148,5	149,5

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	2B1	47A	W_N
W_1 (g)	14,61	14,2	1B
W_2 (g)	10,87	10,71	66,76
W_C (g)	4,14	4,41	34,55
% HUMEDAD	55,6	55,4	4,19
			106,1

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		148
Limite Plastico:		55
Indice de Plasticidad:		93
Humedad Natural:		106,1
Índice de Liquidez		0,5

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-7-5 (117)**
U. S. C. S.:	**MH**

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97-1**
UBICACIÓN:	CIV 4005677	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-01
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
Dir. CLIENTE:	DIEGO CABALLERO ROJAS	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-16
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	MH		

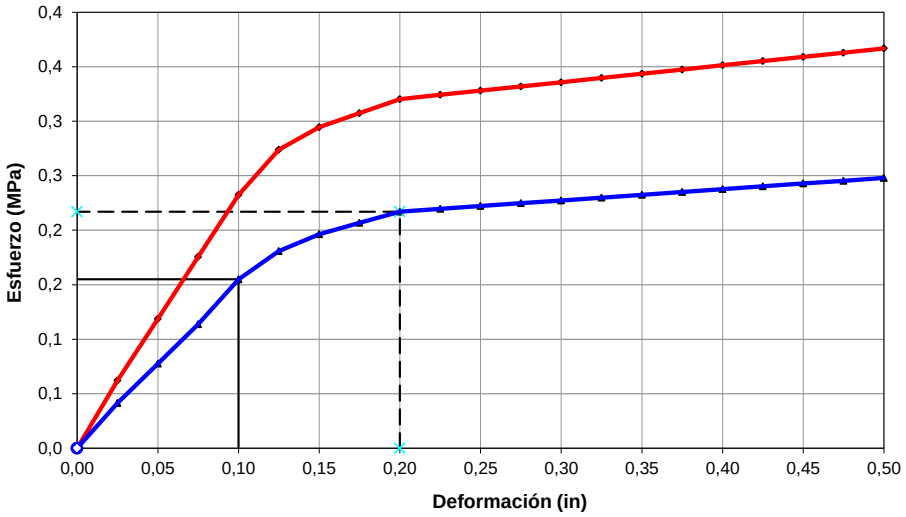
APIQUE No: 15 MUESTRA No: 27 PROFUNDIDAD (m): 0,60-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,120	0,062		0,080	0,041	
0,050	1,27		0,230	0,119		0,150	0,078	
0,075	1,91		0,340	0,176		0,220	0,114	
0,100	2,54	6,9	0,450	0,233	3,37	0,300	0,155	2,25
0,125	3,18		0,530	0,274		0,350	0,181	
0,150	3,81		0,570	0,295		0,380	0,196	
0,175	4,45		0,590	0,305		0,400	0,207	
0,200	5,08	10,3	0,620	0,320	3,11	0,420	0,217	2,11
0,300	7,62		0,650	0,336		0,440	0,227	
0,400	10,16		0,680	0,351		0,460	0,238	
0,500	12,70		0,710	0,367		0,480	0,248	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	1B
W_1	66,76
W_2	34,55
W_C	4,19
% Humedad	106,09

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	75X
W_1	79,86
W_2	38,70
W_C	4,40
% Humedad	120,00

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 8360 g
W. molde: 5305 g
W.muestra húmeda: 3055 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,8 cm
Densidad húmeda: 1,351 g/cm³
Densidad Seca: 0,655 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	11,0
Lectura 2° Dia	23,0
Lectura 3° Dia	35,0
Lectura 4° Dia	41,0
Expansión Total (Mm)	1,041
Expansión Total (%)	0,814

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE OPRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CFIV 4005710

APIQUE Nº. 14
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-01
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GM**	GRAVA LIMOSA					6,75	28
	0,25			FISURADO CON ARTAS RAICES DE ARBOL						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
0,90	0,90									
	0,95		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		1,00			41,24	29
	1,00			CAFÉ		0,85				
	1,05			HUMEDAD MEDIA						
	1,10			CONSISTENCIA MEDIA						
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,00	1,50			**FIN DEL APIQUE**						
5,00										

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Avazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005710

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

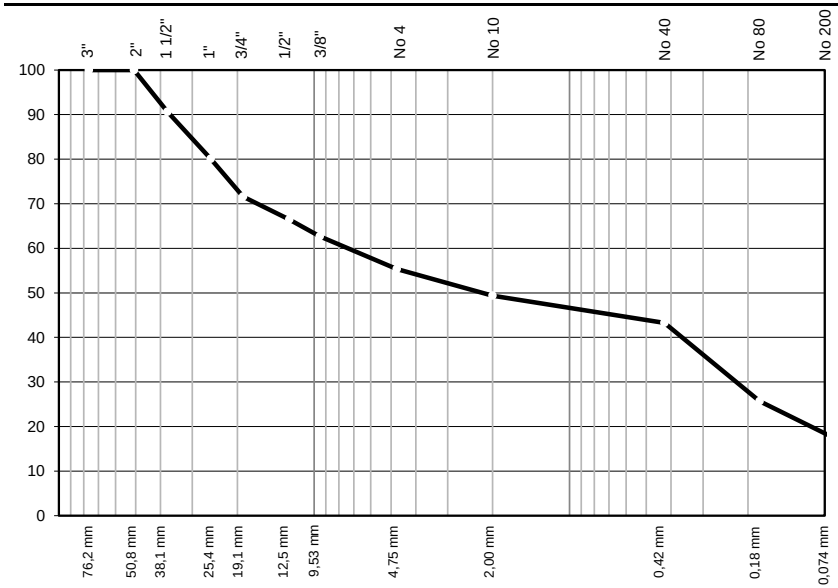
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 14 MUESTRA No: 28 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,90



Gravas: 44,6%	Arenas: 40,4%	Finos: 14,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 2174,0

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	203,2	9,3	91
1"	230,5	10,6	80
3/4"	183,7	8,4	72
1/2"	112,4	5,2	66
3/8"	81,5	3,7	63
No 4	159,3	7,3	55
No 10	130,6	6,0	49
No 40	132,0	6,1	43
No 80	382,2	17,6	26
No 200	233,8	10,8	14,9
Fondo	324,6	14,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

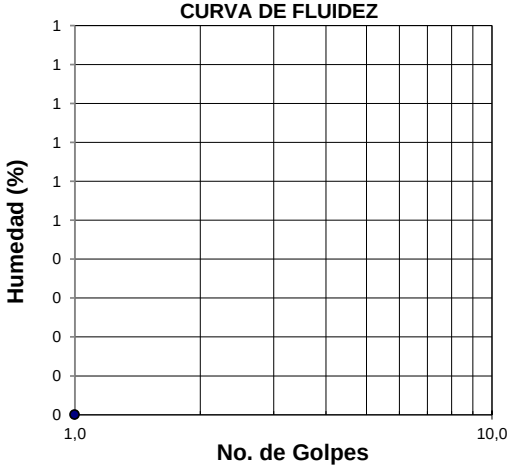
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			S-2
W_1 (g)			674,7
W_2 (g)			636,9
W_C (g)			77,3
% HUMEDAD			6,8

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		6,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005710

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISIÓN: 2025-04-08

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

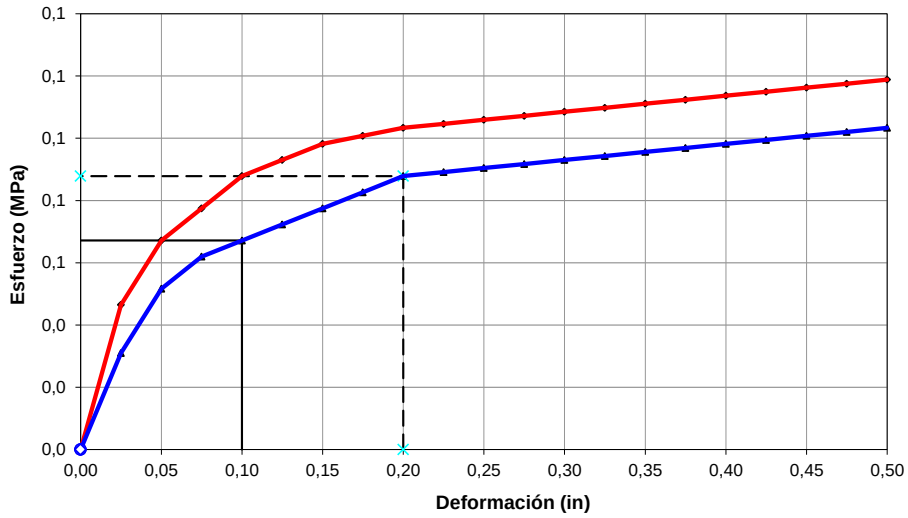
APIQUE No: 14 MUESTRA No: 29 PROFUNDIDAD (m): 0,90-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,090	0,047		0,060	0,031	
0,050	1,27		0,130	0,067		0,100	0,052	
0,075	1,91		0,150	0,078		0,120	0,062	
0,100	2,54	6,9	0,170	0,088	1,27	0,130	0,067	0,97
0,125	3,18		0,180	0,093		0,140	0,072	
0,150	3,81		0,190	0,098		0,150	0,078	
0,175	4,45		0,290	0,150		0,160	0,083	
0,200	5,08	10,3	0,200	0,103	1,00	0,170	0,088	0,85
0,300	7,62		0,210	0,109		0,180	0,093	
0,400	10,16		0,220	0,114		0,190	0,098	
0,500	12,70		0,230	0,119		0,200	0,103	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	36A
W_1	80,08
W_2	58,01
W_C	4,49
% Humedad	41,24

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	75X
W_1	82,79
W_2	55,22
W_C	4,55
% Humedad	54,41

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7415 g
W. molde: 4025 g
W.muestra húmeda: 3390 g
Diámetro molde: 14,8 cm
Altura muestra: 12,2 cm
Densidad húmeda: 1,615 g/cm³
Densidad Seca: 1,144 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	2,0
Lectura 1° Dia	3,0
Lectura 2° Dia	4,0
Lectura 3° Dia	5,0
Lectura 4° Dia	6,0
Expansión Total (Mm)	0,102
Expansión Total (%)	0,083

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

T200
ıedad Natural

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4005710

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

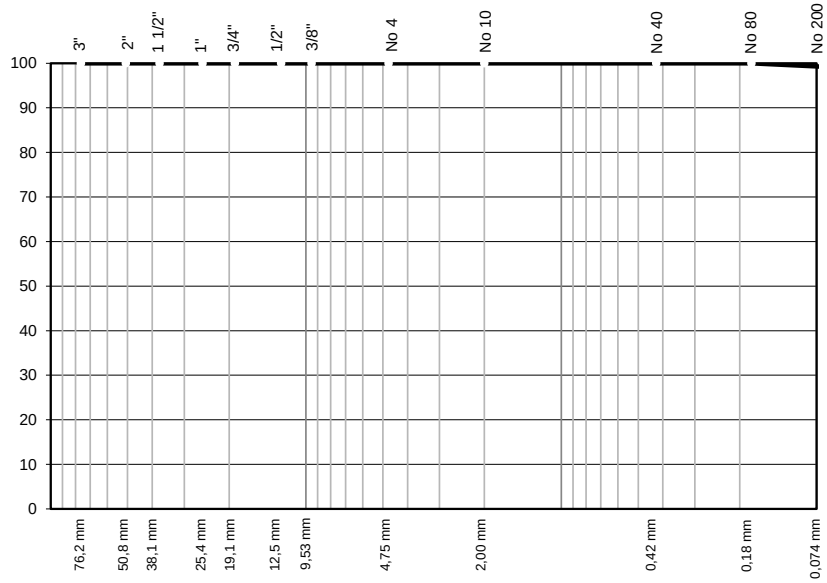
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 14 MUESTRA No: 29 PROFUNDIDAD (m): 0,90-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 1,0%	Finos: 99,0%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			192,9
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,0	0,0	100
No 80	0,0	0,0	100
No 200	2,0	1,0	99,0
Fondo	191,2	99,1	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	25	16
# Recipiente	30A	33A	47A
W_1 (g)	39,96	38,98	40,55
W_2 (g)	29,33	28,22	28,99
W_C (g)	4,39	4,16	4,39
% HUMEDAD	42,6	44,7	47,0

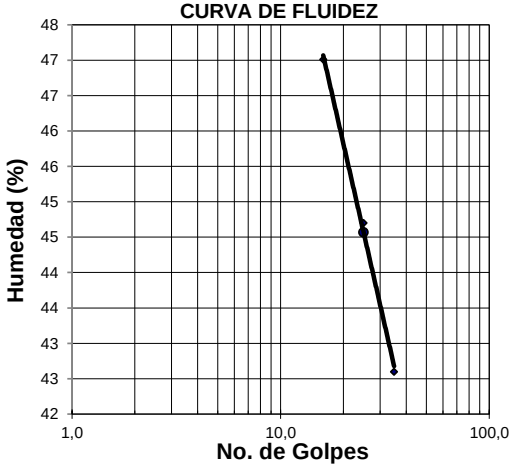
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	44A	JYJ	36A
W_1 (g)	29,88	30,21	80,08
W_2 (g)	25,40	25,73	58,01
W_C (g)	4,39	4,31	4,49
% HUMEDAD	21,3	20,9	41,2

W_N

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		45
Limite Plastico:		21
Indice de Plasticidad:		24
Humedad Natural:		41,2
Índice de Liquidez		0,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (26)**

U. S. C. S.: **CL**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

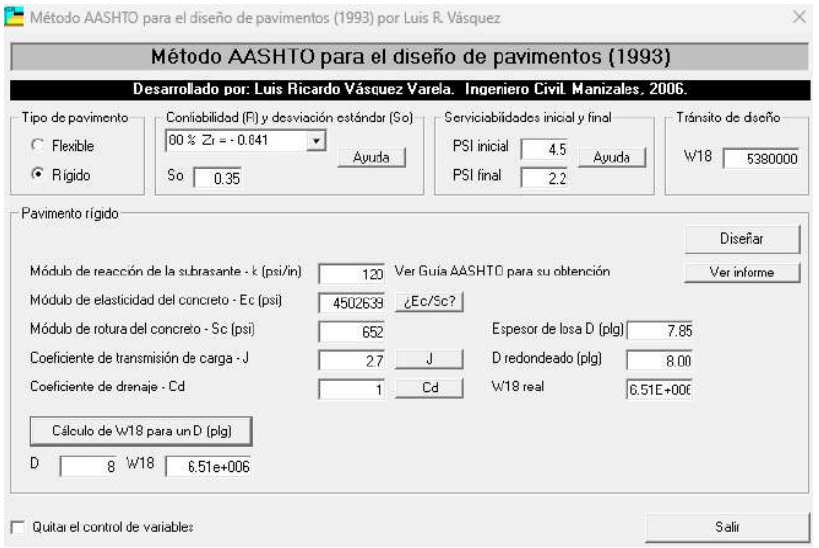
ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON CAPA ANTIEROSIVA

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CAPA ANITEROSIVA
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K comb	**120**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.85	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado Excel)**	8.22	pulg
		20.89	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	21.00	cm
		8.27	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	22.00	cm
		8.66	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.66	pulg

VERIFICACION INVIAS	Tipo de subrasante	S3
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T3



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

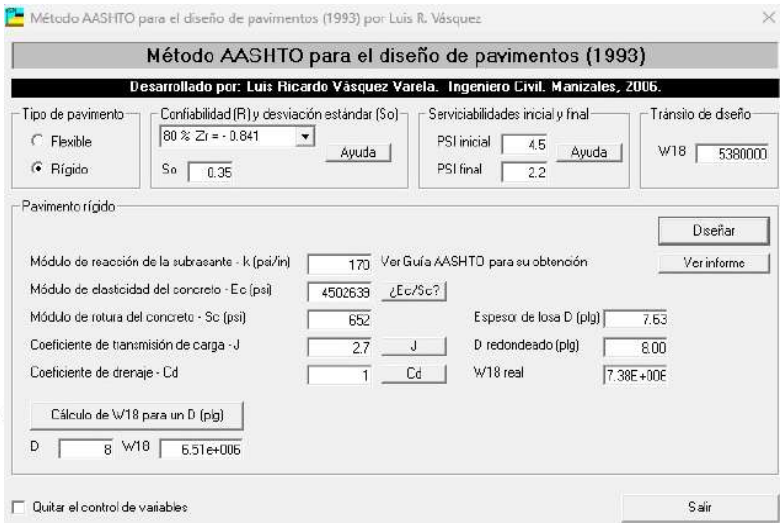
Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 3. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K combinado	**150**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.83	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado)**	8.06	pulg
		20.47	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	21.00	cm
		8.27	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	20.00	cm
		7.87	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.6614	pulg



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 4. INFORME DE PAVIMENTOS FDLSC-LP-003-2023

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PUBLICA No. FDLSC-487-2023

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE

DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA

GT04-CSC2023-V0

CONTRATISTA

CONSORCIO SANCRISTOBAL 2023

CONSULTOR

GEOINGTRO SAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha de modificación	Descripción de la modificación
0	29-08-2023	Versión inicial

ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Distribuir a	No.	Distribuir a
1	INTERVENTORÍA	4	
2		5	
3		6	

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato No.	FDLSC-487-2023	**Fecha:**	29 de agosto de 2023
Título del documento	Diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497		
Código del documento	GT04-CSC2023		

Control Interno Consorcio SanCristobal 2023 – Contrato FDLSC-487-2023	
Elaboró: **Ing. Juan Ricardo Troncoso Rivera** Especialista en pavimentos	Aprobó: **Ing. Angela Patricia Castro G.** Director de Obra
Revisión Externa	
Especialista de Pavimentos de Interventoría	Representante Legal

TABLA DE CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO 2
ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN 2
REVISIÓN Y APROBACIÓN 2
TABLA DE CONTENIDO 3
LISTA DE ILUSTRACIONES 4
LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE GRÁFICAS 5
LISTA DE FOTOGRAFÍAS 5
INTRODUCCIÓN 7
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
1.3 Alcance 8
2 GENERALIDADES 9
2.1 Localización y descripción del proyecto 9
2.2 Caracterización operacional del área de estudio 10
2.3 Caracterización climática 13
3 ANÁLISIS DE TRANSITO 15
3.1 Conteos de transito 15
3.2 Tránsito promedio diario 15
3.3 Periodo de diseño 16
3.4 Factor de distribución direccional 16
3.5 Factor de distribución por carril 16
3.6 Tasa de crecimiento 17
3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje 17
4 DIAGNOSTICO VIAL 18
4.1 Evaluación superficial del pavimento 20
4.2 Evaluación estructural 20
4.3 Resultado del diagnóstico vial 20
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 22
5.1 Perfiles estratigráficos 22
5.2 Caracterización geotécnica 22
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS 24
6.1 Análisis de potencial de expansión 24
6.2 Análisis de potencial de contracción de arcillas 25
6.3 Revisión bibliográfica frente al fenómeno de contracción y expansión 26
6.4 Recomendación frente al fenómeno de contracción y expansión 28
6.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 29
6.6 Correlación CBR- MR 30
6.7 Cálculo de la capacidad portante equivalente – CPE 30
6.7.1 Determinación del módulo de la capa reforzada con geocelda 30
6.7.2 Verificación del espesor mínimo de material 31
6.8 Cálculo de módulo de reacción del conjunto de capas 33
7 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 35
7.1 Metodología de diseño 35

7.2 Alternativas de diseño en pavimento rígido 35
7.2.1 Alternativa 1: Concreto hidráulico, capa antierosiva, SBG 36
7.2.2 Alternativa 2: Concreto hidráulico, subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
7.3 Características geométricas de la losa 38
7.4 Modulación ante la presencia de estructuras hidráulicas 38
7.5 Características de las barras de transferencia y amarre 40
7.6 Juntas de transferencia 40
7.6.1 Juntas de expansión 41
7.6.2 Sellado de juntas 41
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
9 LIMITACIONES 43
ANEXOS I
ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA I
ANEXO 2. VERIFICACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DE MATERIAL GRANULAR QUE ACOMPAÑA EL REFUERZO DE GEOCELDA II
ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO: PCA III
ANEXO 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL ADITIVO POTENCIALIZADOR IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del área de estudio 9
Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347 10
Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018 11
Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292 11
Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140 12
Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497 12
Ilustración 7. Cargas no uniformes impuestas en estructuras de pavimento por suelos expansivos 26
Ilustración 8. Modelo conceptual para generación de fisuras longitudinales inducidas por el ambiente en pavimentos 27
Ilustración 9. Evolución del porcentaje de fisuración en secciones estudiadas 27
Ilustración 10. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal 29
Ilustración 11. Mejoramiento de plataforma con geocelda 31
Ilustración 12. Determinación de K compuesto 34
Ilustración 13. Análisis de sensibilidad capa de subbase 36
Ilustración 14. Estructura de pavimento rígido, alternativa 1 37
Ilustración 15. Análisis de sensibilidad capa de subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
Ilustración 16. Estructura de pavimento rígido, alternativa 2 38
Ilustración 17. Detalle de modulación si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 18. Detalle de modulación cuando se presentan estructuras hidráulicas y la junta de expansión coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 19. Detalle de modulación cuando se presentan sumideros 40
Ilustración 20. Detalle de junta de expansión con dovela 41
Ilustración 21. Detalle junta de expansión sin dovela 41

Ilustración 22. Estructuras de pavimento recomendadas para intervención 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico 8
Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV ..15
Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito.....16
Tabla 4. Factor carril.....16
Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 7. Condición del pavimento 21
Tabla 8. Tipo de ensayo, norma técnica, cantidad.....23
Tabla 9. Resultados de ensayos de laboratorio 23
Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos 24
Tabla 11. Potencial expansivo de la subrasante 24
Tabla 12. Comparación de contenido de agua de equilibrio y natural 24
Tabla 13. Potencial de contracción de arcillas 25
Tabla 14. Clasificación de potencial de contracción.....25
Tabla 15. Análisis de resultados de límite de contracción.....26
Tabla 16. Geosintéticos contemplados en el estudio 28
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR 29
Tabla 18. Correlaciones entre CBR Vs MR.....30
Tabla 19. Cálculo de modulo resultante de refuerzo con geocelda 31
Tabla 20. Verificación de espesor 33
Tabla 21. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido 36
Tabla 22. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 1 36
Tabla 23. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 2 38
Tabla 24. Proporciones recomendadas de cemento y aditivo.....38
Tabla 25. Ancho de losa por CIV.....38
Tabla 26. Características de las barras de transferencia 40
Tabla 27. Características de las barras de amarre 40
Tabla 28. Características de las juntas 41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio 13
Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio 14
Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero 14
Gráfica 4. Perfiles encontrados en la exploración geotécnica.....22

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo 15

Fotografía 2. Estado actual CIV 4001234 PK_ID 203347 18
Fotografía 3. Estado actual CIV 4001104 PK_ID 203018 18
Fotografía 4. Estado actual CIV 4001159 PK_ID 183292 19
Fotografía 5. Estado actual CIV 4003781 PK_ID 208140 19
Fotografía 6. Estado actual CIV 4003972 PK_ID 208497 20

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal 16
Ecuación 2. Humedad de equilibrio 24
Ecuación 3. Incremento del módulo del material granular por MIF 31
Ecuación 4. Factor de incremento de modulo 31
Ecuación 5. Relación de módulo 32
Ecuación 6. Determinación del espesor mínimo de material con uso de geocelda 32

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de obra pública No. FDLSC-487-2023 celebrado entre el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal y el Consorcio Sancristobal 2023, cuyo objeto es: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE", se hace necesario realizar los estudios y diseño de pavimento, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con la normativa aplicable para la ciudad de Bogotá D.C.

El Consorcio Sancristobal 2023 encomendó a GEOINGTRO S.A.S., la elaboración del diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria.

Las especificaciones de las actividades a realizar durante la construcción deberán cumplir lo establecido en documento ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.", versión 2018.

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos del diseño de pavimento y el alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento con base en la metodología descrita en la GUÍA GU-IC-13 DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. y el Apéndice I – Diagnóstico, Técnicas de Intervención y Diseño de Alternativas para la Conservación Programada de los Pavimentos de la Malla Vial de Bogotá D.C. del Instituto de Desarrollo Urbano.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar de la información técnica disponible del diagnóstico vial realizado.
- Analizar la exploración geotécnica como insumo principal para el análisis geotécnico de la subrasante y sus comportamientos asociados.
- Diseñar una estructura de pavimento por medio de la metodología PCA-84.
- Determinar las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.

1.3 Alcance

El alcance del diseño de pavimento incluye cinco (5) segmentos viales.

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

Fuente: Listado entregado por el Consorcio Sancristobal 2023

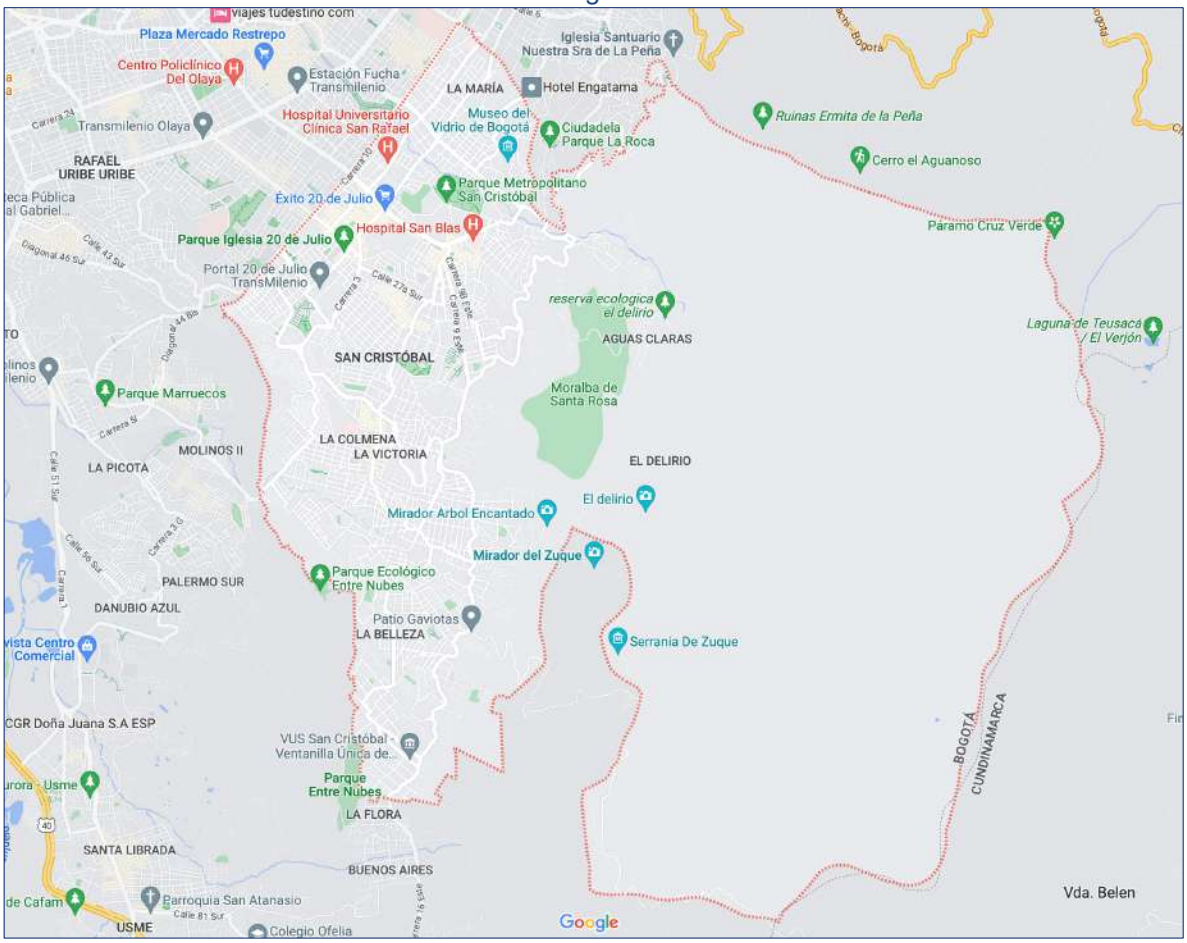
2 GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, la ubicación especificación corredor vial a evaluar, así como las condiciones climáticas que se incluyen en las hipótesis del diseño de estructuras de pavimento.

2.1 Localización y descripción del proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 Sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 Sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

Ilustración 1. Localización general del área de estudio

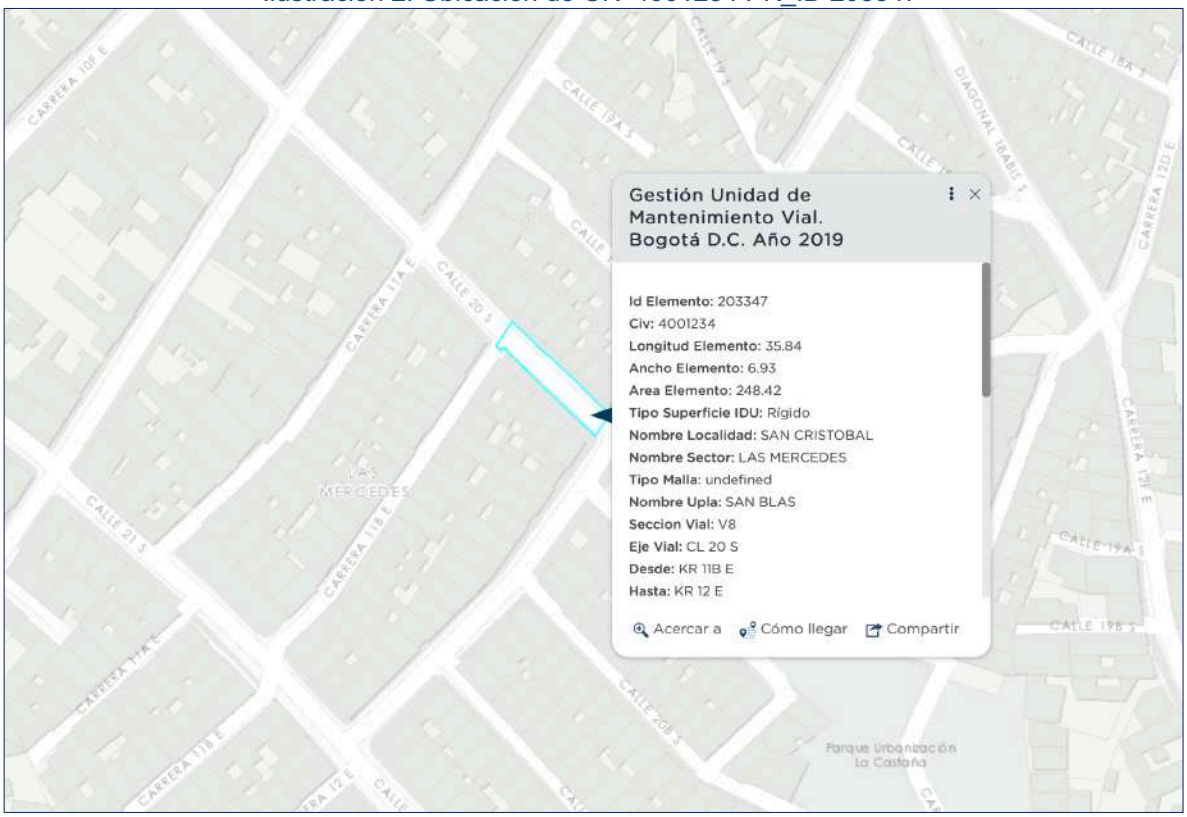


Fuente: Google Maps, 2023

2.2 Caracterización operacional del área de estudio

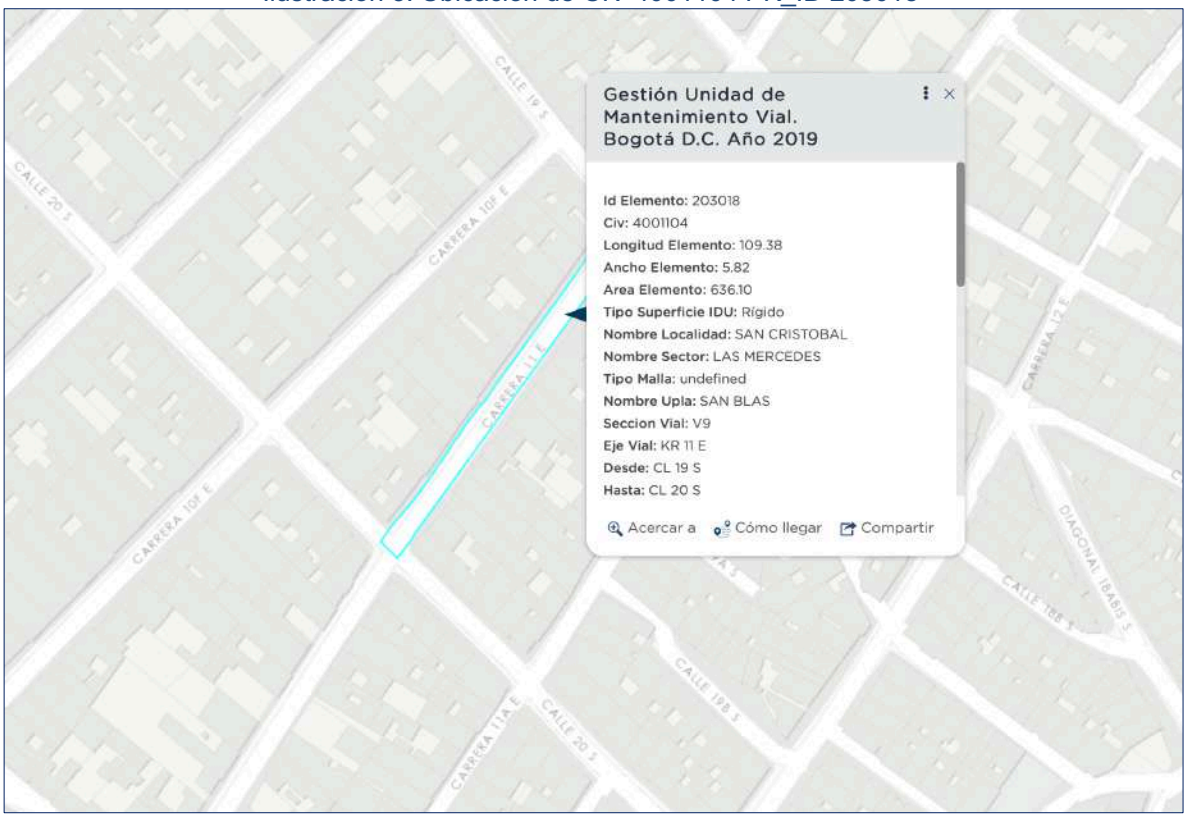
El tramo vial del CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria, es un corredor vial de una calzada con dos carriles en dos direcciones con funcionalidad vehicular, actualmente con superficie de pavimento consolidada.

Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347



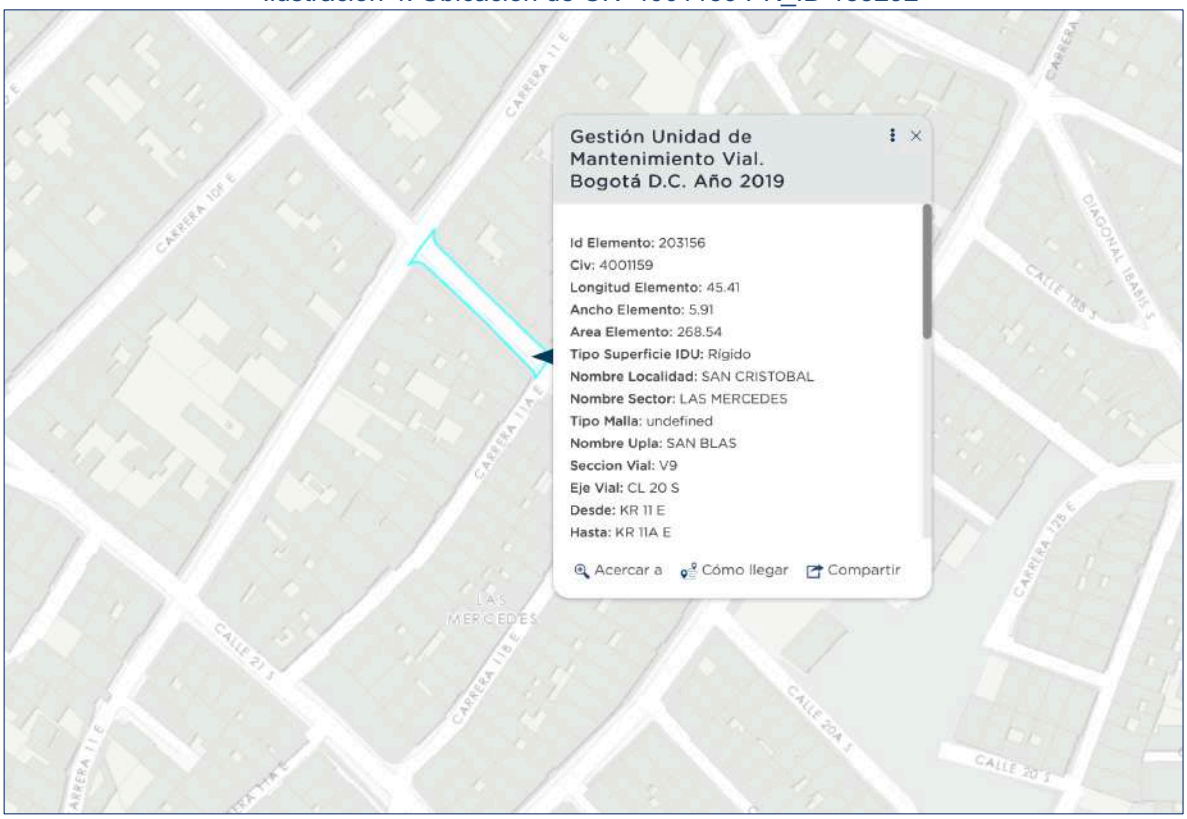
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018



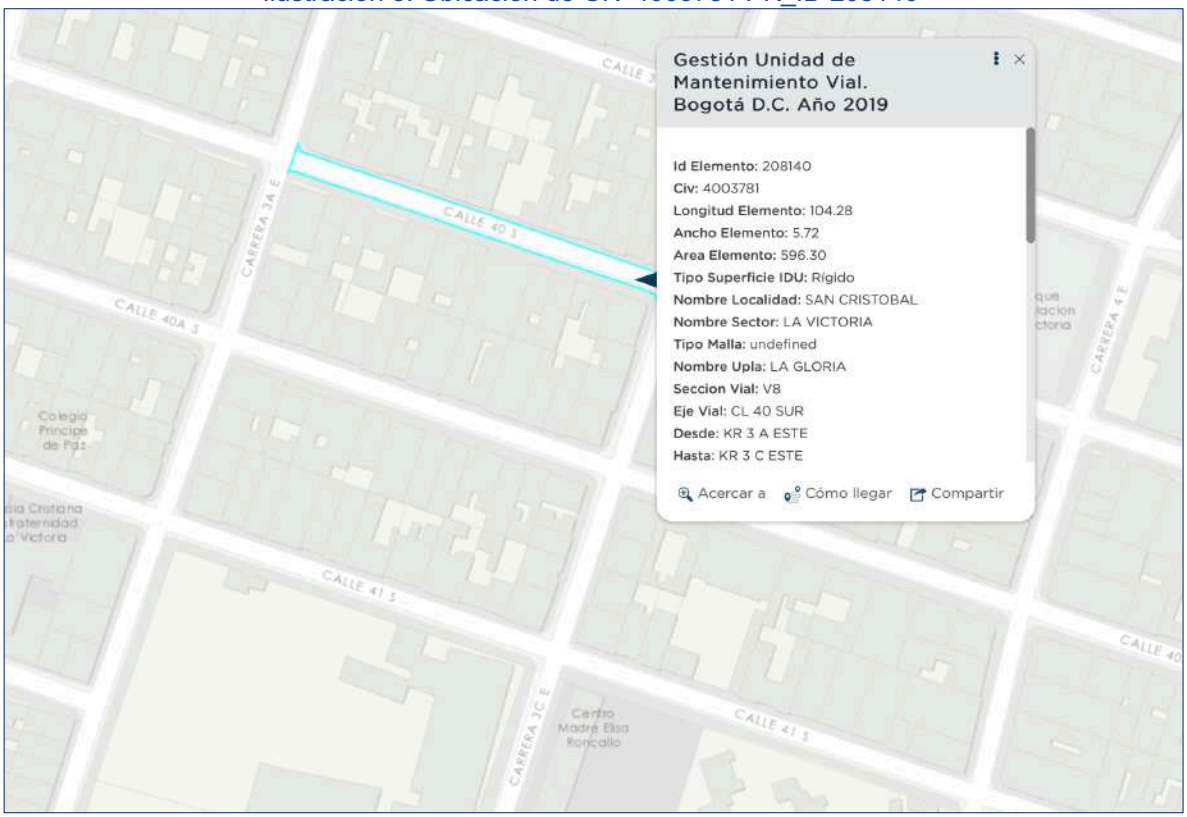
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292



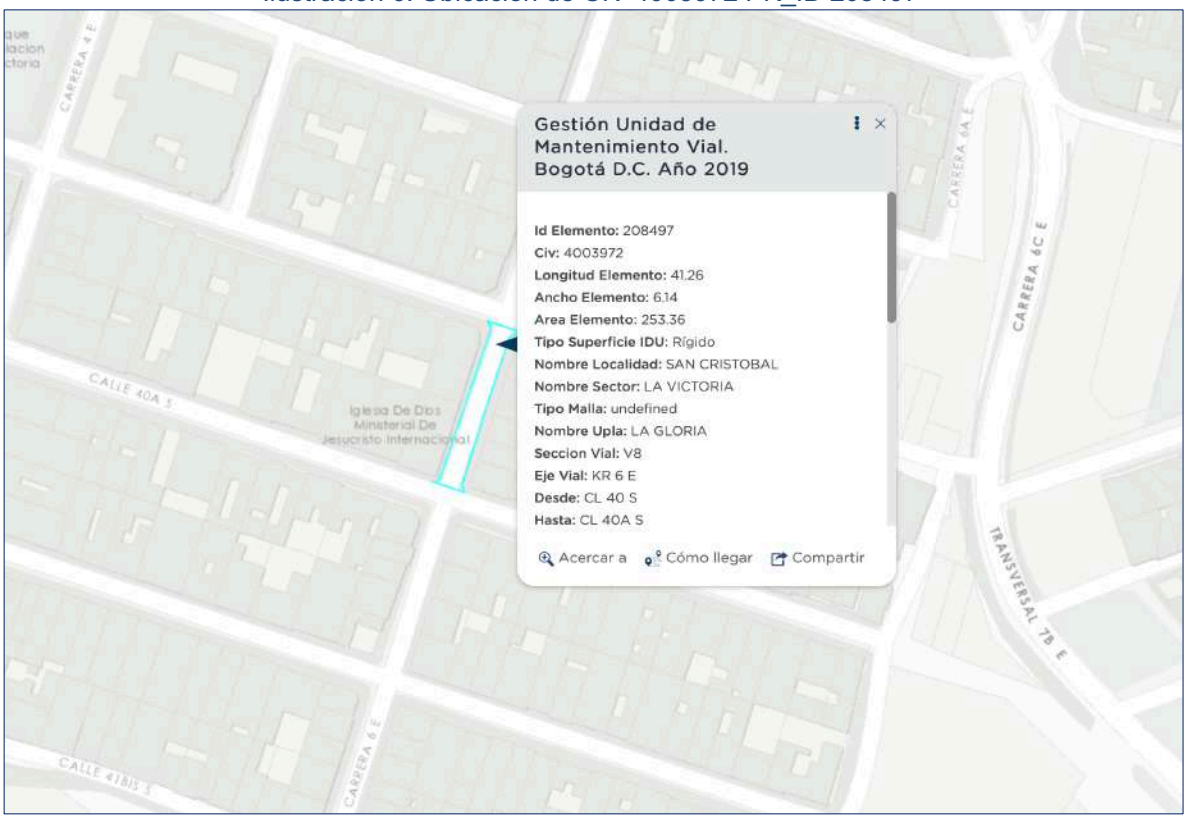
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140



Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497



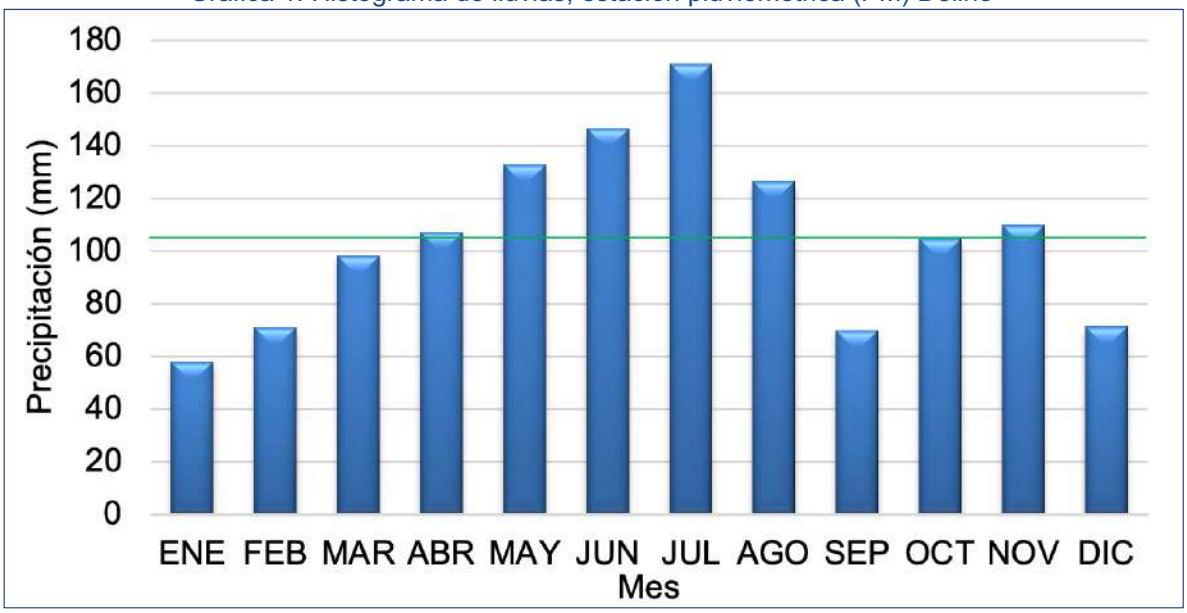
Fuente: IDECA, 2023

2.3 Caracterización climática

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación pluviométrica (PM) Delirio y estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero, ubicadas en las coordenadas 4°33'0.0"N - 74°3'0.0"W y 4°35'54.1"N - 74°3'41.6"W respectivamente, y que registran los siguientes parámetros:

- Precipitación anual: 1.267 mm
- Número de días con lluvia al año: 253
- Temperatura media anual: 13°C

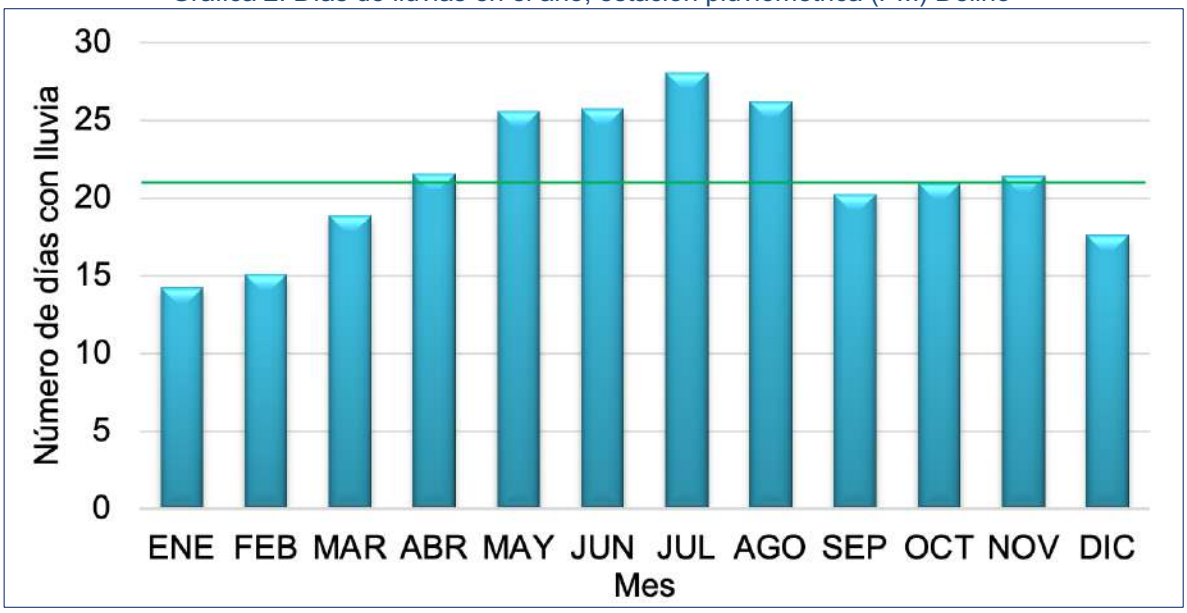
Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Los meses con mayor precipitación son, mayo, junio, julio agosto, octubre y noviembre, siendo julio el que presenta mayor precipitación con 170,9 mm.

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio



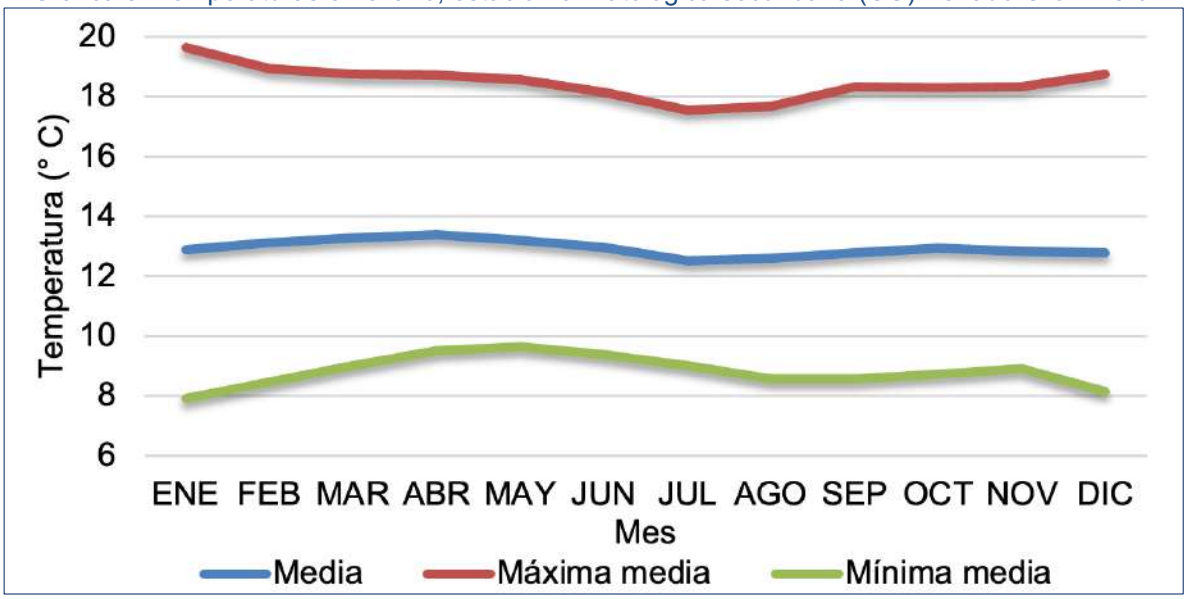
Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365} = \frac{21{,}6 + 25{,}6 + 25{,}7 + 28{,}1 + 26{,}2 + 21{,}4}{365} = 40{,}7\%$$

Con respecto a la temperatura, se observa la variación de esta durante el año.

Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3 ANÁLISIS DE TRANSITO

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Fuente: Elaboración propia

3.1 Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo



Fuente: propia

3.2 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Fuente: propia

Siendo,
i, el tipo de vehículo

3.3 Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

- Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

3.4 Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección.

Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Fuente: Adaptado de Manual de Bajos Volúmenes INVIAS 2007, y Manual de Medianos y Altos Volúmenes INVIAS

Se define un factor direccional típico de 1.

3.5 Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor carril

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Vías

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

3.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. VERIFICACIÓN DE MODULO COMBINADO K

VERIFICACIÓN DE MODULO EQUIVALENTE

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
4.88	497.38	7074.37

OPCION 1

MATERIAL ESTABILIZADO

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
497.38	5093.00	2.54	20	0.66	1.03	0.64	1346.5	13.46	64.45	237.43	178.18
								4.00			
								OK			

OPCION 2

SUBBASE GRANULAR

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
497.38	1054.00	1.35	30	0.99	0.93	0.64	807.0	8.07	53.34	196.51	119.63
								4.00			
								OK			

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 8. DETALLES CONSTRUCTIVOS DWG- PDF

ANEXO 9. MEJORAMIENTO DE LA SUBRSANTE

CALCULO DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4002396 - 4003789 - 4003635 - 4000818

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
2.21	169.21	2406.72

MEJORAMIENTO

GEOCELDA

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

	h	E_3	MIF	E_2		$E_{CBR\ req}$	
	cm	kg/cm^2		kg/cm^2		kg/cm^2	
GEOCELDA	15	169.21	1.30	419.41	>	400.0	OK
SUBBASE	5	419.41	1.00	487.76	>	400.0	OK

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE"

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4003156 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 36 SUR Y CALLE 36 A SUR, CIV 4003105 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 36 SUR Y CALLE 36 A SUR, CIV 4008323 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 34 SUR Y CALLE 36 SUR, CIV 4003047 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 34 SUR Y CALLE 36 SUR, CIV 4002996 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 34 SUR Y CALLE 32 B SUR, CIV 4007440 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 32 B SUR Y CALLE 31 Y CIV 4002833 CARRERA 9 ESTE ENTRE CALLE 31 SUR Y CALLE 30 C SUR .

BOGOTÁ D.C., JUNIO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. GENERALIDADES 14

2.1 Metodología 15

2.2 Normatividad Consultada 15

2.3 Condiciones Climáticas 16

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 18

4. TRÁNSITO DE DISEÑO 25

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 35

5.1 Estratigrafía 37

5.2 Nivel freático 38

5.3 Ensayos de caracterización física 39

5.4 Análisis de potencial de expansión 42

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 43

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante 45

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 47

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 47

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19 48

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG) 49

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4% 50

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K 52

6.3 Capacidad Estructural Requerida 57

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido 58

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr) 58

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado 59

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI) 59

6.4.4 Coeficientes de drenaje 60

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga 60

6.4.6 Número estructural (SN) 61

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido 61

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) 61

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4% 62

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción 63

6.7 Características Geométricas de la Losa 66

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas 66

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre 68

6.10 Juntas de Transferencia 69

6.11 Juntas de Expansión 69

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte 70

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 72

7.1 Equipos para los materiales granulares 73

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares 76

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 78

6.1.1. Preparación del Terreno 78

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 79

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 79

6.1.4. Compactación 79

6.1.5. Curado y Protección 79

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 80

8 CONCLUSIONES 82

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 14

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 20

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 23

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003156 (Fuente: Propia) 23

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003105 (Fuente: Propia) 24

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003047 (Fuente: Propia) 24

Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4008323 (Fuente: Propia) 24

Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002996 (Fuente: Propia) 25

Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002833 (Fuente: Propia) 25

Tabla 10. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 26

Tabla 11. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia) 32

Tabla 12. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia) 32

Tabla 13. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)..... 33

Tabla 14. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia) 34
Tabla 15. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia) 35
Tabla 16. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 36
Tabla 17. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 39
Tabla 18. Tipos de intervención. (Fuente: Propia) 42
Tabla 19. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 43
Tabla 20. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia) 43
Tabla 21. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia) 44
Tabla 22. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia) 44
Tabla 23. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 44
Tabla 24. Propiedades mecánicas de los materiales 52
Tabla 25. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 55
Tabla 26. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia) 56
Tabla 27. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 56
Tabla 28. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia) 61
Tabla 29. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia) 62
Tabla 30. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia) 63
Tabla 31. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 65
Tabla 32. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 66
Tabla 33. Ancho de losa por CIV. Fuente: Elaboración propia. 66
Tabla 34. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 68

Tabla 35. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 69
Tabla 36. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 69
Tabla 37. Alternativa recomendada Fuente Propia. 83

LISTA DE ILUSTRACIONES

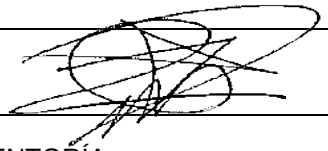
Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia- Google Earth) 19
Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4003156. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4003105. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4008323. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 5. Ubicación Segmento vial 4003047. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4002996. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4007440. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 22
Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4002833. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 22
Ilustración 9. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 28
Ilustración 10. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023.. 29
Ilustración 11. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 30
Ilustración 12. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 31
Ilustración 13. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 32
Ilustración 14. Ubicación de los apiques (Fuente: Propia- Google Earth) 36
Ilustración 15. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia) 37
Ilustración 16. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia) 37
Ilustración 17. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 40

Ilustración 18. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)..... 41
Ilustración 19. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 49
Ilustración 20. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 50
Ilustración 21. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)..... 51
Ilustración 22. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO) 54
Ilustración 23. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)..... 55
Ilustración 24. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)..... 58
Ilustración 25. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 59
Ilustración 26. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)..... 59
Ilustración 27. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 60
Ilustración 28. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO) 60
Ilustración 29. Junta en pozos 67
Ilustración 45. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos 67
Ilustración 31. Junta en Sumideros..... 68
Ilustración32. Detalle Junta de expansión..... 70

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	1	**fecha**	03/06/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4003156, 4003105, 4008323, 4003047, 4002996, 4007440 Y 4002833 al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000061	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4008530	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías

convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

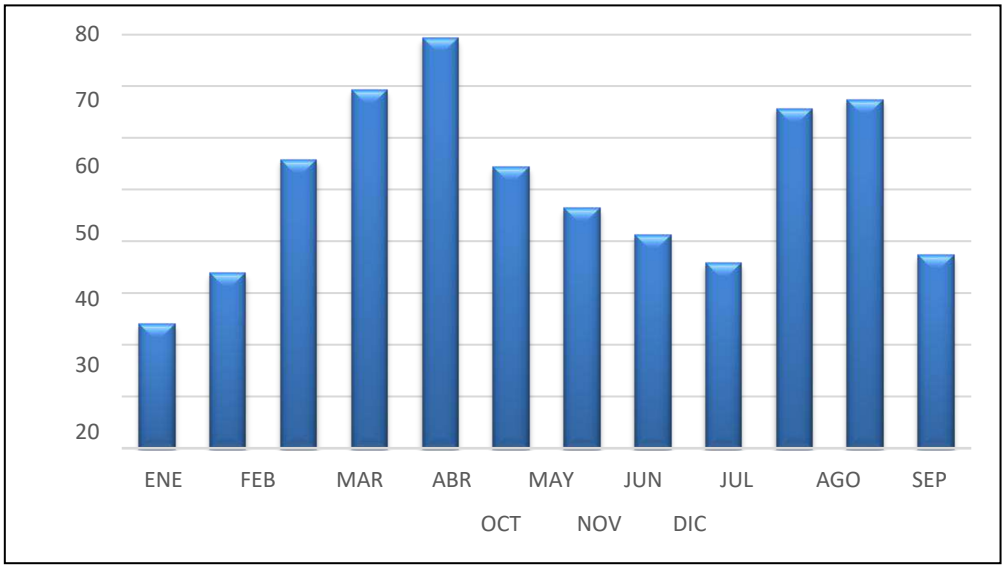
- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.

- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

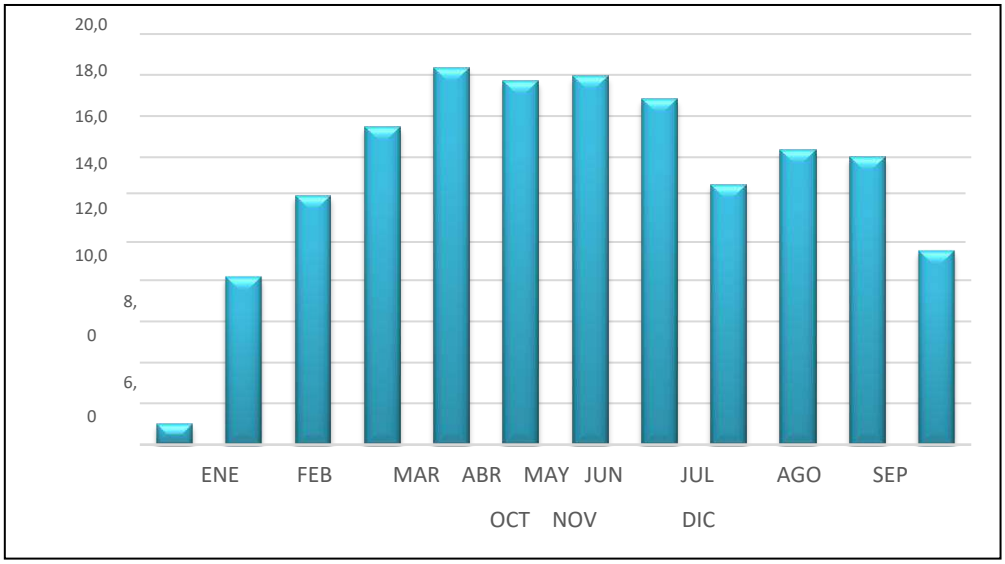
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



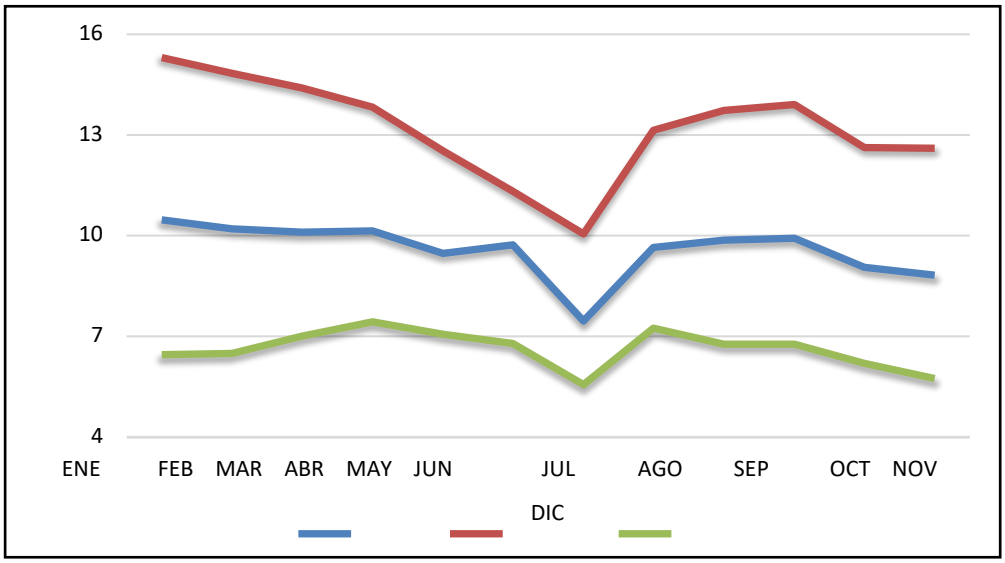
Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR de la UPL SAN BLAS y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4003156	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	25,08	7,78	195,12
4003105	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	12,90	7,95	102,56
4008323	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	15,47	7,80	120,67
4003047	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	16,87	8,02	135,30
4002996	CARRERA 9 ESTE	CALLE 32B SUR	CALLE 34 SUR	43,98	7,96	350,08
4007440	CARRERA 9 ESTE	CALLE 31 SUR	CALLE 32B SUR	78,78	7,82	616,06
4002833	CARRERA 9 ESTE	CALLE 30C SUR	CALLE 31 SUR	110,26	11,05	1218,37

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4003156	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	25,08	7,78	195,12
4003105	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	12,90	7,95	102,56
4008323	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	15,47	7,80	120,67

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4003156. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

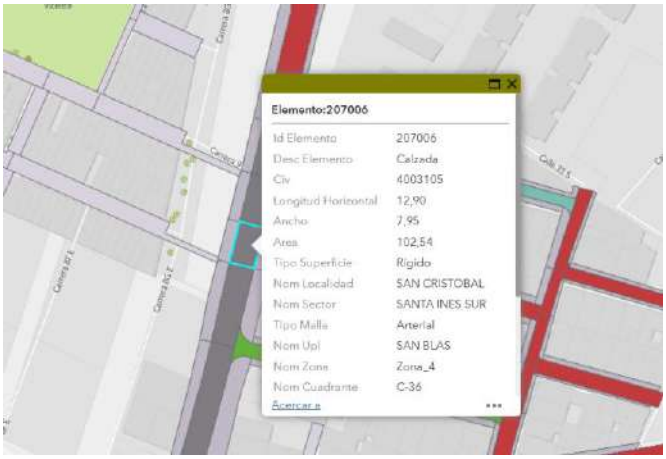


Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4003105. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

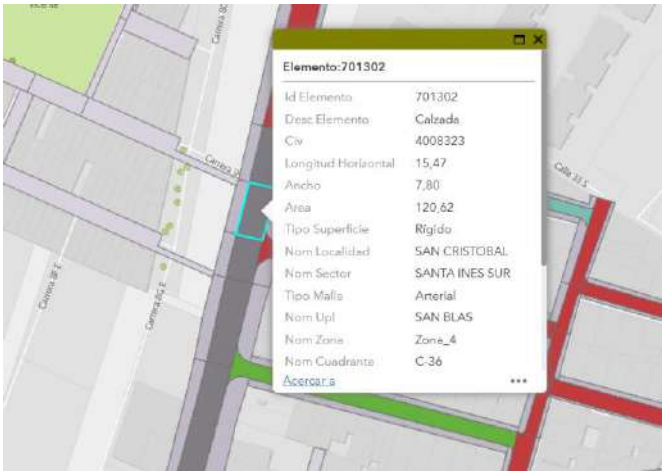


Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4008323. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

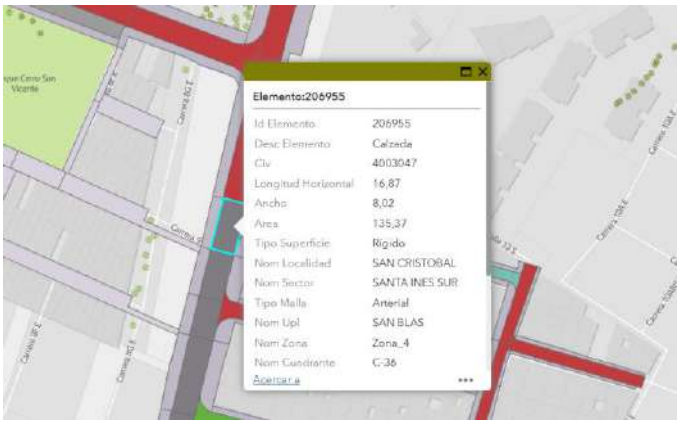


Ilustración 5. Ubicación Segmento vial 4003047. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

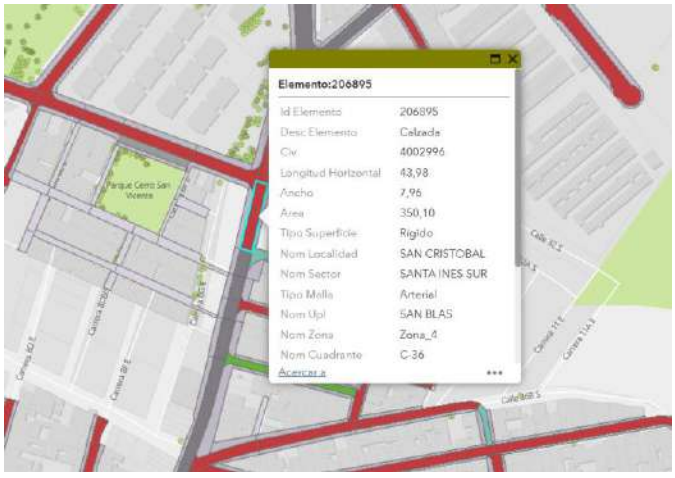


Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4002996. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

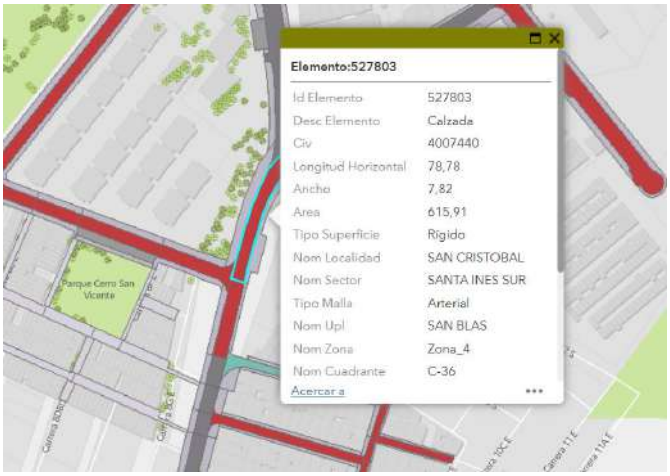


Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4007440. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

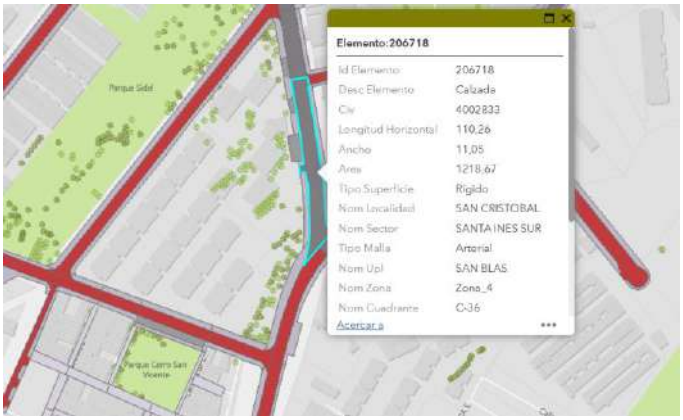


Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4002833. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo RECONSTRUCCIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo

anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4003156	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4003105	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4008323	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4003047	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4002996	CARRERA 9 ESTE	CALLE 32B SUR	CALLE 34 SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4007440	CARRERA 9 ESTE	CALLE 31 SUR	CALLE 32B SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4002833	CARRERA 9 ESTE	CALLE 30C SUR	CALLE 31 SUR	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)





Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003156 (Fuente: Propia)

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003105 (Fuente: Propia)

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4003047 (Fuente: Propia)

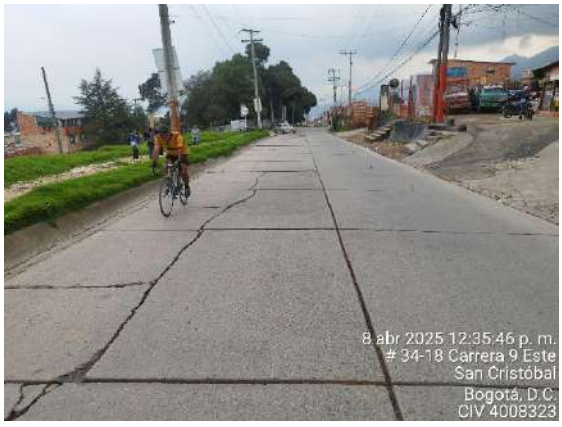
	

Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4008323 (Fuente: Propia)





Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002996 (Fuente: Propia)





Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002833 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso,

vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías. Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 10. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

Para la evaluación del transitó, y verificar los ejes equivalentes que serán utilizados para el diseño, se verificó la información disponible para la localidad de San Cristóbal de proyectos que hayan sido ejecutados durante la vigencia 2024. La consulta se realizó a través del portal de contratación SECOP 2:

(https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE)

A partir de esto, se obtuvo la consulta para el proyecto enmarcado en la licitación pública FDLSC-LP-001-2023 cuyo objeto fue: “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”. Dentro de la información pública y obtenida en el portal de contratación se tomó como soporte el siguiente documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DEL CIV 4003200 PK_ID 207114, CIV 4003351 PK_ID 207330, CIV 4003400 PK_ID 207423, CIV 4006758 PK_ID 214490, CIV 4006760 PK_ID 604752, CIV 4006761 PK_ID 529286, CIV 4006769 PK_ID 214502, CIV 4006771 PK_ID 214508, CIV 4003657 PK_ID 207897, CIV 4003677 PK_ID 207936, CIV 4003694 PK_ID 207975, CIV 4003714 PK_ID 208005, LOS ALPES, de fecha 29 de agosto de 2023, información que permite dilucidar la siguiente evaluación del tránsito capítulo 3:

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
15	4003200	207114	Carrera 9 Este	Calle 36A Sur	Calle 36B Sur
16	4003351	207330	Carrera 9 Este	Calle 36F Sur	Calle 36F Bis Sur
17	4003400	207423	Carrera 9 Este	Calle 36F Bis Sur	Calle 36G Sur
18	4006758	214490	Carrera 9 Este	Calle 36G Sur	Calle 36G Bis Sur
19	4006760	604752	Carrera 9 Este	Calle 36G Bis Sur	Calle 36H Sur
20	4006761	529286	Carrera 9 Este	Calle 36H Sur	Calle 36H Sur
21	4006769	214502	Carrera 9 Este	Calle 36H Sur	Calle 36H Bis Sur
22	4006771	214508	Carrera 9 Este	Calle 36H Bis Sur	Calle 36I Sur
23	4003657	207897	Carrera 9 Este	Calle 36I Sur	Calle 36I Bis Sur
24	4003677	207936	Carrera 9 Este	Calle 36I Bis Sur	Carrera 8F Este
25	4003694	207975	Carrera 9 Este	Carrera 8F Este	Calle 36J Sur
26	4003714	208005	Carrera 9 Este	Calle 36J Sur	Calle 36L Sur

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
15	4003200	207114	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
16	4003351	207330	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
17	4003400	207423	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
18	4006758	214490	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
19	4006760	604752	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
20	4006761	529286	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
21	4006769	214502	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
22	4006771	214508	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
23	4003657	207897	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
24	4003677	207936	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
25	4003694	207975	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
26	4003714	208005	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Ilustración 9. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

4.1. Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

4.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Siendo,
i, el tipo de vehículo

4.3. Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

• Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

4.4. Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección:

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Ilustración 10. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Se define un factor direccional típico de 1.

4.5. Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Ilustración 11. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

4.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

4.7. Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3	4	2S1
2023	Obra	1.672	130	349	38	1	1	1
2024	1	1.715	133	358	39	1	1	1
2025	2	1.759	137	367	40	1	1	1
2026	3	1.804	140	376	41	1	1	1
2027	4	1.850	144	386	42	1	1	1
2028	5	1.897	148	396	43	1	1	1
2029	6	1.946	151	406	44	1	1	1
2030	7	1.996	155	417	45	1	1	1
2031	8	2.047	159	427	47	1	1	1
2032	9	2.099	163	438	48	1	1	1
2033	10	2.153	167	449	49	1	1	1
2034	11	2.208	172	461	50	1	1	1
2035	12	2.265	176	473	51	1	1	1
2036	13	2.322	181	485	53	1	1	1
2037	14	2.382	185	497	54	1	1	1
2038	15	2.443	190	510	56	1	1	1
2039	16	2.505	195	523	57	1	1	1
2040	17	2.570	200	536	58	2	2	2
2041	18	2.635	205	550	60	2	2	2
2042	19	2.703	210	564	61	2	2	2
2043	20	2.772	216	579	63	2	2	2

Ilustración 12. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	16.695.681
	Simple	76	16.695.681
Bus padrón	Simple direccional	59	1.298.109

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
	Simple	108	1.298.109
2P	Simple direccional	25	3.484.924
	Simple	59	3.484.924
2G	Simple direccional	59	379.447
	Simple	108	379.447
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985
4	Simple direccional	137	9.985
	Tándem	216	9.985
2S1	Simple direccional	49	9.985
	Simple	108	9.985
	Simple	108	9.985

Ilustración 13. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

El informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 se incluye en el anexo 4.

A partir de esto, y como verificación se procedió con la información obtenida a realizar la proyección de ejes equivalentes para 20 años, periodo de diseño para el pavimento rígido, obteniendo lo siguiente:

4.8. Transito promedio diario.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - TPD										
TPD			**BUS**	**BUS PADRÓN**	**C_2P**	**C_2G**	**C_{3-C4}**	**C_5**	**$>C_5$**	**TOTAL**
Aforos 2025 = TE			1759	137	367	40	1	1	1	2306
Otros Vehículos										0
Tránsito Atraído = T At	3%		53	4	11	1	0	0	0	69
Tránsito Desarrollado = TD	3%		53	4	11	1	0	0	0	69
Tránsito Total			1865	145	389	42	1	1	1	2444
Tránsito de Construcción aparente CA							1			1
Total			1865	145	389	42	2	1	1	2445
Porcentaje	%		76.25%	5.94%	15.91%	1.73%	0.08%	0.04%	0.04%	100.0%
Factor Direccional Fd	100%									
Factor por Carril de Diseño Fca	100%									
Factor de Ajuste Fd x Fca	100%		477	1	39	1	2	0	0	520
Tasa de Crecimiento Anual	2.56%	2.56%								
TPD de Diseño		0	1912	149	399	43	2	1	1	2508

Tabla 11. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia)

4.9. Factor Camión

A continuación, se presenta las equivalencias para el cálculo del factor camión:

CALCULO DE FACTOR CAMIÓN			
TIPO	BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
FC FLEXIBLE	1.01415	1.73035077	1.081494983
FC RÍGIDO	0.97867	1.907523596	1.086000423

Tabla 12. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia)

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (FÓRMULA SIMPLIFICADA AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 1996)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2002)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2003)
AUTOS	AUTOS	0.00136	0.00106	0.000	0.00076		
BUSES	BUSETA	0.36082	0.32934	0.400	0.28983		
	BUS	1.01415	1.04087	1.000	0.97867	1.00000	1.00000
	BUS METROPOLITANO	1.52969	1.58608	1.000	1.59502	1.00000	1.00000
C_2P	C_2P	1.47873	1.49385	1.140	1.56014	1.14000	1.14000
C_2G	C_2G	3.57649	3.92130	3.440	4.00133	2.81000	2.15000
C_3 Y C_4	C_3	4.77916	5.31029	3.760	9.58982	3.52000	3.15000
	C_2-S_1	6.66100	6.47658	3.370	7.58407	3.17000	3.13000
	C_4	5.11254	4.91393	6.730	9.86290	3.79000	3.15000
	C_3-S_1	8.02227	7.86557	2.220	13.31807	0.65000	2.33000
	C_2-S_2	8.02227	7.86557	3.420	13.31807	2.44000	2.27000
C_5	C_3-S_2	9.22494	9.25456	4.400	18.90656	3.70000	4.21000
$>C_5$	$>C_5$	6.31937	5.81287	4.720	13.56590	4.44000	5.31000

Tabla 13. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)

4.10. Cálculo de ejes equivalentes:

Para el cálculo de los ejes equivalentes se utilizó la siguiente expresión:

$$NEE = 365 * TPD * \%VC * FC * Fd * Fca * Fp$$

Ecuación 1. Cálculo de ejes equivalentes. Fuente: Invias 2015

Donde:

TPD= Transito Promedio Diario

VC= Distribución de vehículos

FC= Factor Camión

Fd= Factor Direccional

Fca = Factor de distribución por Carril

Fp = Factor de Proyección = (1+r)^n -1 / ln (1+r)

r = Tasa de crecimiento

n = Año de proyección

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES		
EJES EQUIVALENTES PARA EL AÑO DE PROYECCIÓN	EJES PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	EJES PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)
NEE en 2026 (3 Años)	3.09.E+06	3.10.E+06
NEE en 2028 (5 Años)	5.28.E+06	5.30.E+06
NEE en 2030 (7 Años)	7.58.E+06	7.61.E+06
NEE en 2033 (10 Años)	1.13.E+07	1.13.E+07
NEE en 2038 (15 Años)	1.81.E+07	1.81.E+07
NEE en 2043 (20 Años)	2.58.E+07	2.59.E+07

Tabla 14. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia)

Con base en la información obtenida se determina que una categoría T2-2 de acuerdo a categoría IDU, sin embargo para categoría INVIAS el mismo se encuentra clasificado en categoría T6, representa las condiciones reales del tránsito de los segmentos viales que correspondan a malla vial intermedia, por lo cual será usado el traficó obtenido de la proyección que corresponde a 25.766.662 Ejes equivalentes.

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO (INVIAS)	NEE RÍGIDO
4003156	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4003105	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4008323	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4003047	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4002996	CARRERA 9 ESTE	CALLE 32B SUR	CALLE 34 SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4007440	CARRERA 9 ESTE	CALLE 31 SUR	CALLE 32B SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662
4002833	CARRERA 9 ESTE	CALLE 30C SUR	CALLE 31 SUR	ARTERIAL	T6	25.766.662

Tabla 15. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4003156	4°32'20"N 74°05'22"W
4003105	4°32'20"N 74°05'22"W
4008323	4°32'24"N 74°05'19"W
4003047	4°33'09"N 74°05'06"W
4002996	4°33'11"N 74°05'10"W
4007440	4°33'12"N 74°05'11"W
4002833	4°33'04"N 74°05'20"W

Tabla 16. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 14. Ubicación de los apiques (Fuente: Propia- Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

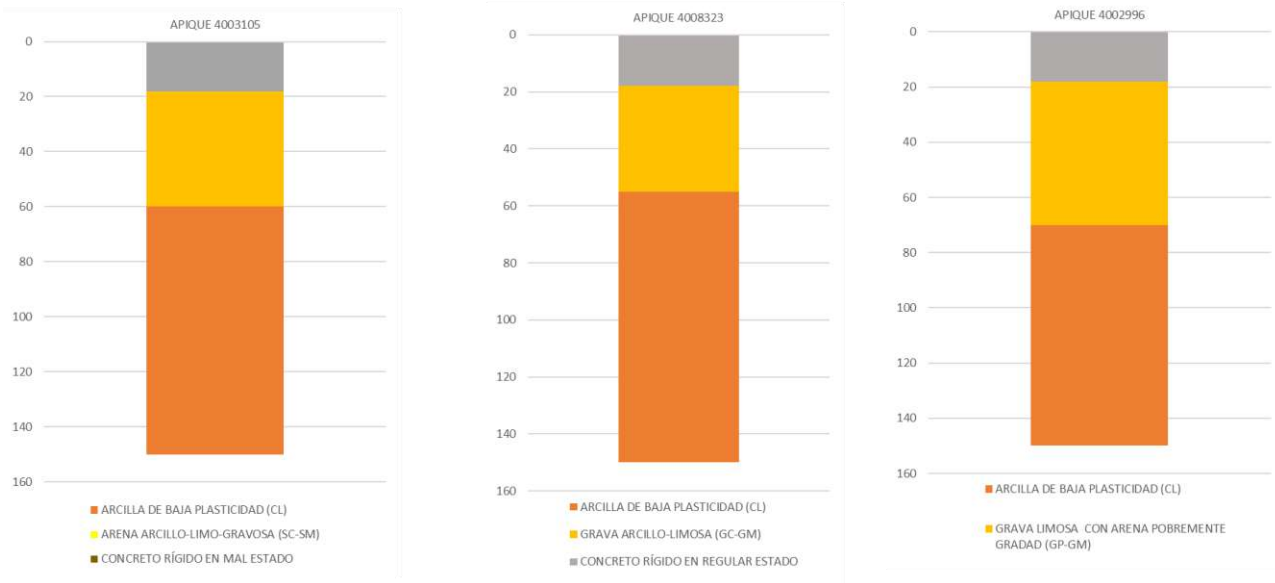


Ilustración 15. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia)

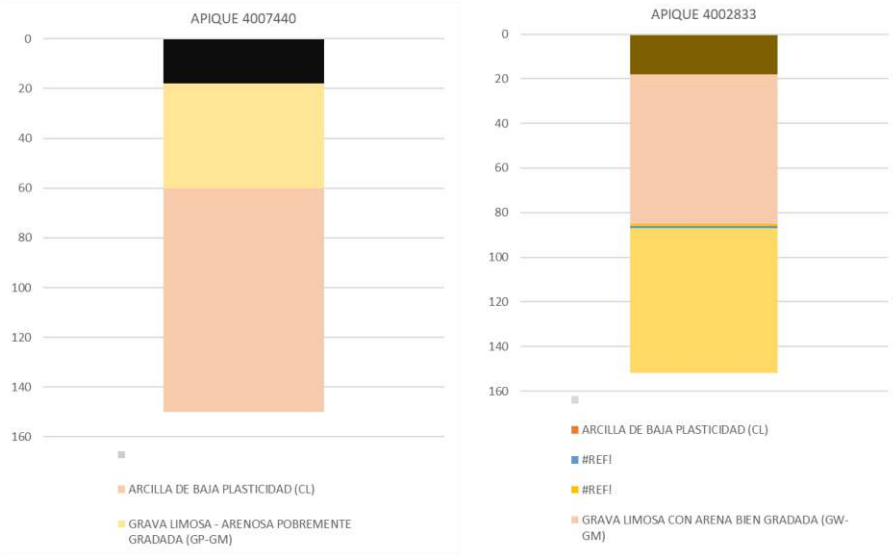


Ilustración 16. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia)

- En el apique 4003105 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 18 cm, una capa de arena arcillo-limo-gravosa (SC-SM) de 42 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 90 cm.

- En el apique 4008323 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en regular estado de 18 cm, una capa de grava arcillo-limosa (GC-GM) de 37 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 95 cm.

- En el apique 4002996 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 18 cm, una capa de grava limosa con arena pobremente gradad (GP-GM) de 52 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 80 cm.

- En el apique 4007440 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 18 cm, una capa de grava limosa - arenosa pobremente gradada (GP-GM) de 42 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 90 cm.

- En el apique 4002833 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 18 cm, una capa de grava limosa con arena bien gradada (GW-GM) de 67 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 65 cm.

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 7 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4003105	APIQUE 4008323	APIQUE 4002996	APIQUE 4007440	APIQUE 4002833
Profundidad (m)	0.6-1.5	0,55-1,50	0,70-1,50	0,6-1,5	0,85-1,5
Clasificación U.S.C.S.	CL	CL	CL	CL	CL
Limite líquido (%)	37	42	45	48	33
Limite plástico (%)	20	24	25	26	21
Índice de plasticidad	17	18	20	22	12
Humedad natural (%)	20.56	23.59	25.46	26.67	27.4
Gravas (%)	0	0	0	0	0
Arenas (%)	4	5	9	4	15
Finos (%)	96	95	91	96	85
Expansión CBR (%)	0.52	0.67	0.57	0.8	0.31
Límite de contracción	15	18	18	19	17

Tabla 17. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo no cumplen con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido.

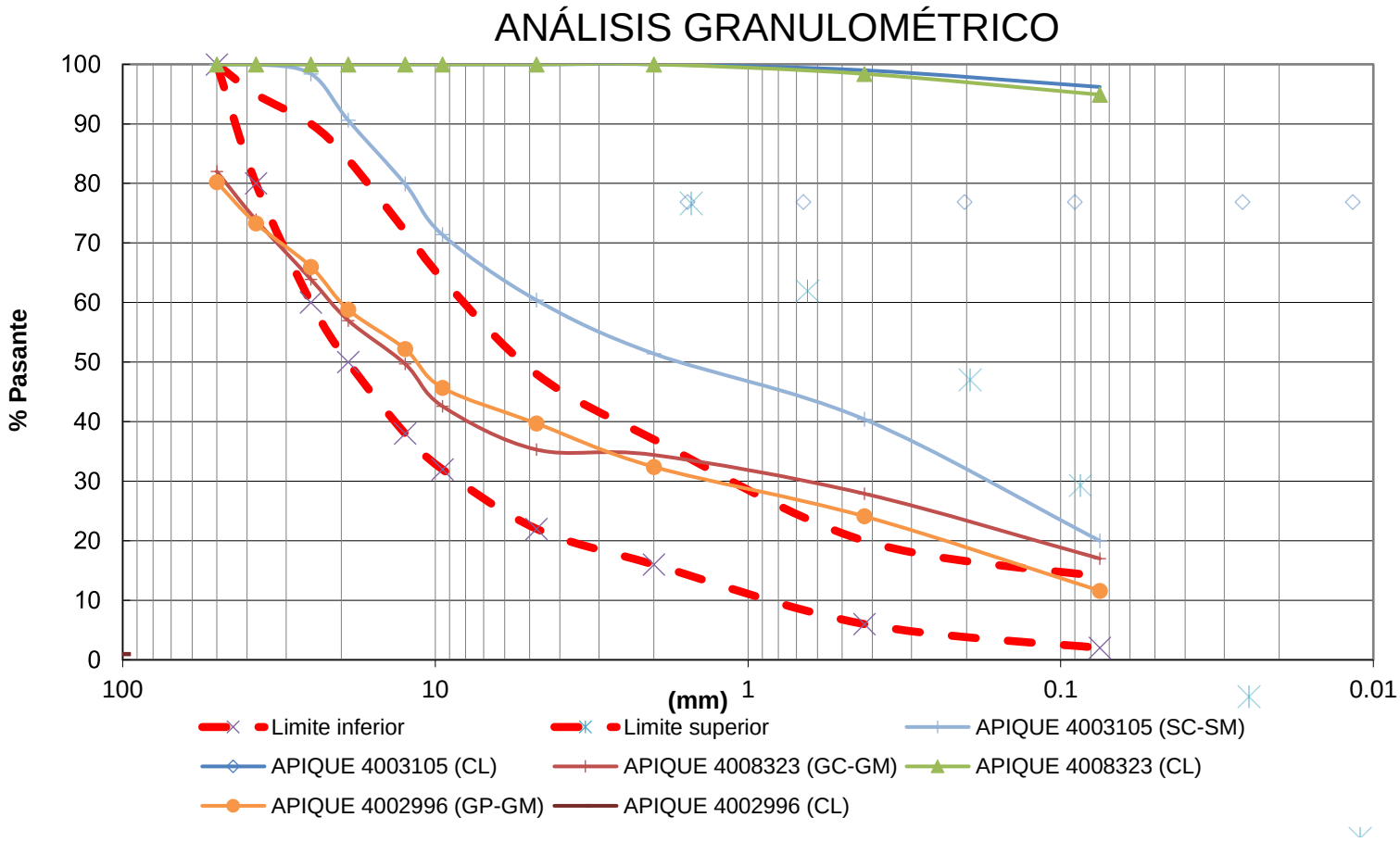


Ilustración 17. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

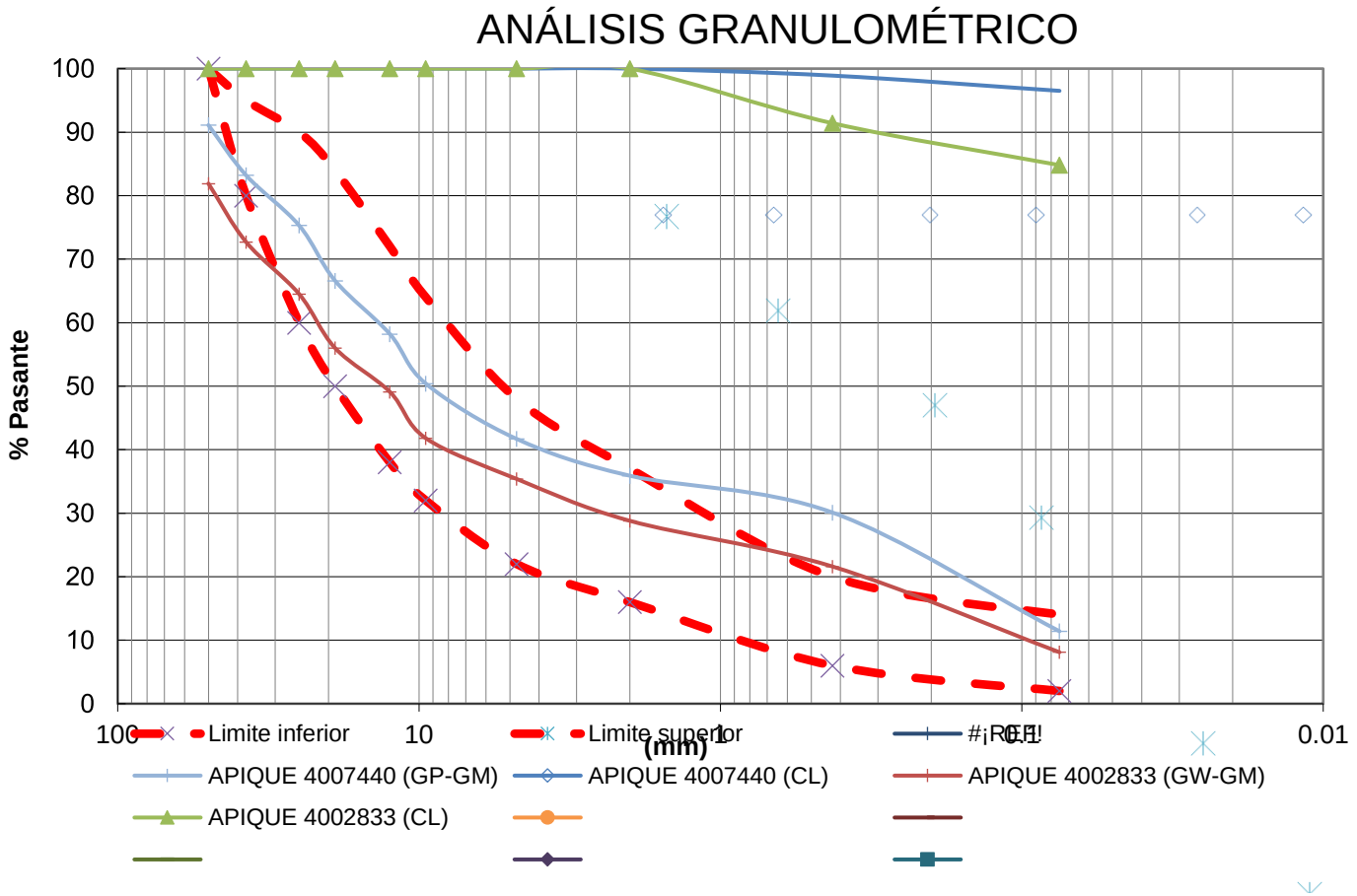


Ilustración 18. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior al valor máximo establecido. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4003156	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4003105	CARRERA 9 ESTE	CALLE 36 SUR	CALLE 36A SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4008323	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4003047	CARRERA 9 ESTE	CALLE 34 SUR	CALLE 36 SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4002996	CARRERA 9 ESTE	CALLE 32B SUR	CALLE 34 SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4007440	CARRERA 9 ESTE	CALLE 31 SUR	CALLE 32B SUR	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4002833	**CARRERA 9 ESTE**	**CALLE 30C SUR**	**CALLE 31 SUR**	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 18. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

Lo anterior teniendo en cuenta que, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en su glosario (página 82 -https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Glosario/GLOSARIO7NOV21.pdf) define la Reconstrucción como: retiro y reemplazo parcial o total de la estructura de un pavimento o de espacio público, para generar una nueva estructura. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes.

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 19. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4003105	0.6-1.5	0.52	Bajo	37	Bajo	15	Bajo	17	Medio	96	Muy alto
APIQUE 4008323	0,55-1,50	0.67	Bajo	42	Medio	18	Bajo	18	Medio	95	Muy alto
APIQUE 4002996	0,70-1,50	0.57	Bajo	45	Medio	18	Bajo	20	Medio	91	Muy alto
APIQUE 4007440	0,6-1,5	0.8	Bajo	48	Medio	19	Bajo	22	Medio	96	Muy alto
APIQUE 4002833	0,85-1,5	0.31	Bajo	33	Bajo	17	Bajo	12	Bajo	85	Muy alto

Tabla 20. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR inalterado, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
APIQUE 4003105	1.65	0.91
APIQUE 4008323	4.86	1.48
APIQUE 4002996	2.26	0.88
APIQUE 4007440	6.02	1.66
APIQUE 4002833	4.62	1.48
Promedio	**3.88**	**1.28**

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
Desviación estándar	1.85	0.36
Percentil 75	***4.86***	***1.48***

Tabla 21. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
1.48	**11.10**	**113.19**	**1609.92**

Tabla 22. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)

En el diseño de pavimentos para vías locales es fundamental utilizar un enfoque que permita obtener las condiciones geotécnicas más completas y representativas. Basado en la experiencia, se recomienda llevar a cabo múltiples ensayos de CBR aprovechando toda la información disponible, lo que permite estandarizar el diseño del pavimento en lugar de segmentarlo por tramos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación de las estructuras de pavimento teniendo en cuenta el valor de CBR real para los tramos a diseñar.

Para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 23. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo.

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante

Teniendo en cuenta la caracterización física y mecánica de la subrasante puntualmente para los segmentos viales, se propone el siguiente tipo de mejoramiento:

- Geocelda h=15cm con relleno con material granular

Para determinar el aporte estructural de la geocelda se determina el aumento del módulo de la capa de mejoramiento por medio del Factor de mejoramiento de módulo o MIF por sus siglas en inglés (Modulus Improvement Factor), el cual se determina como la relación entre el material granular confinado con la geocelda y un material granular no confinado. Para hallar este factor, se requiere:

- Tránsito de diseño
- CBR de la subrasante
- Material de relleno de la geocelda

De acuerdo con los estudios realizados por Tanyu B.F., Aydilek A. H., Lau W., Edil T.B., Benson C.H. (2013), se determinó que el factor de incremento de módulo varía de 1,3 a 1,5. Dadas las condiciones de baja resistencia de la subrasante se define un MIF = 1,3. Para determinar el módulo de la capa de granular sin reforzar y reforzado con geocelda para alcanzar un valor similar al obtenido con el mejoramiento, se toma como referencia la ecuación para la determinación del módulo de un material granular de la Shell y se modifica incluyendo el factor MIF:

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

Ecuación 2. Incremento del módulo del material granular por MIF. Fuente: Adaptado de Shell, 2019.

Donde,

- E_j, es el módulo de la capa superior (MPa)
- E_n, es el módulo de la capa inferior (MPa)
- h, es el espesor de la capa en evaluación (mm)
- MIF, es el factor de mejoramiento de módulo

Para llegar al valor de soporte mínimo, se procede a realizar el cálculo hasta encontrar el espesor que satisfaga esta condición de plataforma. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Anexo 9):

Descripción	Altura (h)
Subbase SBG-B	6
Geocelda (h=15cm)	15
Subbase SBG-B	5

Descripción	CBR (%)	kg/cm2	PSI
Subrasante	1.48	113.19	1609.92
Subrasante con mejorada con Geocelda	4.12	411.89	5858.5

Por medio de este procedimiento se obtiene la colocación de una capa de Subbase Granular Tipo B (SBG-B) o Subbase reciclada (AR-SBG) de 6 cm, una (1) capa de Geocelda de 15 cm de altura con lleno de material granular tipo Subbase Granular tipo B o Subbase reciclada (AR-SBG) y una capa de Subbase Granular Tipo B (SBG-B) o Subbase reciclada (AR-SBG) de 5 cm.

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimento rígido busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el período de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa
Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

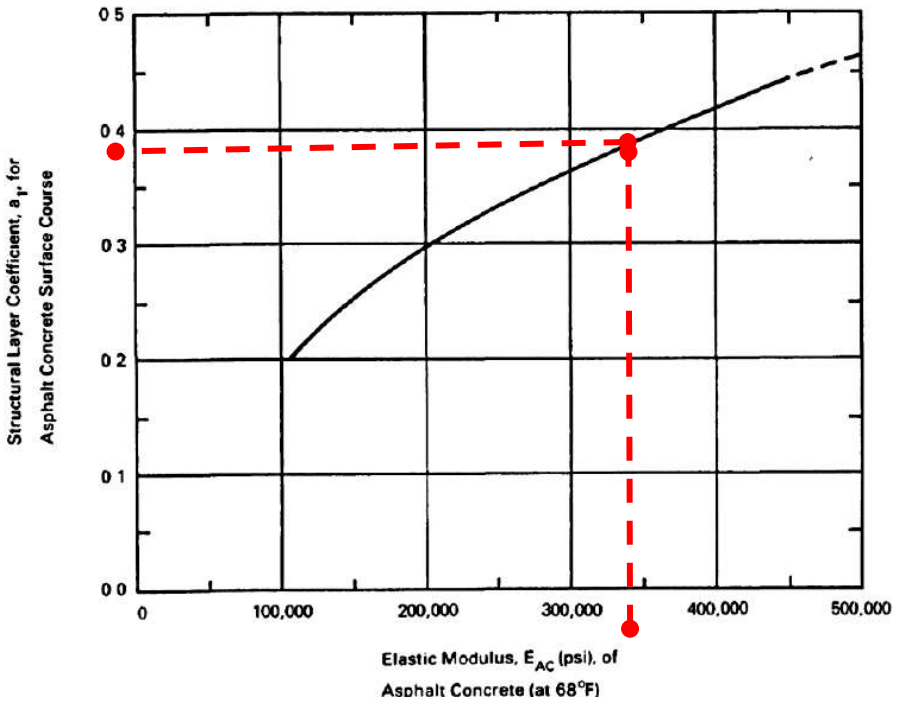


Ilustración 19. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi.

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

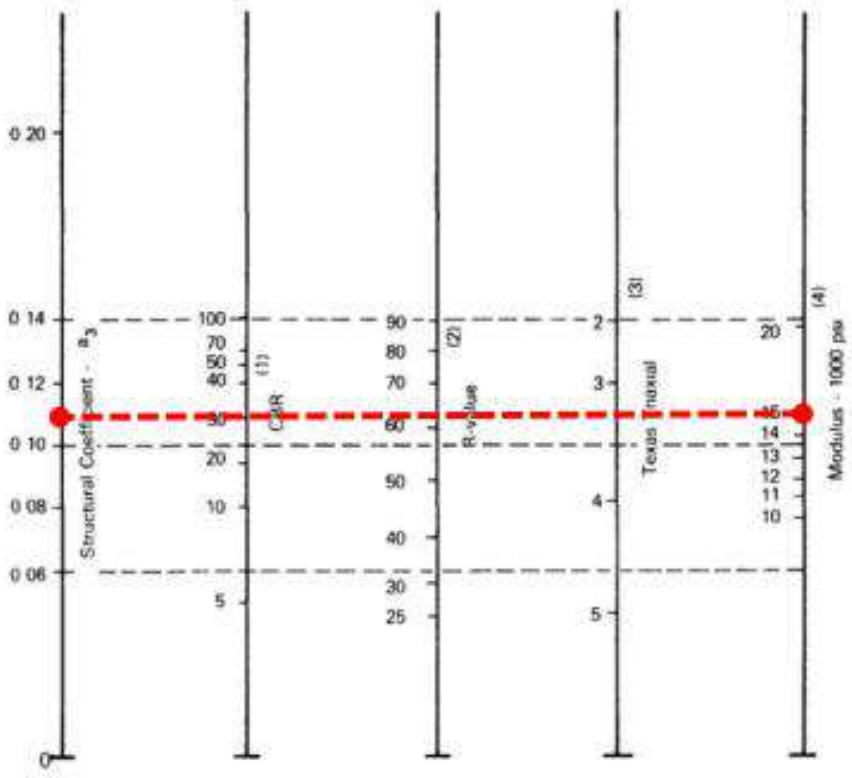


Ilustración 20. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor Mr convencional es 15.000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4%

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar

las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-SBG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

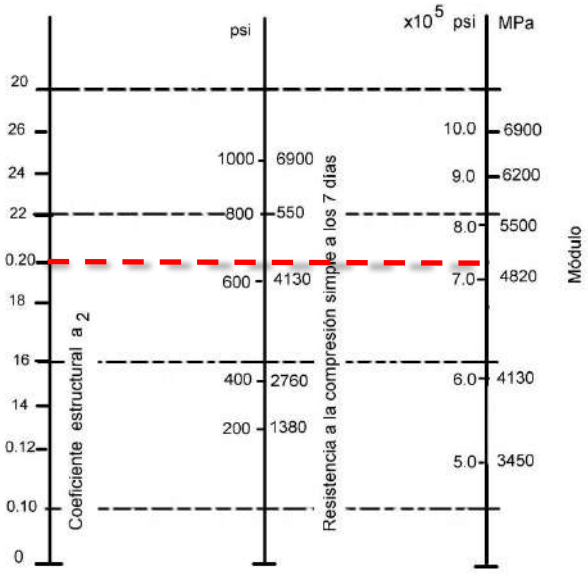


Ilustración 21. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500

Tabla 24. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 72500 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K

El módulo de reacción k de la plataforma de soporte se obtiene de la correlación entre el valor del CBR de la capa de subrasante y la capa de transición. Para determinar este módulo k se utiliza el procedimiento descrito en la guía de diseño de AASHTO-93. Para

determinar el aporte combinado de subrasante y capa de cuerpo, se definen las siguientes alternativas para pavimento rígido:

- Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%
- Subbase granular reciclada (AR-SBG)

El valor del módulo de reacción combinado se obtiene de acuerdo con lo indicado anteriormente, y se ajusta a una pérdida de soporte LS = 1,0.

A continuación, se presentan los valores de K Combinado para la Base Reciclada (AR-SBG) tratada con cemento y emulsión (Color Azul) y Subbase Granular AR-SBG50 (Color Naranja):

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje de la izquierda con el valor del módulo de elasticidad de la subrasante.
- Siga una línea recta hasta el espesor del material granular o estabilizado (eje medio).
- Luego cruce una línea hasta el eje derecho correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

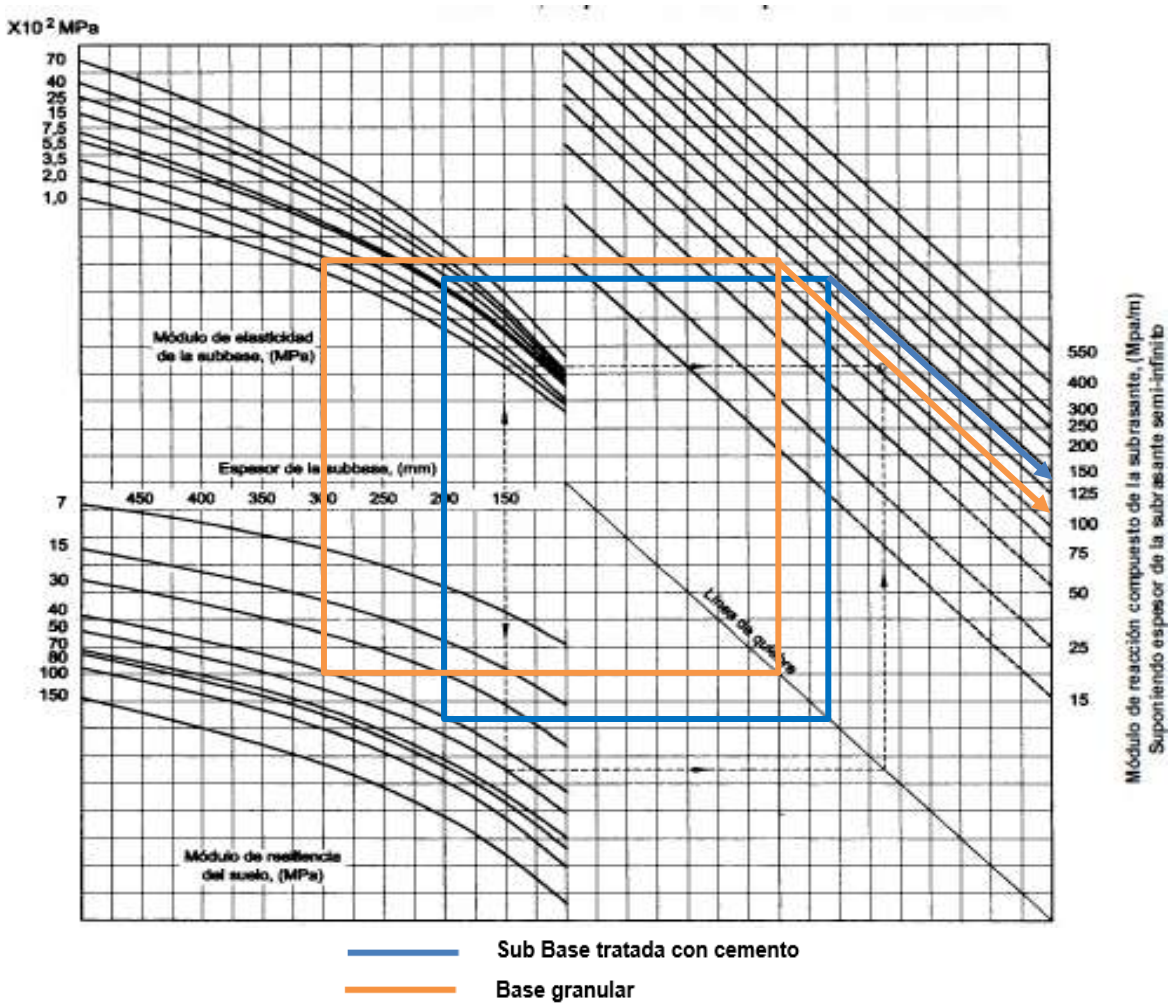


Ilustración 22. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO)

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje inferior con el valor del módulo k-eq (equivalente).
- Siga una línea recta hasta atravesar la línea de LS = 1
- Luego cruce una línea hasta el eje lateral correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

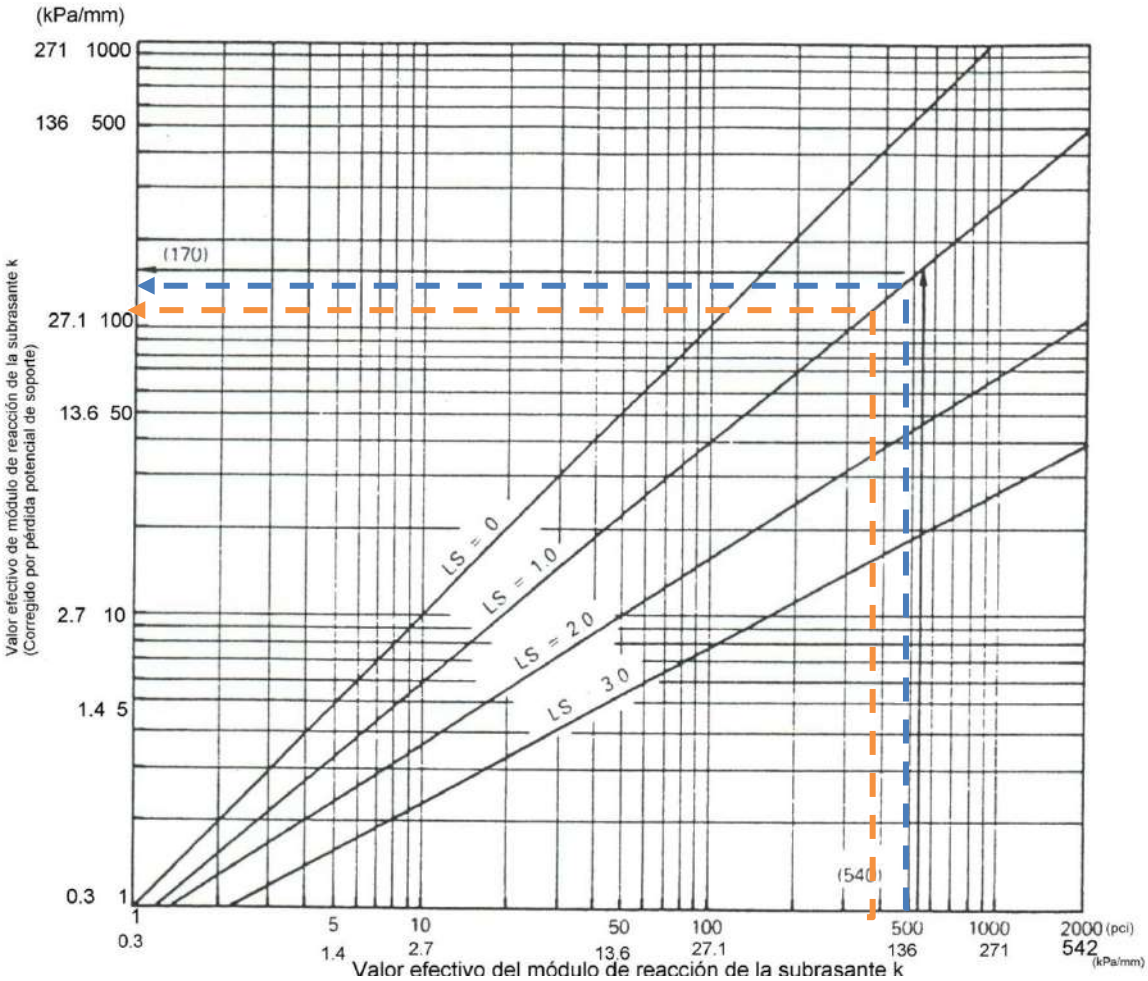


Ilustración 23. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)

A partir de lo anterior y con el fin de brindar espesores de capa constructivos, se empleará una capa Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	150 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	115 pci

Tabla 25. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

Adicionalmente en el anexo 6, se presenta la verificación del módulo a través de la ecuación de IVANOV:

$$\mathrm{E}_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) tan^{-1}(n)(\frac{h_1}{2a})} \qquad n = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Ecuación 3. Cálculo de capacidad portante equivalente. Fuente: Ivanov, N (1.973)

El módulo de la subrasante se calcula por medio de la fórmula propuesta por Shell (1978), y para el mejoramiento se obtiene por medio de la ecuación del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) (Lister 1987), adoptada en el proyecto NCHRP 1-37ª, y con base al coeficiente propuesto en la Guía GU-IC-019 (2013).

$$M_r = 10 * 7.5 * CBR\ (kg/cm^2)$$

Ecuación 4. Correlación Para Determinar Módulo de la subrasante. Fuente: Adaptado Shell (1.978)

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}\ (psi)$$

Ecuación 5. Correlación Para determinar módulo del mejoramiento. Fuente: Lister (1.987)

Obteniendo que los valores de diseño calculados a partir de los nomogramas AASHTO se encuentran acordes, a la comprobación.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	164.42 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	113.35 pci

Tabla 26. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo anterior se considera utilizar como factor de seguridad los valores obtenidos mediante los nomogramas de la metodología AASHTO.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	150 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	115 pci

Tabla 27. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

6.3 Capacidad Estructural Requerida

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos rígidos para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}\right)}{\frac{1{,}624 \times 10^7}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32P_t)\log\left[\frac{\frac{S_c' C_d}{D^{0{,}75}} - 1{,}132)}{215{,}63\, J\left[D^{0{,}75} - \frac{18{,}42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0{,}25}}\right]}\right]$$

Ecuación 2. Metodología diseño de pavimento rígido por medio de la metodología AASHTO-93

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.
- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **D**, es el espesor de la losa del pavimento en pulgadas.
- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- Pt, es la serviciabilidad final.
- Sc, es el módulo de rotura del concreto en PSI.
- **J**, es el coeficiente de transferencia de carga.
- Cd, es el Coeficiente de drenaje.
- Ec, es el módulo de elasticidad del concreto, en PSI.
- k, es el módulo de reacción de la subrasante, en pci (PSI/in).

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en despejar el espesor de losa requerido

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 24. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 0.35.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 25. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es rígido se tomará una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.3, determinando que el ΔPSI es igual a 2.2.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Ilustración 26. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.4 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 27. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

✓ El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Ilustración 28. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.6 Número estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta:

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 20 años (W18)	25.766.662
Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,35
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Coeficiente de transmisión de carga	2.7
Coeficiente de drenaje	1.0
Módulo de rotura de concreto	4.5 MPa
Módulo de elasticidad del concreto	31000 MPa
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	150 pci
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG)	115 pci

Tabla 28. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos rígidos del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para ello, se plantean diferentes alternativas de mezclas de concreto y granulares como se presentan a continuación:

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG)

En el caso de Losas de Concreto MR-45, capa anti erosiva que en la práctica corresponde a una MD-19 de acuerdo a las especificaciones técnicas IDU ET 2018 sobre la cual se deberá incluir una lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), agregado reciclado AR-SBG50 y mejoramiento con geocelda H=15 cm con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	28	800-18	4.502.639 PSI	-
Lamina de polietilino de baja densidad 200 micras	-	ACI 302.1R - ASTM C171	-	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
CAPA ANTI EROSIVA MD-19	5	620-18	345.000 PSI	120 PCI
Agregado reciclado AR-SBG50	30	533-18	15.000 PSI	
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	31	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 29. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T6 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%

En el caso de las losas de concreto Mr-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%, y mejoramiento con geocelda H=15 con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	25	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	31	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 30. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T6 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La capa anti erosiva (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). La lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), con espesor mínimo de 200 micras, ubicada entre la losa de concreto MR-45 y la capa anti-erosiva MD-19, actúa como una barrera eficaz contra la pérdida de humedad durante las primeras horas de fraguado del concreto, lo que ayuda a controlar el proceso de curado, disminuye el riesgo de fisuración por retracción plástica y mejora la calidad superficial de la losa. Además, cumple una doble función al reducir el coeficiente de fricción en la interfaz losa-base y al impedir el ascenso de humedad desde las capas inferiores, lo que resulta especialmente beneficioso en zonas húmedas o con suelos poco drenantes. Esta recomendación se alinea con lo establecido por documentos técnicos como el ACI 302.1R y la especificación ASTM C171, y representa una solución de bajo costo con un alto impacto positivo sobre la durabilidad y el comportamiento estructural del pavimento.

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con geocelda deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 412-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	$0.02\ s^{-1}$		$0.05\ s^{-1}$	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 31. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 32. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6.7 Características Geométricas de la Losa

Respecto al espesor definido anteriormente, se define la longitud máxima de la losa y se recomienda que la relación largo/ancho de la losa sea máximo 1,2 veces. De acuerdo con la revisión del diseño geométrico propuesto, se define la geometría de la losa de acuerdo a los anchos promedio de los segmentos:

ANCHO DE LOSA (m)	LARGO MÁXIMO DE LOSA (m)
4.25	4.5

Tabla 33. Ancho de losa por CIV. Fuente: Elaboración propia.

Nota: el ancho de la losa deberá ser verificado en campo con las condiciones reales del tramo vial y su largo no deberá superar las dimensiones anteriormente establecidas, las modificaciones realizadas en cuanto a geometría deberán ser consultadas previamente con el especialista. Así mismo, previo a la instalación del concreto, se resalta que la modulación con los detalles constructivos particulares, se entregaran durante la ejecución del segmento vial. Lo anterior previo a la instalación del concreto para validación y aprobación de la interventoría.

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas

Ante la presencia de estructuras hidráulicas se pueden presentar los siguientes casos:

a) Si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal, se debe remodular para que la junta transversal coincida con el eje del pozo.

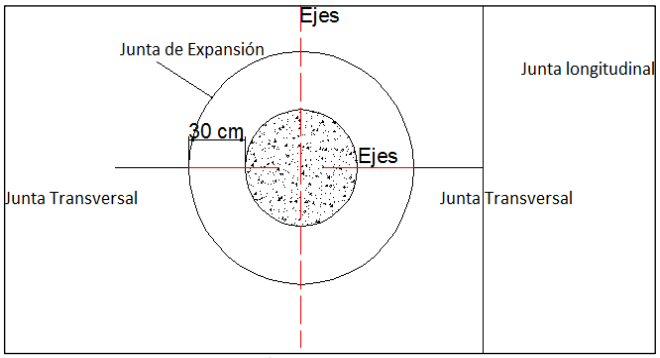


Ilustración 29. Junta en pozos

b) Si la junta de expansión coincide con la junta longitudinal, se debe modular las losas para que la junta transversal coincida con el eje del pozo

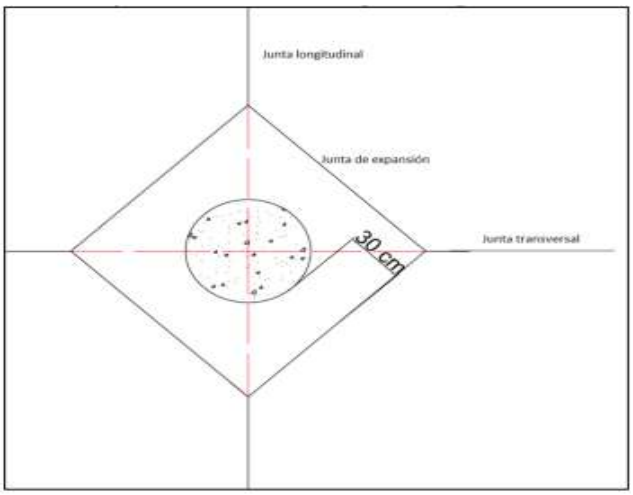


Ilustración 30. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos

c) Si hay la presencia de sumideros se debe garantizar que la junta transversal coincida con el eje de este:

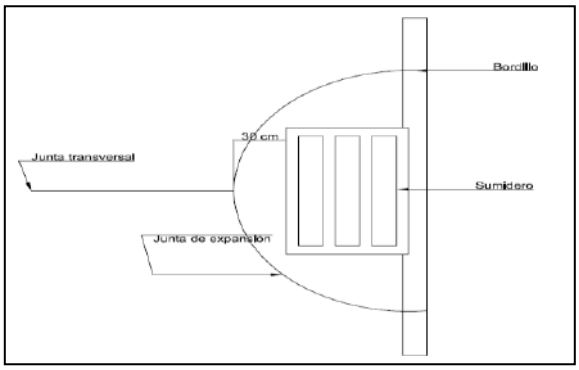


Ilustración 31. Junta en Sumideros

Las losas donde se presentan las estructuras hidráulicas deberán ser reforzadas. El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2). El diámetro de las barras debe ser de ½" con una separación de 25 cm ubicada al tercio superior de la losa. Esta recomendación también aplica para las losas irregulares.

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre

Respecto a las características de las barras de transferencia y de amarre, se definen las siguientes características:

El acero de transferencia debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.25 m
Tipo	Lisa
Diámetro comercial de las barras (in)	1 1/4"
Profundidad de las barras (cm)	12.5
Separación de las barras (cm)	30
Largo de las barras (cm)	45

Tabla 34. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El acero de amarre debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.25 m
Tipo	corrugada
Diámetro comercial de las barras (in)	1/2"
Profundidad de las barras (cm)	12.5
Separación de las barras (cm)	110
Largo de las barras (cm)	85

Tabla 35. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

6.10 Juntas de Transferencia

Las juntas deben tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	E= 0.25 m
Espaciamiento entre juntas (m)	4.5
Profundidad de corte (cm)	7.34
Profundidad del material de sellado (cm)	1,46
Ancho de corte para la junta (cm)	0,67

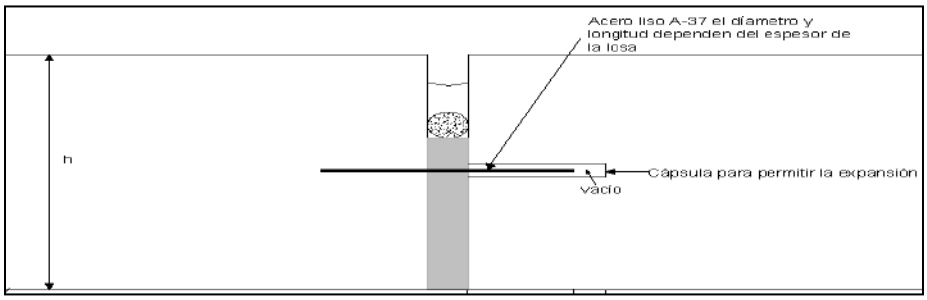
Tabla 36. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El sello de juntas deberá cumplir con lo consignado en la especificación técnica 800-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

6.11 Juntas de Expansión

Estas juntas se construyen para aislar estructuras fijas como pozos y sumideros. También deben utilizarse cuando se presenten cambios en la dirección del pavimento y en rampas. En todos los cárcamos y sumideros debe construirse un bordillo.

Cuando se construyen en rampas se omiten los pasadores y se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, a continuación, se presentan esquemas de estas juntas:



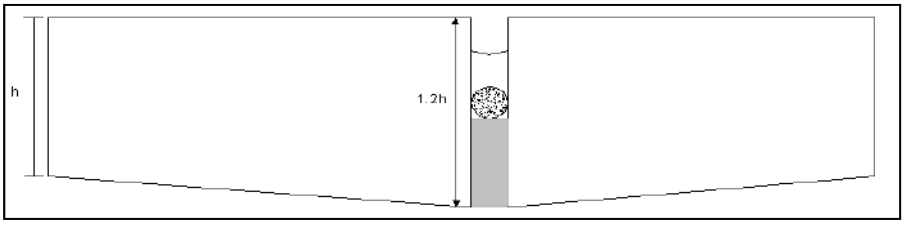


Ilustración32. Detalle Junta de expansión

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte

En el diseño y construcción de pavimentos rígidos, la correcta ejecución de las juntas de contracción es fundamental para controlar las fisuras no deseadas producto de los esfuerzos térmicos y de retracción del concreto. Uno de los aspectos más críticos en este proceso es la determinación adecuada de la ventana de corte, entendida como el intervalo de tiempo óptimo posterior al vaciado del concreto en el cual deben realizarse los cortes para formar las juntas.

Esta ventana de corte se sitúa en un punto de equilibrio entre dos riesgos principales: si los cortes se realizan de forma prematura, existe el peligro de que el concreto aún no haya alcanzado la resistencia necesaria para evitar el desportillamiento o el arrastre del material durante el corte; por otro lado, si se realizan de manera tardía, se incrementa significativamente la probabilidad de que el concreto fisure de forma aleatoria antes de que la junta pueda inducir la grieta controlada.

Generalmente, la ventana de corte comienza cuando el concreto ha alcanzado una resistencia mínima a la tracción indirecta, lo cual ocurre entre 4 y 12 horas después del vaciado, dependiendo de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiental, el contenido de humedad, el uso de aditivos y las características del equipo de corte. Es recomendable realizar una verificación in situ mediante ensayos no destructivos o pruebas de dureza superficial, además de la observación directa del comportamiento del concreto durante las primeras horas de fraguado.

Existen dos tipos principales de corte: el corte temprano (early-entry), realizado con equipos especiales que permiten cortar incluso antes de las 4 horas; y el corte convencional, que se

efectúa cuando el concreto ha adquirido mayor resistencia. En ambos casos, es imprescindible respetar la profundidad mínima de corte, que debe ser de al menos un cuarto del espesor total de la losa, y mantener una alineación precisa conforme a la geometría del diseño estructural del pavimento.

Para el sellado de juntas debe cumplirse lo siguiente:

- La tirilla de respaldo debe tener un diámetro de 9 mm - 1,5 mm.
- La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser cortada en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el desportillamiento. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para soportar los desmoronamientos en los bordes de la junta, generalmente esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de la construcción.
- La superficie del sello debe quedar entre 3 y 6 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar el desprendimiento del material de sello.
- La cavidad debajo de la junta siempre debe permanecer limpia y libre de cualquier tipo de material.

En Colombia, el material para el sello de juntas en pavimentos rígidos debe cumplir con las especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), dependiendo del tipo de proyecto (nacional o urbano). Los sellos de juntas se utilizan para evitar la infiltración de agua, ingreso de materiales incomprensibles y proteger la integridad de la losa de concreto. Se recomienda el uso de sellos de poliuretano bicomponente o silicona de bajo módulo, ya que ofrecen mejor desempeño a largo plazo, especialmente en condiciones climáticas variables y con tránsito pesado.

Aunque su costo inicial es mayor, compensan con menor mantenimiento y mayor durabilidad

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se entrega en formato DWG en el anexo 8, los detalles constructivos que irán dentro de la modulación particular de cada segmento vial, estos son:

- Detalle de espesores y capas granulares, para casos sin mejoramiento y con mejoramiento.
- Detalle de modulación de losas para la zona de intervención.
- Disposición de refuerzo de losas irregulares.
- Detalle de ubicación de barras de transferencia lisas.
- Detalle constructivo de barras de amarre corrugadas.
- Detalle de corte inicial de juntas de juntas y corte final con instalación de sellante.
- Detalle de juntas de expansión contra estructuras existentes.
- Detalle de construcción de canastillas para soporte de barras de transferencia lisas.
- Detalle de empalme pavimento RÍGIDO. FLEXIBLE (PATA DE ELEFANTE)

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico –

ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

7.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas

delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.
- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño

y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.
- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina,

deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y

subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).
- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos

de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**
- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe

intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.
- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de

contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	25	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
cemento 1% y emulsión 4%				
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	31	412-18	6937.6 PSI	6937.6 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2406.72 PSI	

Tabla 37. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una subbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior respecto a una configuración que incluye únicamente una capa anti-erosiva. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para la losa de concreto, mejorando el desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- De acuerdo al decreto 442 de 2015, donde se indica que su artículo 10 APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN EL DISTRITO CAPITAL. Modificado por el art. 4°, Decreto Distrital 265 de 2016. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla

asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local). Razón por la cual, en el caso de usar mezclas asfálticas, las mismas podrán ser reemplazadas por mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado del tipo MCCh19, con el fin de dar cumplimiento al decreto señalado.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

    - La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

        - Cálculo de materiales por m³ de sub-base

        Densidad del material granular:

        Densidad del material granular = 2052 kg/m3

        Cemento (1% en peso):

        Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

Emulsión asfáltica (4% en peso):

Emulsión = $0.04 \times 2052\ kg = 82.08\ kg/m3$

Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

- Resumen de materiales por m^3 de mezcla

Material granular: 2052.00 kg
Cemento: 21 kg
Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	23
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-21
LOCALIZACIÓN:	CIV 4003105	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,18	0,20									
	0,25		**SC-SM**	ARENA ARCILLO-LIMO-GRAVOSA					10,21	1
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			SUELTO						
	0,45									
	0,50									
	0,55									
0,60	0,60									
	0,65		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		1,52			18,67	2
	0,70			CAFÉ CON ROJIZO		0,83				
	0,75			HUMEDAD MEDIA						
	0,80			CONSISTENCIA BAJA						
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4003105
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLO-LIMO-GRAVOSA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	1	APIQUE Nº:	23
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,18-0,60

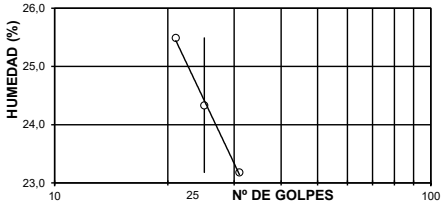
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	21
Nº de Recipiente	1	2	3
M_1	39,68	38,21	38,69
M_2	36,02	34,67	33,90
M_3	36,02	34,67	33,90
M_4	20,21	20,13	15,12
M_W	3,66	3,54	4,79
M_S	15,81	14,54	18,78
W%	23,18	24,33	25,49

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	4	5	1
M_1	28,28	27,96	525,2
M_2	26,30	25,99	488,1
M_3	26,30	25,99	488,1
M_4	15,12	14,86	125,2
M_W	1,98	1,97	37,06
M_S	11,18	11,13	362,94
W%	17,69	17,72	10,21

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	7985					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	6389					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	6389					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	125,2	1,6%	1,6%	98,4%	98,4%
3/4"	19,00	625,6	7,8%	9,4%	90,6%	90,6%
1/2"	12,50	852,2	10,7%	20,1%	79,9%	79,9%
3/8"	9,50	677,6	8,5%	28,6%	71,4%	71,4%
1/4"	6,30	-	-	28,6%	71,4%	71,4%
Nº 4	4,75	879,6	11,0%	39,6%	60,4%	60,4%
Nº 8	2,36	-	-	39,6%	60,4%	60,4%
Nº 10	2,00	721,2	9,0%	48,6%	51,4%	51,4%
Nº12	1,70	-	-	48,6%	51,4%	51,4%
Nº16	1,18	-	-	48,6%	51,4%	51,4%
Nº30	0,600	-	-	48,6%	51,4%	51,4%
Nº40	0,425	879,6	11,0%	59,6%	40,4%	40,4%
Nº50	0,300	-	-	59,6%	40,4%	40,4%
Nº80	0,180	-	-	59,6%	40,4%	40,4%
Nº100	0,150	975,2	12,2%	71,8%	28,2%	28,2%
Nº200	0,075	652,2	8,2%	80,0%	20,0%	20,0%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		6.388,5				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

PAGINA 1 DE 1

RESULTADOS

Límite Líquido	24
Límite Plástico	18
Índice Plástico	6
Gravas	40%
Arenas	40%
Finos	20%
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
Índice de Grupo	0
U.S.C	SC-SM
Tamaño maximo nominal	1"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	62,47
Coeficiente de Curvatura Cc =	0,27

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4003105
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	2	APIQUE Nº:	23
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,60-1,50

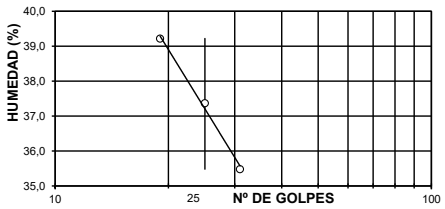
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	19
Nº de Recipiente	6	7	8
M_1	41,02	38,98	40,58
M_2	35,45	34,00	34,49
M_3	35,45	34,00	34,49
M_4	19,76	20,66	18,97
M_W	5,57	4,98	6,09
M_S	15,69	13,34	15,52
W%	35,48	37,37	39,22

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	9	10	2
M_1	30,12	28,25	265,3
M_2	27,85	26,12	241,7
M_3	27,85	26,12	241,7
M_4	16,61	15,75	115,6
M_W	2,27	2,13	23,55
M_S	11,24	10,37	126,15
W%	20,21	20,56	18,67

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	242					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	9					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	9					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº12	1,70	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº16	1,18	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº30	0,600	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº40	0,425	2,3	1,0%	1,0%	99,0%	99,0%
Nº50	0,300	-	-	1,0%	99,0%	99,0%
Nº80	0,180	-	-	1,0%	99,0%	99,0%
Nº100	0,150	3,2	1,3%	2,3%	97,7%	97,7%
Nº200	0,075	3,6	1,5%	3,8%	96,2%	96,2%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		9,2				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	37
Límite Plástico	20
Índice Plástico	17
Gravas	0%
Arenas	4%
Finos	96%
A.A.S.H.T.O.	A - 6
Índice de Grupo	11
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	Nº40
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

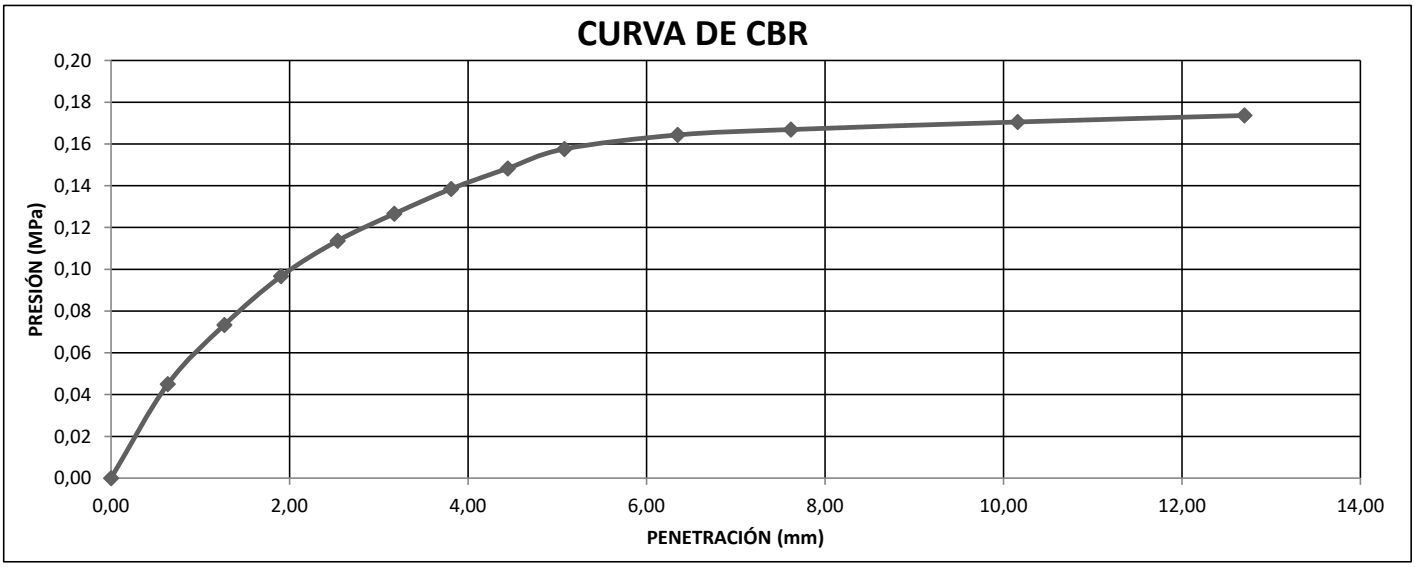
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC GJ PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003105
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	23
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,60-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	12
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9444
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	15425
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	5981
VOLUMEN MOLDE (cm³):	3255
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	18,7
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1548
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**1,65**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,52**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	87	0,1	0,04	0,5	6,5
1,3	0,050	142	0,1	0,07	0,7	10,6
1,9	0,075	187	0,2	0,10	1,0	14,0
2,5	0,100	220	0,2	0,11	1,2	16,5
3,2	0,125	245	0,2	0,13	1,3	18,4
3,8	0,150	268	0,3	0,14	1,4	20,1
4,4	0,175	287	0,3	0,15	1,5	21,5
5,1	0,200	305	0,3	0,16	1,6	22,9
6,4	0,250	318	0,3	0,16	1,7	23,8
7,6	0,300	323	0,3	0,17	1,7	24,2
10,2	0,400	330	0,3	0,17	1,7	24,7
12,70	0,500	336	0,3	0,17	1,8	25,2



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

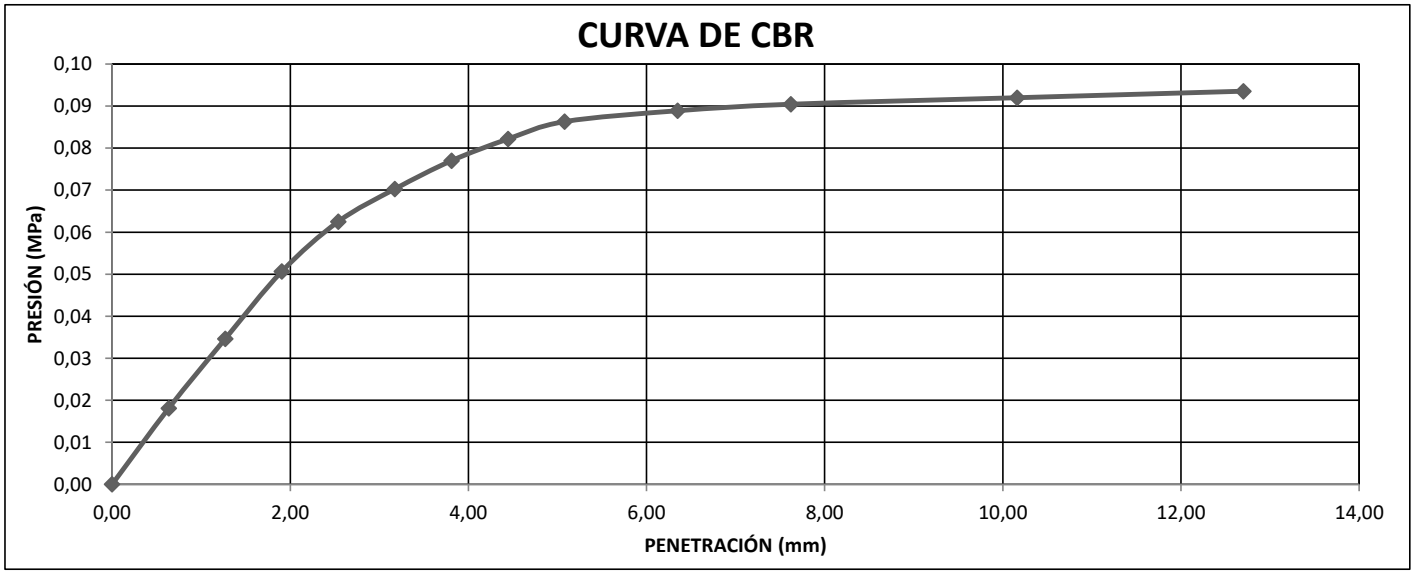
OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4003105
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	23
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,60-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	12
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9444
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	16042
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	6598
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	26,3
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**0,91**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**0,83**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,15
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,36
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,42
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,62
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,75
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,18%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,23%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,41%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,52%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	35	0,0	0,02	0,2	2,6
1,3	0,050	67	0,1	0,03	0,4	5,0
1,9	0,075	98	0,1	0,05	0,5	7,3
2,5	0,100	121	0,1	0,06	0,6	9,1
3,2	0,125	136	0,1	0,07	0,7	10,2
3,8	0,150	149	0,1	0,08	0,8	11,2
4,4	0,175	159	0,2	0,08	0,8	11,9
5,1	0,200	167	0,2	0,09	0,9	12,5
6,4	0,250	172	0,2	0,09	0,9	12,9
7,6	0,300	175	0,2	0,09	0,9	13,1
10,2	0,400	178	0,2	0,09	0,9	13,3
12,70	0,500	181	0,2	0,09	1,0	13,6



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	24
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-21
LOCALIZACIÓN:	CIV 4008323	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIDIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,18	0,20									
	0,25		**GC-GM**	GRAVA ARCILLO-LIMOSA CON ARENA					7,85	3
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			SEMIDENSO						
	0,45									
	0,50									
0,55	0,55									
	0,60		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		4,50			21,21	4
	0,65			ROJIZA		1,40				
	0,70			HUMEDAD MEDIA						
	0,75			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 TEL: 30222944130 -3042413954E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4008323
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLO-LIMOSA CON ARENA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	3	APIQUE Nº:	24
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,18-0,55

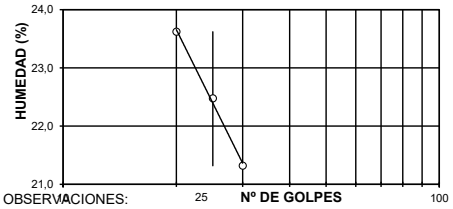
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	30	25	20
Nº de Recipiente	11	12	13
M_1	37,77	38,65	40,19
M_2	34,65	35,02	36,48
M_3	34,65	35,02	36,48
M_4	20,02	18,87	20,77
M_W	3,12	3,63	3,71
M_S	14,63	16,15	15,71
W%	21,32	22,48	23,62

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	14	15	3
M_1	30,35	28,88	521,6
M_2	28,16	26,86	491,8
M_3	28,16	26,86	491,8
M_4	15,15	14,75	112,2
M_W	2,19	2,02	29,80
M_S	13,01	12,11	379,60
W%	16,84	16,67	7,85

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $\quad M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $\quad w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	14250					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	11832					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	11832					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	1250,5	8,8%	8,8%	91,2%	91,2%
2 ½"	63,00	-	-	8,8%	91,2%	91,2%
2"	50,00	1321,2	9,3%	18,0%	82,0%	82,0%
1 ½"	37,50	1150,5	8,1%	26,1%	73,9%	73,9%
1"	25,00	1420,6	10,0%	36,1%	63,9%	63,9%
3/4"	19,00	988,8	6,9%	43,0%	57,0%	57,0%
1/2"	12,50	1036,5	7,3%	50,3%	49,7%	49,7%
3/8"	9,50	1008,2	7,1%	57,4%	42,6%	42,6%
1/4"	6,30	-	-	57,4%	42,6%	42,6%
Nº 4	4,75	1036,5	7,3%	64,7%	35,3%	35,3%
Nº 8	2,36	-	-	64,7%	35,3%	35,3%
Nº 10	2,00	142,2	1,0%	65,6%	34,4%	34,4%
Nº12	1,70	-	-	65,6%	34,4%	34,4%
Nº16	1,18	-	-	65,6%	34,4%	34,4%
Nº30	0,600	-	-	65,6%	34,4%	34,4%
Nº40	0,425	912,5	6,4%	72,1%	27,9%	27,9%
Nº50	0,300	-	-	72,1%	27,9%	27,9%
Nº80	0,180	-	-	72,1%	27,9%	27,9%
Nº100	0,150	621,2	4,4%	76,4%	23,6%	23,6%
Nº200	0,075	943,3	6,6%	83,0%	17,0%	17,0%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		11.832,1				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

PAGINA 1 DE 1

RESULTADOS

Límite Líquido	22
Límite Plástico	17
Índice Plástico	5
Gravas	65%
Arenas	18%
Finos	17%
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
Índice de Grupo	0
U.S.C	GC-GM
Tamaño maximo nominal	3"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	489,12
Coeficiente de Curvatura Cc =	0,24

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4008323
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	4	APIQUE Nº:	24
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,55-1,50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	26	21
Nº de Recipiente	16	17	18
M_1	41,11	42,17	40,98
M_2	35,65	36,08	34,84
M_3	35,65	36,08	34,84
M_4	22,12	21,63	20,88
M_W	5,46	6,09	6,14
M_S	13,53	14,45	13,96
W%	40,36	42,12	44,01

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	19	20	4
M_1	31,36	32,05	242,5
M_2	28,12	28,79	229,0
M_3	28,12	28,79	229,0
M_4	14,55	14,98	165,6
M_W	3,24	3,26	13,46
M_S	13,57	13,81	63,44
W%	23,85	23,59	21,21

GRADACIÓN INV E 213:2013

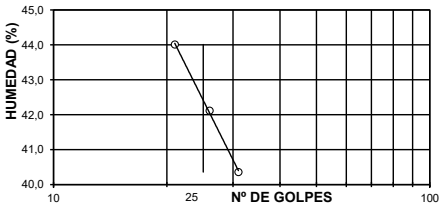
Masa inicial total seca (g):	229					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	12					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	12					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº12	1,70	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº16	1,18	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº30	0,600	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº40	0,425	3,6	1,6%	1,6%	98,4%	98,4%
Nº50	0,300	-	-	1,6%	98,4%	98,4%
Nº80	0,180	-	-	1,6%	98,4%	98,4%
Nº100	0,150	4,2	1,8%	3,4%	96,6%	96,6%
Nº200	0,075	3,8	1,7%	5,1%	94,9%	94,9%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		11,7				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

PAGINA 1 DE 1

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	42
Límite Plástico	24
Índice Plástico	18
Gravas	0%
Arenas	5%
Finos	95%
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
Índice de Grupo	12
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	Nº40
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

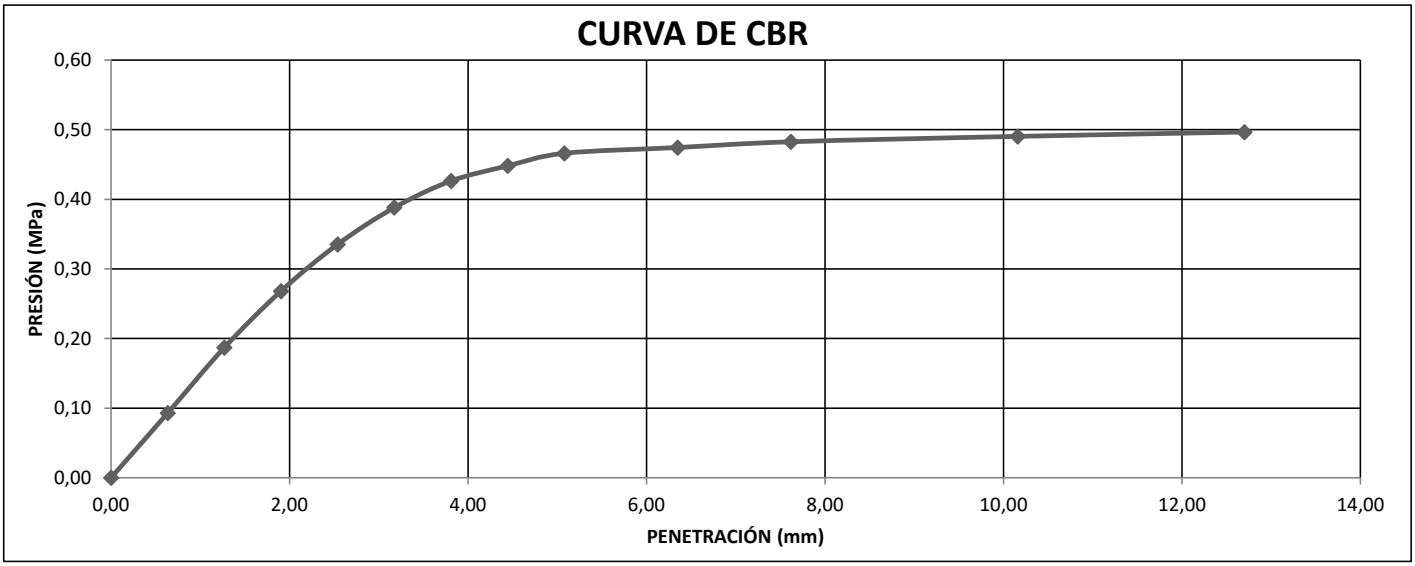
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC GJ S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4008323
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	4	APIQUE:	24
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,55-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	5
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9288
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13025
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3737
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2131
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	21,2
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1446
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**4,86**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**4,50**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	180	0,2	0,09	0,9	13,5
1,3	0,050	362	0,4	0,19	1,9	27,1
1,9	0,075	519	0,5	0,27	2,7	38,9
2,5	0,100	649	0,6	0,34	3,4	48,6
3,2	0,125	751	0,8	0,39	4,0	56,3
3,8	0,150	825	0,8	0,43	4,3	61,8
4,4	0,175	867	0,9	0,45	4,6	65,0
5,1	0,200	902	0,9	0,47	4,8	67,6
6,4	0,250	918	0,9	0,47	4,8	68,8
7,6	0,300	934	0,9	0,48	4,9	70,0
10,2	0,400	949	0,9	0,49	5,0	71,1
12,70	0,500	961	1,0	0,50	5,1	72,0



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE

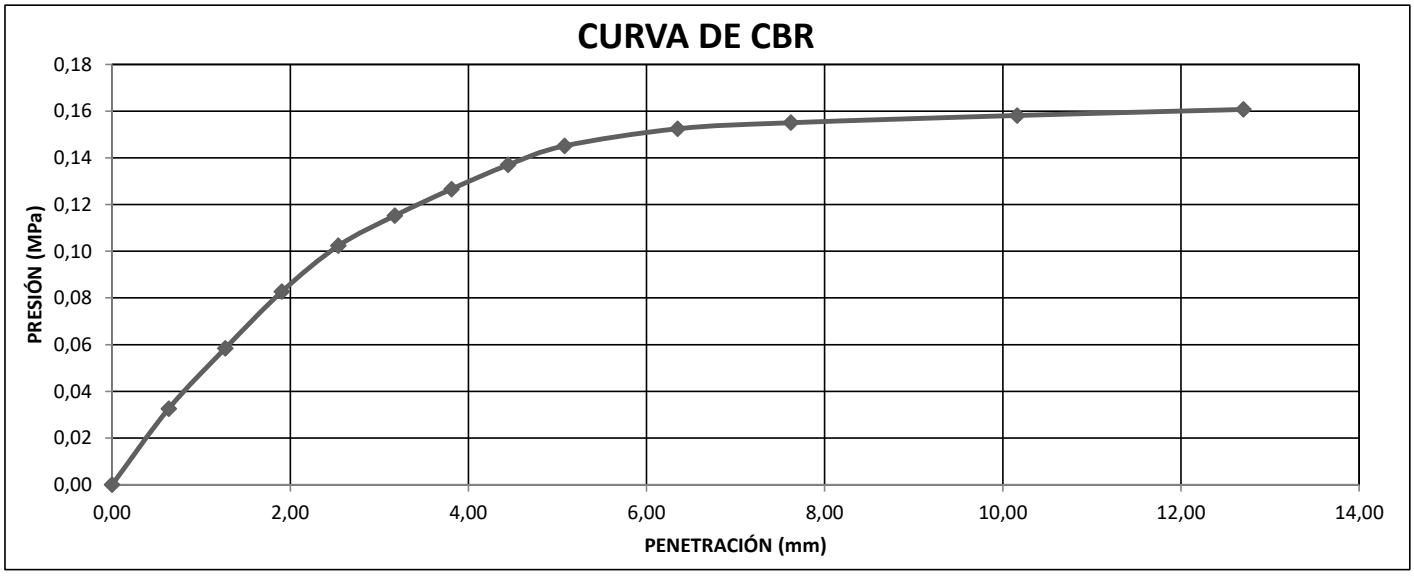
OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4008323
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	4	APIQUE:	24
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,55-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	5
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9288
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13807
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4518
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	24,8
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**1,48**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,40**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,20
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,78
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,85
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,92
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,98
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,50%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,56%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,62%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,67%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	63	0,1	0,03	0,3	4,7
1,3	0,050	113	0,1	0,06	0,6	8,5
1,9	0,075	160	0,2	0,08	0,8	12,0
2,5	0,100	198	0,2	0,10	1,0	14,8
3,2	0,125	223	0,2	0,12	1,2	16,7
3,8	0,150	245	0,2	0,13	1,3	18,4
4,4	0,175	265	0,3	0,14	1,4	19,9
5,1	0,200	281	0,3	0,15	1,5	21,0
6,4	0,250	295	0,3	0,15	1,6	22,1
7,6	0,300	300	0,3	0,16	1,6	22,5
10,2	0,400	306	0,3	0,16	1,6	22,9
12,70	0,500	311	0,3	0,16	1,6	23,3



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	25
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-21
LOCALIZACIÓN:	CIV 4002996	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIDIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,18	0,20									
	0,25		**GP-GM**	GRAVA LIMOSA CON ARENA POBREMENTE GRADADA					8,21	5
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD ALTA						
	0,40			SUELTO						
	0,45									
	0,50			FILTRACION DE AGUA POR DEBAJO DE LA PLACA						
	0,55									
	0,60									
	0,65									
0,70	0,70									
	0,75		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		1,92			23,58	6
	0,80			ROJIZA		0,83				
	0,85			HUMEDAD ALTA						
	0,90			CONSISTENCIA BAJA						
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 TEL: 30222944130 -3042413954E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS

INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)

CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACIÓN: CIV 4002996

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA:

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-05-21

DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA POBREMENTE GRADADA — FECHA ENSAYO: 2025-05-30

CANTERA: N.A. — SONDEO Nº: N/A

MUESTRA Nº: 5 — APIQUE Nº: 25

INFORME PC Nº: 401-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,18-0,70

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL (INV E 125:2013)			
Determinación Nº			
Nº de Golpes			
Nº de Recipiente			
M_1			
M_2			
M_3			
M_4			
M_W			
M_S			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO - LP (INV E 126:2013)			W% DE LA MUESTRA (INV E 122:2013)
Nº de Recipiente			45
M_1			675,2
M_2			631,8
M_3			631,8
M_4			102,7
M_W			43,44
M_S			529,11
W%			8,21

GRADACIÓN INV E 213:2013

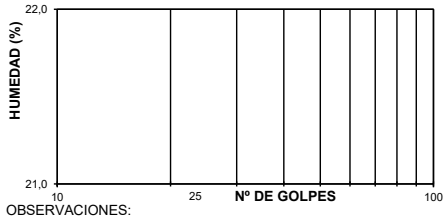
Masa inicial total seca (g):	13898					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	12285					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	12285					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	1520,5	10,9%	10,9%	89,1%	89,1%
2"	50,00	1232,3	8,9%	19,8%	80,2%	80,2%
1 ½"	37,50	952,2	6,9%	26,7%	73,3%	73,3%
1"	25,00	1021,3	7,3%	34,0%	66,0%	66,0%
3/4"	19,00	998,6	7,2%	41,2%	58,8%	58,8%
1/2"	12,50	912,6	6,6%	47,8%	52,2%	52,2%
3/8"	9,50	915,6	6,6%	54,3%	45,7%	45,7%
1/4"	6,30	-	-	54,3%	45,7%	45,7%
Nº 4	4,75	821,2	5,9%	60,3%	39,7%	39,7%
Nº 8	2,36	-	-	60,3%	39,7%	39,7%
Nº 10	2,00	1020,2	7,3%	67,6%	32,4%	32,4%
Nº12	1,70	-	-	67,6%	32,4%	32,4%
Nº16	1,18	-	-	67,6%	32,4%	32,4%
Nº30	0,600	-	-	67,6%	32,4%	32,4%
Nº40	0,425	1160,5	8,4%	75,9%	24,1%	24,1%
Nº50	0,300	-	-	75,9%	24,1%	24,1%
Nº80	0,180	-	-	75,9%	24,1%	24,1%
Nº100	0,150	977,2	7,0%	83,0%	17,0%	17,0%
Nº200	0,075	752,2	5,4%	88,4%	11,6%	11,6%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		12.284,5				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10

L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g — $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g — $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.L.
Límite Plástico	N.L.P.
Índice Plástico	N.P.
Gravas	60%
Arenas	28%
Finos	12%
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - a
Índice de Grupo	0
U.S.C	GP-GM
Tamaño maximo nominal	2 ½"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	309,54
Coeficiente de Curvatura Cc =	0,23

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4002996
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	6	APIQUE Nº:	25
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,70-1,50

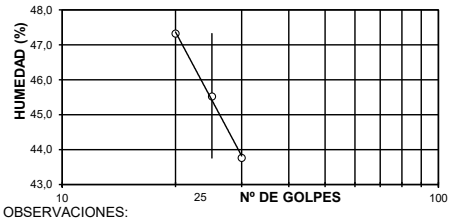
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	30	25	20
Nº de Recipiente	21	22	23
M_1	40,33	42,11	41,25
M_2	34,65	35,75	35,06
M_3	34,65	35,75	35,06
M_4	21,66	21,78	21,98
M_W	5,68	6,36	6,19
M_S	12,99	13,97	13,08
W%	43,76	45,52	47,32

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	24	25	5
M_1	33,33	29,75	321,2
M_2	29,58	27,10	281,4
M_3	29,58	27,10	281,4
M_4	14,66	16,67	112,8
M_W	3,75	2,65	39,76
M_S	14,92	10,43	168,64
W%	25,12	25,46	23,58

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	281					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	26					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	26					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	5,3	1,9%	1,9%	98,1%	98,1%
Nº12	1,70	-	-	1,9%	98,1%	98,1%
Nº16	1,18	-	-	1,9%	98,1%	98,1%
Nº30	0,600	-	-	1,9%	98,1%	98,1%
Nº40	0,425	12,1	4,3%	6,2%	93,8%	93,8%
Nº50	0,300	-	-	6,2%	93,8%	93,8%
Nº80	0,180	-	-	6,2%	93,8%	93,8%
Nº100	0,150	4,6	1,6%	7,8%	92,2%	92,2%
Nº200	0,075	3,8	1,4%	9,2%	90,8%	90,8%
FONDO	-	0,0	-	-	-	-
		25,8				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	45
Límite Plástico	25
Índice Plástico	20
Gravas	0%
Arenas	9%
Finos	91%
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
Índice de Grupo	13
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	Nº100
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

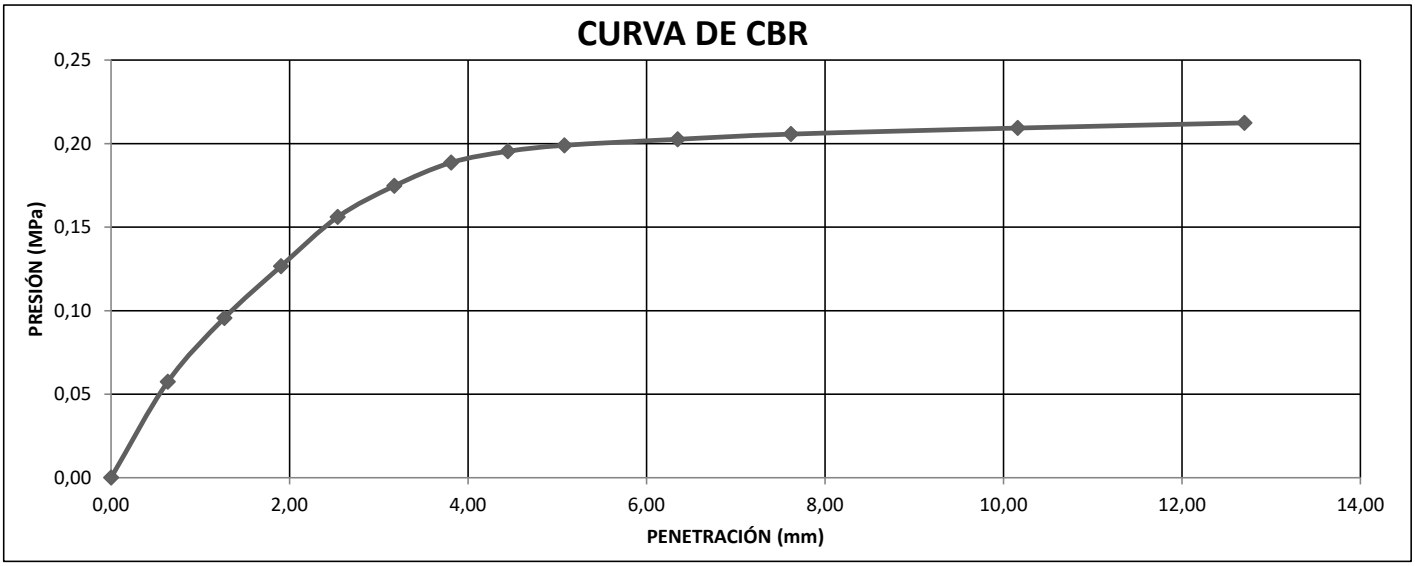
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC GJ — PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002996
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	6	APIQUE:	25
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,70-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	8
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9270
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13225
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3955
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2104
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	23,6
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1521
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**2,26**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,92**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	111	0,1	0,06	0,6	8,3
1,3	0,050	185	0,2	0,10	1,0	13,9
1,9	0,075	245	0,2	0,13	1,3	18,4
2,5	0,100	302	0,3	0,16	1,6	22,6
3,2	0,125	338	0,3	0,17	1,8	25,3
3,8	0,150	365	0,4	0,19	1,9	27,4
4,4	0,175	378	0,4	0,20	2,0	28,3
5,1	0,200	385	0,4	0,20	2,0	28,9
6,4	0,250	392	0,4	0,20	2,1	29,4
7,6	0,300	398	0,4	0,21	2,1	29,8
10,2	0,400	405	0,4	0,21	2,1	30,4
12,70	0,500	411	0,4	0,21	2,2	30,8



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

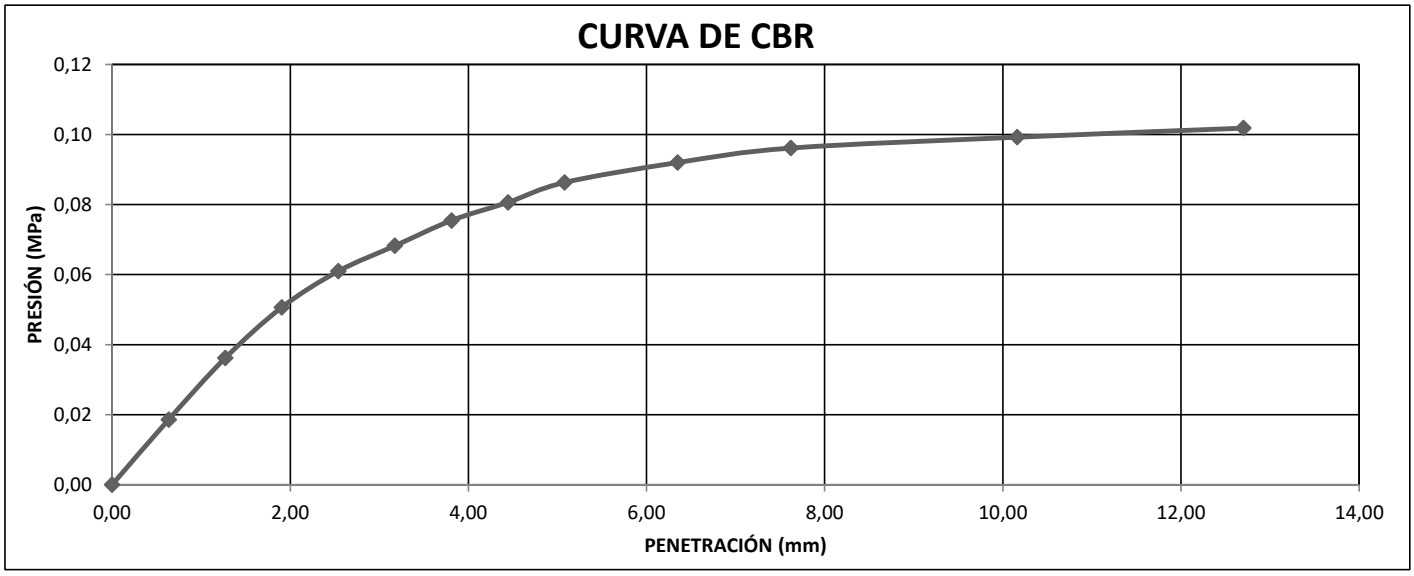
OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002996
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	6	APIQUE:	25
INFORME PC Nº:	003-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,70-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	8
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9270
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13886
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4616
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	23,1
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**0,88**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**0,83**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,26
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,52
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,67
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,85
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,92
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,22%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,35%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,51%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,57%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	36	0,0	0,02	0,2	2,7
1,3	0,050	70	0,1	0,04	0,4	5,2
1,9	0,075	98	0,1	0,05	0,5	7,3
2,5	0,100	118	0,1	0,06	0,6	8,8
3,2	0,125	132	0,1	0,07	0,7	9,9
3,8	0,150	146	0,1	0,08	0,8	10,9
4,4	0,175	156	0,2	0,08	0,8	11,7
5,1	0,200	167	0,2	0,09	0,9	12,5
6,4	0,250	178	0,2	0,09	0,9	13,3
7,6	0,300	186	0,2	0,10	1,0	13,9
10,2	0,400	192	0,2	0,10	1,0	14,4
12,70	0,500	197	0,2	0,10	1,0	14,8



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	26
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-21
LOCALIZACIÓN:	CIV 4007440	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,18	0,20									
	0,25		**GP-GM**	GRAVA LIMO-ARENOSA POBREMENTE GRADADA					13,21	7
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			SEMIDENSO						
	0,45									
	0,50									
	0,55									
0,60	0,60									
	0,65		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		5,84			22,22	8
	0,70			CAFÉ		1,49				
	0,75			HUMEDAD MEDIA						
	0,80			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4007440
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMO-ARENOSA POBREMENTE GRADADA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	7	APIQUE Nº:	26
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,18-0,60

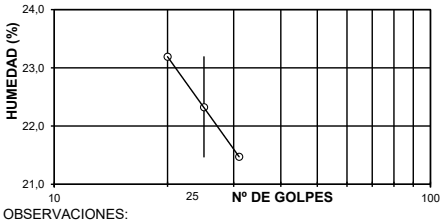
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	20
Nº de Recipiente	26	27	28
M_1	37,25	36,45	38,38
M_2	34,56	33,24	34,89
M_3	34,56	33,24	34,89
M_4	22,02	18,87	19,86
M_W	2,69	3,21	3,49
M_S	12,54	14,37	15,03
W%	21,47	22,32	23,19

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	29	30	6
M_1	30,42	31,21	612,5
M_2	27,94	28,81	553,3
M_3	27,94	28,81	553,3
M_4	14,33	15,55	105,2
M_W	2,48	2,40	59,20
M_S	13,61	13,26	448,10
W%	18,23	18,12	13,21

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	11650					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	10319					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	10319					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	1033,6	8,9%	8,9%	91,1%	91,1%
1 ½"	37,50	925,6	7,9%	16,8%	83,2%	83,2%
1"	25,00	912,6	7,8%	24,7%	75,3%	75,3%
3/4"	19,00	1021,5	8,8%	33,4%	66,6%	66,6%
1/2"	12,50	977,6	8,4%	41,8%	58,2%	58,2%
3/8"	9,50	912,5	7,8%	49,6%	50,4%	50,4%
1/4"	6,30	-	-	49,6%	50,4%	50,4%
Nº 4	4,75	1010,1	8,7%	58,3%	41,7%	41,7%
Nº 8	2,36	-	-	58,3%	41,7%	41,7%
Nº 10	2,00	677,5	5,8%	64,1%	35,9%	35,9%
Nº12	1,70	-	-	64,1%	35,9%	35,9%
Nº16	1,18	-	-	64,1%	35,9%	35,9%
Nº30	0,600	-	-	64,1%	35,9%	35,9%
Nº40	0,425	672,2	5,8%	69,9%	30,1%	30,1%
Nº50	0,300	-	-	69,9%	30,1%	30,1%
Nº80	0,180	-	-	69,9%	30,1%	30,1%
Nº100	0,150	962,6	8,3%	78,2%	21,8%	21,8%
Nº200	0,075	1212,6	10,4%	88,6%	11,4%	11,4%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		10.318,5				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	22
Límite Plástico	18
Índice Plástico	4
Gravas	58%
Arenas	30%
Finos	11%
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
Índice de Grupo	0
U.S.C	GP-GM
Tamaño maximo nominal	2"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	211,87
Coeficiente de Curvatura Cc =	0,04

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACIÓN: CIV 4007440

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA:

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-05-21

DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD — FECHA ENSAYO: 2025-05-30

CANTERA: N.A. — SONDEO Nº: N/A

MUESTRA Nº: 8 — APIQUE Nº: 26

INFORME PC Nº: 401-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,60-1,50

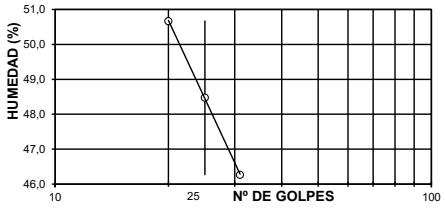
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL (INV E 125:2013)			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	20
Nº de Recipiente	31	32	33
M_1	41,02	38,98	39,42
M_2	35,04	32,68	32,32
M_3	35,04	32,68	32,32
M_4	22,13	19,67	18,32
M_W	5,98	6,30	7,10
M_S	12,91	13,01	14,00
W%	46,27	48,48	50,67

LÍMITE PLÁSTICO - LP (INV E 126:2013)			W% DE LA MUESTRA (INV E 122:2013)
Nº de Recipiente	34	35	7
M_1	30,25	31,31	264,6
M_2	27,24	27,88	235,3
M_3	27,24	27,88	235,3
M_4	15,68	15,02	103,2
M_W	3,01	3,43	29,34
M_S	11,56	12,86	132,06
W%	26,02	26,67	22,22

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g — $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g — $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	235					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	8					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	8					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	1,1	0,5%	0,5%	99,5%	99,5%
Nº12	1,70	-	-	0,5%	99,5%	99,5%
Nº16	1,18	-	-	0,5%	99,5%	99,5%
Nº30	0,600	-	-	0,5%	99,5%	99,5%
Nº40	0,425	1,6	0,7%	1,1%	98,9%	98,9%
Nº50	0,300	-	-	1,1%	98,9%	98,9%
Nº80	0,180	-	-	1,1%	98,9%	98,9%
Nº100	0,150	3,2	1,4%	2,5%	97,5%	97,5%
Nº200	0,075	2,4	1,0%	3,5%	96,5%	96,5%
FONDO	-	0,0	-	-	-	-
		8,3				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	48
Límite Plástico	26
Índice Plástico	22
Gravas	0%
Arenas	4%
Finos	96%
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
Índice de Grupo	14
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	Nº 10
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

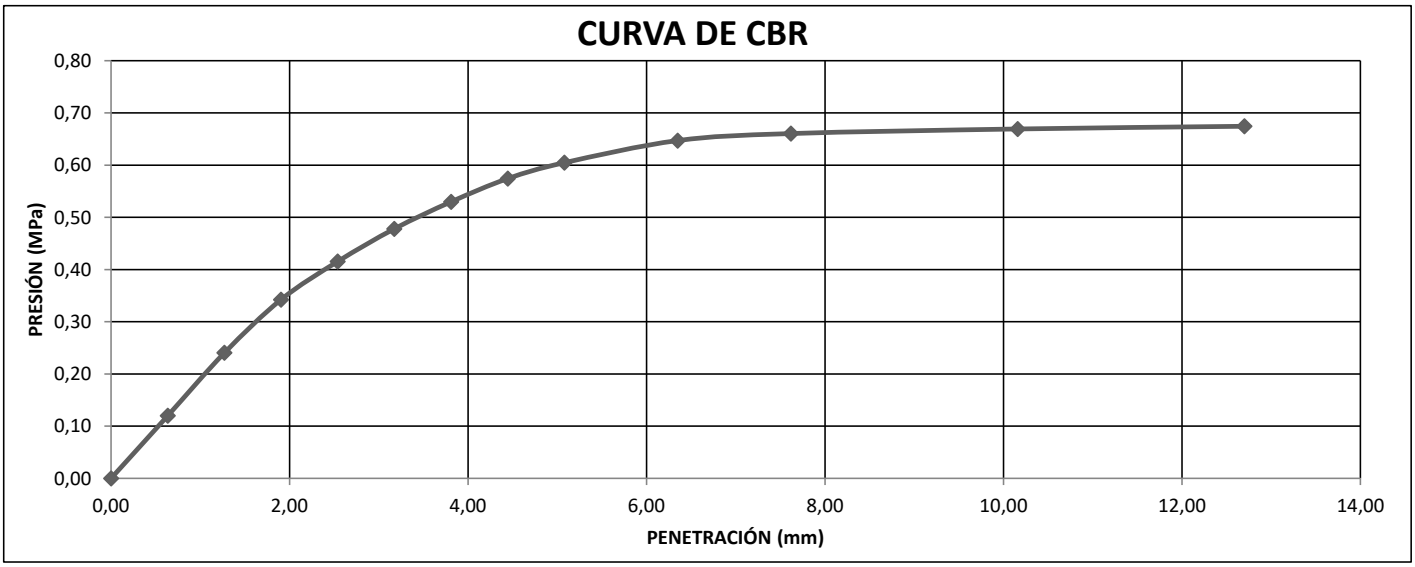
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4007440
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	8	APIQUE:	26
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,60-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	14
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9459
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13365
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3906
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2115
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	22,2
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1511
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**6,02**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**5,84**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	232	0,2	0,12	1,2	17,4
1,3	0,050	465	0,5	0,24	2,5	34,9
1,9	0,075	663	0,7	0,34	3,5	49,7
2,5	0,100	804	0,8	0,42	4,2	60,2
3,2	0,125	925	0,9	0,48	4,9	69,3
3,8	0,150	1025	1,0	0,53	5,4	76,8
4,4	0,175	1111	1,1	0,57	5,9	83,3
5,1	0,200	1170	1,2	0,60	6,2	87,7
6,4	0,250	1252	1,3	0,65	6,6	93,8
7,6	0,300	1278	1,3	0,66	6,7	95,8
10,2	0,400	1295	1,3	0,67	6,8	97,1
12,70	0,500	1305	1,3	0,67	6,9	97,8



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

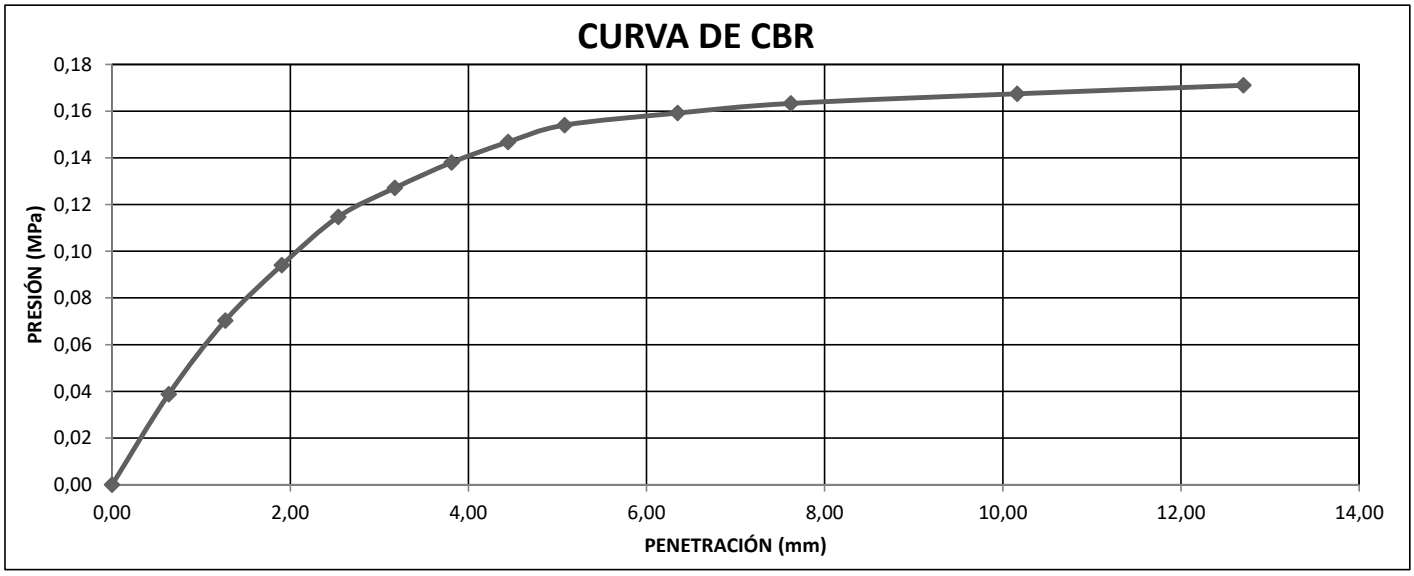
OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4007440
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	8	APIQUE:	26
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,60-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	14
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9459
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	14835
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	5376
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	33,5
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**1,66**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,49**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,14
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,75
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,86
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,92
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,07
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,53%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,62%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,67%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,80%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	75	0,1	0,04	0,4	5,6
1,3	0,050	136	0,1	0,07	0,7	10,2
1,9	0,075	182	0,2	0,09	1,0	13,6
2,5	0,100	222	0,2	0,11	1,2	16,6
3,2	0,125	246	0,2	0,13	1,3	18,4
3,8	0,150	267	0,3	0,14	1,4	20,0
4,4	0,175	284	0,3	0,15	1,5	21,3
5,1	0,200	298	0,3	0,15	1,6	22,3
6,4	0,250	308	0,3	0,16	1,6	23,1
7,6	0,300	316	0,3	0,16	1,7	23,7
10,2	0,400	324	0,3	0,17	1,7	24,3
12,70	0,500	331	0,3	0,17	1,7	24,8



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	27
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-21
LOCALIZACIÓN:	CIV 4002833	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIDIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,18	0,20									
	0,25		**GW-GM**	GRAVA LIMOSA CON ARENA BIEN GRADADA						9
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			DENSO						
	0,45									
	0,50									
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
0,85	0,85									
	0,90		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA		4,32				10
	0,95			CAFÉ		1,46				
	1,00			HUMEDAD MEDIA						
	1,05			CONSISTENCIA BAJA						
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 TEL: 30222944130 -3042413954E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4002833
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA CON ARENA BIEN GRADADA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	9	APIQUE Nº:	27
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,18-0,85

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº			
Nº de Golpes			
Nº de Recipiente			
M_1			
M_2			
M_3			
M_4			
M_W			
M_S			
W%			

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente			8
M_1			721,6
M_2			683,3
M_3			683,3
M_4			120,3
M_W			38,28
M_S			563,00
W%			6,80

GRADACIÓN INV E 213:2013

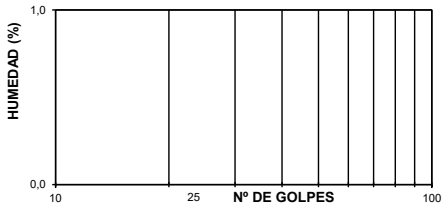
Masa inicial total seca (g):	14250					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	13094					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	13094					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	1352,2	9,5%	9,5%	90,5%	90,5%
2 ½"	63,00	1220,2	8,6%	18,1%	81,9%	81,9%
2"	50,00	*-	0,0%	18,1%	81,9%	81,9%
1 ½"	37,50	1321,2	9,3%	27,3%	72,7%	72,7%
1"	25,00	1160,2	8,1%	35,5%	64,5%	64,5%
3/4"	19,00	1212,6	8,5%	44,0%	56,0%	56,0%
1/2"	12,50	985,5	6,9%	50,9%	49,1%	49,1%
3/8"	9,50	1036,6	7,3%	58,2%	41,8%	41,8%
1/4"	6,30	-	-	58,2%	41,8%	41,8%
Nº 4	4,75	920,2	6,5%	64,6%	35,4%	35,4%
Nº 8	2,36	-	-	64,6%	35,4%	35,4%
Nº 10	2,00	942,6	6,6%	71,2%	28,8%	28,8%
Nº12	1,70	-	-	71,2%	28,8%	28,8%
Nº16	1,18	-	-	71,2%	28,8%	28,8%
Nº30	0,600	-	-	71,2%	28,8%	28,8%
Nº40	0,425	1021,2	7,2%	78,4%	21,6%	21,6%
Nº50	0,300	-	-	78,4%	21,6%	21,6%
Nº80	0,180	-	-	78,4%	21,6%	21,6%
Nº100	0,150	936,4	6,6%	85,0%	15,0%	15,0%
Nº200	0,075	985,2	6,9%	91,9%	8,1%	8,1%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		13.094,2				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

PAGINA 1 DE 1

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	N.L.L.
Límite Plástico	N.L.P.
Índice Plástico	N.P.
Gravas	65%
Arenas	27%
Finos	8%
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - a
Índice de Grupo	0
U.S.C	GW-GM
Tamaño maximo nominal	3"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	228,33
Coeficiente de Curvatura Cc =	2,05

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4002833
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	10	APIQUE Nº:	27
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,85-1,50

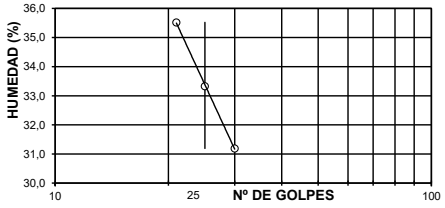
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	30	25	21
Nº de Recipiente	41	42	43
M_1	39,65	38,55	40,25
M_2	35,25	33,93	35,52
M_3	35,25	33,93	35,52
M_4	21,15	20,06	22,19
M_W	4,40	4,62	4,73
M_S	14,10	13,87	13,33
W%	31,19	33,33	35,52

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	44	45	9
M_1	32,32	31,25	352,2
M_2	29,08	28,46	316,9
M_3	29,08	28,46	316,9
M_4	14,13	15,14	106,5
M_W	3,24	2,79	35,25
M_S	14,95	13,32	210,45
W%	21,68	20,95	16,75

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	317					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	48					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	48					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	12,2	3,8%	3,8%	96,2%	96,2%
Nº12	1,70	-	-	3,8%	96,2%	96,2%
Nº16	1,18	-	-	3,8%	96,2%	96,2%
Nº30	0,600	-	-	3,8%	96,2%	96,2%
Nº40	0,425	15,2	4,8%	8,6%	91,4%	91,4%
Nº50	0,300	-	-	8,6%	91,4%	91,4%
Nº80	0,180	-	-	8,6%	91,4%	91,4%
Nº100	0,150	9,2	2,9%	11,6%	88,4%	88,4%
Nº200	0,075	11,6	3,7%	15,2%	84,8%	84,8%
FONDO	-	0,0	-	-	-	-
		48,2				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

PAGINA 1 DE 1

RESULTADOS

Límite Líquido	33
Límite Plástico	21
Índice Plástico	12
Gravas	0%
Arenas	15%
Finos	85%
A.A.S.H.T.O.	A - 6
Índice de Grupo	9
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	2"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

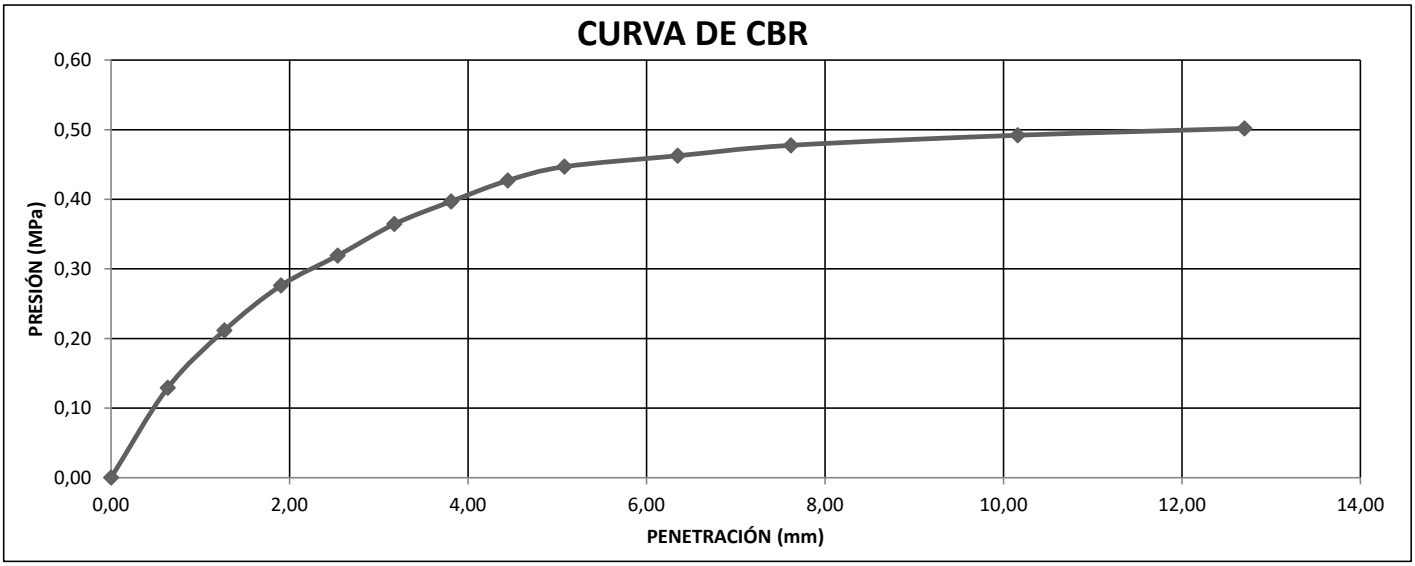
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC GJ S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002833
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-21
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	10	APIQUE:	27
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,85-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	22
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9366
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13333
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3967
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2126
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	16,7
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1598
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**4,62**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**4,32**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	250	0,2	0,13	1,3	18,7
1,3	0,050	410	0,4	0,21	2,2	30,7
1,9	0,075	534	0,5	0,28	2,8	40,0
2,5	0,100	618	0,6	0,32	3,3	46,3
3,2	0,125	705	0,7	0,36	3,7	52,8
3,8	0,150	768	0,8	0,40	4,0	57,6
4,4	0,175	826	0,8	0,43	4,4	61,9
5,1	0,200	865	0,9	0,45	4,6	64,8
6,4	0,250	895	0,9	0,46	4,7	67,1
7,6	0,300	924	0,9	0,48	4,9	69,3
10,2	0,400	952	1,0	0,49	5,0	71,4
12,70	0,500	971	1,0	0,50	5,1	72,8



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS

INFORME DE ENSAYOS

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS
NORMA INVIAS INV E 148-2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4002833

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-05-21

DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD — FECHA ENSAYO: 2025-05-30

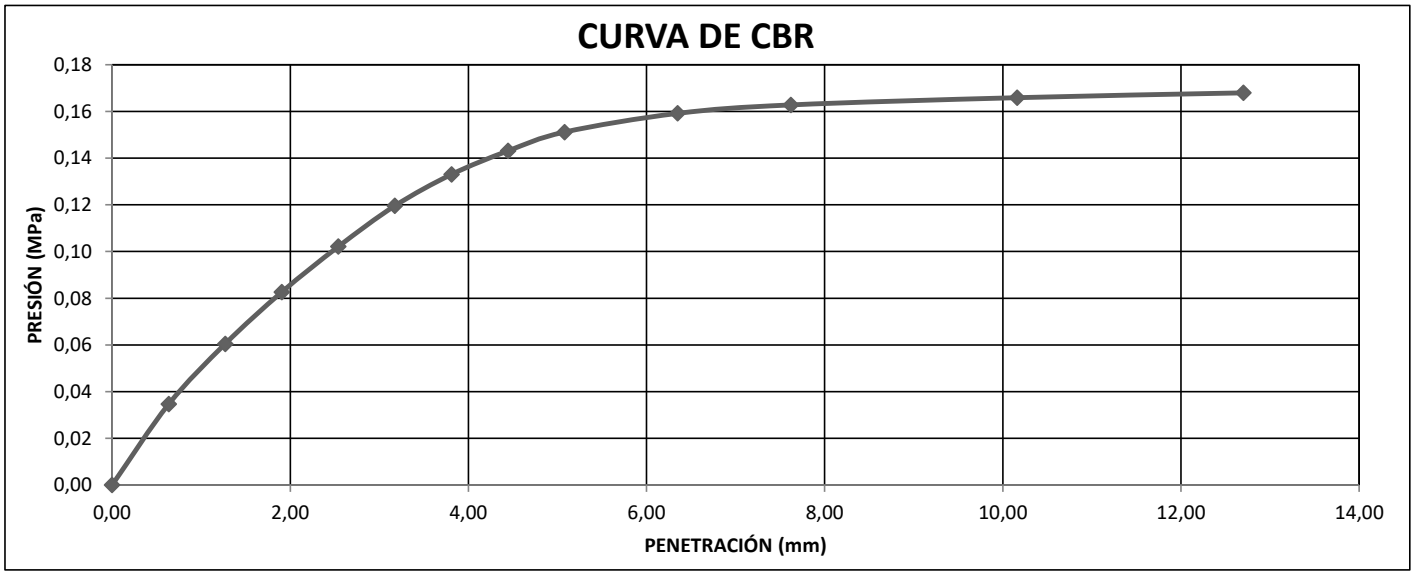
CANTERA: N/A — SONDEO: N/A

MUESTRA Nº: 10 — APIQUE: 27

INFORME PC Nº: 401-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,85-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	22
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9366
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	14133
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4767
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	23,5
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**1,48**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,46**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,22
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,41
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,50
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,56
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,58
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,16%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,24%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,29%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,31%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (N)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	67	0,1	0,03	0,4	5,0
1,3	0,050	117	0,1	0,06	0,6	8,8
1,9	0,075	160	0,2	0,08	0,8	12,0
2,5	0,100	198	0,2	0,10	1,0	14,8
3,2	0,125	231	0,2	0,12	1,2	17,3
3,8	0,150	257	0,3	0,13	1,4	19,3
4,4	0,175	277	0,3	0,14	1,5	20,8
5,1	0,200	293	0,3	0,15	1,5	21,9
6,4	0,250	308	0,3	0,16	1,6	23,1
7,6	0,300	315	0,3	0,16	1,7	23,6
10,2	0,400	321	0,3	0,17	1,7	24,1
12,70	0,500	325	0,3	0,17	1,7	24,4



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

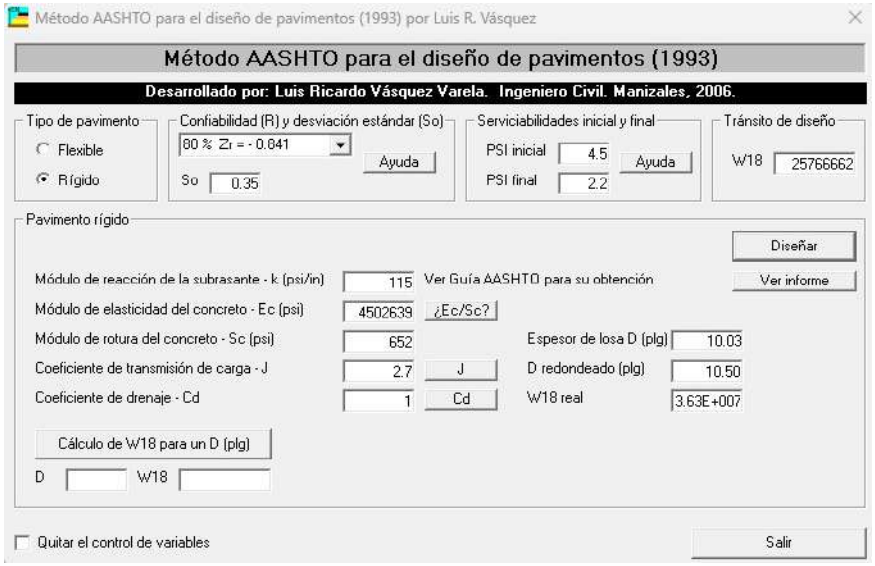
ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON CAPA ANTIEROSIVA

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CAPA ANITEROSIVA
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**25766662**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K comb	**115**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	7.41	
		7.41	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado Excel)**	10.07	pulg
		25.59	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	26.67	cm
		10.50	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	28.00	cm
		11.02	pulg
	D (espesor losa construible)	28.00	cm
		11.02	pulg

VERIFICACION INVIAS	Tipo de subrasante	S2
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T6



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

Tránsito T6

		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	32								28				27				27	30		
	MR2	30				29				27				26	30			26	30		
	MR3	30				29				27	30			26	30			26	30		
	MR4	30				29				27	30			26	30			26	30		
BG	MR1	30				29				27				27				26	30		
	MR2	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR3	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR4	29				28				26	30			26	30			25	29		
BEC	MR1	26	30			26	29			24	29			24		29		24	28	29	
	MR2	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR3	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR4	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	

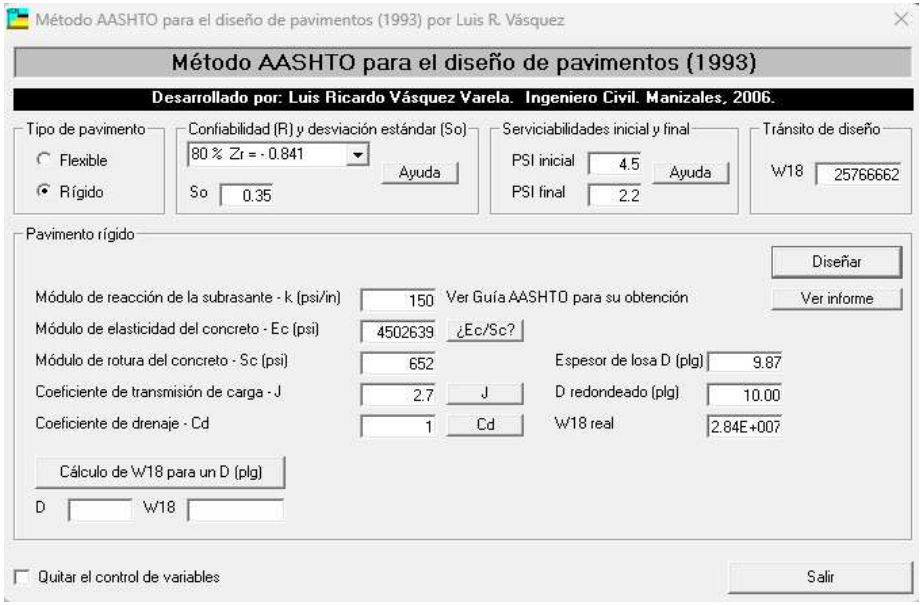
ANEXO 3. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**25766662**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K combinado	**150**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	7.41	
		7.41	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado)**	9.96	pulg
		25.30	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	25.07	cm
		9.87	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	25.00	cm
		9.84	pulg
	D (espesor losa construible)	25.00	cm
		9.8425	pulg

VERIFICACION INVIAS	Tipo de subrasante	S2
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T6



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

Tránsito T6

		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	32								28				27				27	30		
	MR2	30				29				27				26	30			26	30		
	MR3	30				29				27	30			26	30			26	30		
	MR4	30				29				27	30			26	30			26	30		
BG	MR1	30				29				27				27				26	30		
	MR2	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR3	29				28				26	30			26	30			25	29		
	MR4	29				28				26	30			26	30			25	29		
BEC	MR1	26	30			26	29			24	29			24		29		24	28	29	
	MR2	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR3	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	
	MR4	25	29			25	29			24	29			24	28	29		24	28	29	

ANEXO 4. INFORME DE PAVIMENTOS FDLSC-LP-003-2023

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PUBLICA No. FDLSC-487-2023

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE

DISEÑO DE PAVIMENTO DEL CIV 4003200 PK_ID 207114, CIV 4003351 PK_ID 207330, CIV 4003400 PK_ID 207423, CIV 4006758 PK_ID 214490, CIV 4006760 PK_ID 604752, CIV 4006761 PK_ID 529286, CIV 4006769 PK_ID 214502, CIV 4006771 PK_ID 214508, CIV 4003657 PK_ID 207897, CIV 4003677 PK_ID 207936, CIV 4003694 PK_ID 207975, CIV 4003714 PK_ID 208005, LOS ALPES

GT02-CSC2023-V0

CONTRATISTA

CONSORCIO SANCRISTOBAL 2023

CONSULTOR

GEOINGTRO SAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha de modificación	Descripción de la modificación
0	29-08-2023	Versión inicial

ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Distribuir a	No.	Distribuir a
1	INTERVENTORÍA	4	
2		5	
3		6	

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato No.	FDLSC-487-2023	**Fecha:**	29 de agosto de 2023
Título del documento	Diseño de pavimento de la carrera 9 Este entre calle 36A Sur y calle 36L Sur, Los Alpes		
Código del documento	GT02-CSC2023		

Control Interno Consorcio SanCristobal 2023 – Contrato FDLSC-487-2023	
Elaboró: **Ing. Juan Ricardo Troncoso Rivera** Especialista en pavimentos	Aprobó: **Ing. Angela Patricia Castro G.** Director de Obra
Revisión Externa	
Especialista de Pavimentos de Interventoría	Representante Legal

TABLA DE CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO 2
ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN 2
REVISIÓN Y APROBACIÓN 2
TABLA DE CONTENIDO 3
LISTA DE ILUSTRACIONES 4
LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE GRÁFICAS 5
LISTA DE FOTOGRAFÍAS 6
LISTA DE ECUACIONES 6
INTRODUCCIÓN 7
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
1.3 Alcance 8
2 GENERALIDADES 9
2.1 Localización y descripción del proyecto 9
2.2 Caracterización operacional del área de estudio 10
2.3 Caracterización climática 16
3 ANÁLISIS DE TRANSITO 19
3.1 Conteos de transito 19
3.2 Tránsito promedio diario 20
3.3 Periodo de diseño 20
3.4 Factor de distribución direccional 20
3.5 Factor de distribución por carril 20
3.6 Tasa de crecimiento 21
3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje 21
4 DIAGNOSTICO VIAL 23
4.1 Evaluación superficial del pavimento 28
4.2 Evaluación estructural 28
4.3 Resultado del diagnóstico vial 28
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 30
5.1 Perfiles estratigráficos 30
5.2 Caracterización geotécnica 30
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS 32
6.1 Análisis de potencial de expansión 32
6.2 Análisis de potencial de contracción de arcillas 33
6.3 Revisión bibliográfica frente al fenómeno de contracción y expansión 34
6.4 Recomendación frente al fenómeno de contracción y expansión 36
6.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 36
6.6 Correlación CBR- MR 37
6.7 Cálculo de la capacidad portante equivalente – CPE 37
6.7.1 Determinación del módulo de la capa reforzada con geocelda 37
6.7.2 Verificación del espesor mínimo de material 38
6.8 Cálculo de módulo de reacción del conjunto de capas 40
7 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 42

7.1 Metodología de diseño....42
7.2 Alternativas de diseño en pavimento rígido....42
7.2.1 Alternativa 1: Concreto hidráulico, capa antierosiva, SBG....43
7.2.2 Alternativa 2: Concreto hidráulico, subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante....44
7.3 Características geométricas de la losa....45
7.4 Modulación ante la presencia de estructuras hidráulicas....45
7.5 Características de las barras de transferencia y amarre....47
7.6 Juntas de transferencia....47
7.6.1 Juntas de expansión....48
7.6.2 Sellado de juntas....48
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....49
9 LIMITACIONES....50
ANEXOS....I
ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA....I
ANEXO 2. VERIFICACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DE MATERIAL GRANULAR QUE ACOMPAÑA EL REFUERZO DE GEOCELDA....II
ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO: PCA....III
ANEXO 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL ADITIVO POTENCIALIZADOR....IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del área de estudio....9
Ilustración 2. Ubicación de CIV 4003200 PK_ID 207114....10
Ilustración 3. Ubicación de CIV 4003351 PK_ID 207330....11
Ilustración 4. Ubicación de CIV 4003400 PK_ID 207423....11
Ilustración 5. Ubicación de CIV 4006758 PK_ID 214490....12
Ilustración 6. Ubicación de CIV 4006760 PK_ID 604752....12
Ilustración 7. Ubicación de CIV 4006761 PK_ID 529286....13
Ilustración 8. Ubicación de CIV 4006769 PK_ID 214502....13
Ilustración 9. Ubicación de CIV 4006771 PK_ID 214508....14
Ilustración 10. Ubicación de CIV 4003657 PK_ID 207897....14
Ilustración 11. Ubicación de CIV 4003677 PK_ID 207936....15
Ilustración 12. Ubicación de CIV 4003694 PK_ID 207975....15
Ilustración 13. Ubicación de CIV 4003714 PK_ID 208005....16
Ilustración 14. Cargas no uniformes impuestas en estructuras de pavimento por suelos expansivos....35
Ilustración 15. Modelo conceptual para generación de fisuras longitudinales inducidas por el ambiente en pavimentos....35
Ilustración 16. Evolución del porcentaje de fisuración en secciones estudiadas....35
Ilustración 17. Mejoramiento de plataforma con geocelda....38
Ilustración 18. Determinación de K compuesto....41
Ilustración 19. Análisis de sensibilidad capa de subbase....43
Ilustración 20. Estructura de pavimento rígido, alternativa 1....44
Ilustración 21. Análisis de sensibilidad capa de subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante....44
Ilustración 22. Estructura de pavimento rígido, alternativa 2....45

Ilustración 23. Detalle de modulación si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal....46
Ilustración 24. Detalle de modulación cuando se presentan estructuras hidráulicas y la junta de expansión coincide con la junta longitudinal....46
Ilustración 25. Detalle de modulación cuando se presentan sumideros....47
Ilustración 26. Detalle de junta de expansión con dovela....48
Ilustración 27. Detalle junta de expansión sin dovela....48
Ilustración 28. Estructuras de pavimento recomendadas para intervención....49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico....8
Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV..19
Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito....20
Tabla 4. Factor carril....21
Tabla 5. Proyección de TPDs de la carrera 9 Este entre calle 36A Sur y calle 36L Sur....21
Tabla 6. Repeticiones de carga por eje de la carrera 9 Este entre calle 36A Sur y calle 36L Sur....21
Tabla 7. Condición del pavimento....28
Tabla 8. Tipo de ensayo, norma técnica, cantidad....31
Tabla 9. Resultados de ensayos de laboratorio....31
Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos....32
Tabla 11. Potencial expansivo de la subrasante....32
Tabla 12. Comparación de contenido de agua de equilibrio y natural....32
Tabla 13. Potencial de contracción de arcillas....33
Tabla 14. Clasificación de potencial de contracción....33
Tabla 15. Análisis de resultados de límite de contracción....34
Tabla 16. Geosintéticos contemplados en el estudio....36
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR....36
Tabla 18. Correlaciones entre CBR Vs MR....37
Tabla 19. Cálculo de modulo resultante de refuerzo con geocelda....38
Tabla 20. Verificación de espesor....40
Tabla 21. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido....43
Tabla 22. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 1....43
Tabla 23. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 2....44
Tabla 24. Proporciones recomendadas de cemento y aditivo....45
Tabla 25. Ancho de losa por CIV....45
Tabla 26. Características de las barras de transferencia....47
Tabla 27. Características de las barras de amarre....47
Tabla 28. Características de las juntas....48

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio....17

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio 17
Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero 18
Gráfica 4. Perfiles encontrados en la exploración geotécnica.....30

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo 19
Fotografía 2. Estado actual CIV 4003200 PK_ID 207114 23
Fotografía 3. Estado actual CIV 4003351 PK_ID 207330 23
Fotografía 4. Estado actual CIV 4003400 PK_ID 207423 24
Fotografía 5. Estado actual CIV 4006758 PK_ID 214490 24
Fotografía 6. Estado actual CIV 4006760 PK_ID 604752 25
Fotografía 7. Estado actual CIV 4006761 PK_ID 529286 25
Fotografía 8. Estado actual CIV 4006769 PK_ID 214502 25
Fotografía 9. Estado actual CIV 4006771 PK_ID 214508 26
Fotografía 10. Estado actual CIV 4003657 PK_ID 207897 26
Fotografía 11. Estado actual CIV 4003677 PK_ID 207936 27
Fotografía 12. Estado actual CIV 4003694 PK_ID 207975 27
Fotografía 13. Estado actual CIV 4003714 PK_ID 208005 28

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal 20
Ecuación 2. Humedad de equilibrio.....32
Ecuación 3. Incremento del módulo del material granular por MIF 37
Ecuación 4. Factor de incremento de modulo 38
Ecuación 5. Relación de módulo 39
Ecuación 6. Determinación del espesor mínimo de material con uso de geocelda39

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de obra pública No. FDLSC-487-2023 celebrado entre el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal y el Consorcio Sancristobal 2023, cuyo objeto es: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE", se hace necesario realizar los estudios y diseño de pavimento, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con la normativa aplicable para la ciudad de Bogotá D.C.

El Consorcio Sancristobal 2023 encomendó a GEOINGTRO S.A.S., la elaboración del diseño de pavimento del CIV 4003200 PK_ID 207114, CIV 4003351 PK_ID 207330, CIV 4003400 PK_ID 207423, CIV 4006758 PK_ID 214490, CIV 4006760 PK_ID 604752, CIV 4006761 PK_ID 529286, CIV 4006769 PK_ID 214502, CIV 4006771 PK_ID 214508, CIV 4003657 PK_ID 207897, CIV 4003677 PK_ID 207936, CIV 4003694 PK_ID 207975, CIV 4003714 PK_ID 208005 Los Alpes.

Las especificaciones de las actividades a realizar durante la construcción deberán cumplir lo establecido en documento ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.", versión 2018.

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos del diseño de pavimento y el alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento con base en la metodología descrita en la GUÍA GU-IC-13 DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. y el Apéndice I – Diagnóstico, Técnicas de Intervención y Diseño de Alternativas para la Conservación Programada de los Pavimentos de la Malla Vial de Bogotá D.C. del Instituto de Desarrollo Urbano.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar de la información técnica disponible del diagnóstico vial realizado.
- Analizar la exploración geotécnica como insumo principal para el análisis geotécnico de la subrasante y sus comportamientos asociados.
- Diseñar una estructura de pavimento por medio de la metodología PCA-84.
- Determinar las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.

1.3 Alcance

El alcance del diseño de pavimento incluye doce (12) segmentos viales.

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
15	4003200	207114	Carrera 9 Este	Calle 36A Sur	Calle 36B Sur
16	4003351	207330	Carrera 9 Este	Calle 36F Sur	Calle 36F Bis Sur
17	4003400	207423	Carrera 9 Este	Calle 36F Bis Sur	Calle 36G Sur
18	4006758	214490	Carrera 9 Este	Calle 36G Sur	Calle 36G Bis Sur
19	4006760	604752	Carrera 9 Este	Calle 36G Bis Sur	Calle 36H Sur
20	4006761	529286	Carrera 9 Este	Calle 36H Sur	Calle 36H Sur
21	4006769	214502	Carrera 9 Este	Calle 36H Sur	Calle 36H Bis Sur
22	4006771	214508	Carrera 9 Este	Calle 36H Bis Sur	Calle 36I Sur
23	4003657	207897	Carrera 9 Este	Calle 36I Sur	Calle 36I Bis Sur
24	4003677	207936	Carrera 9 Este	Calle 36I Bis Sur	Carrera 8F Este
25	4003694	207975	Carrera 9 Este	Carrera 8F Este	Calle 36J Sur
26	4003714	208005	Carrera 9 Este	Calle 36J Sur	Calle 36L Sur

Fuente: Listado entregado por el Consorcio Sancristobal 2023

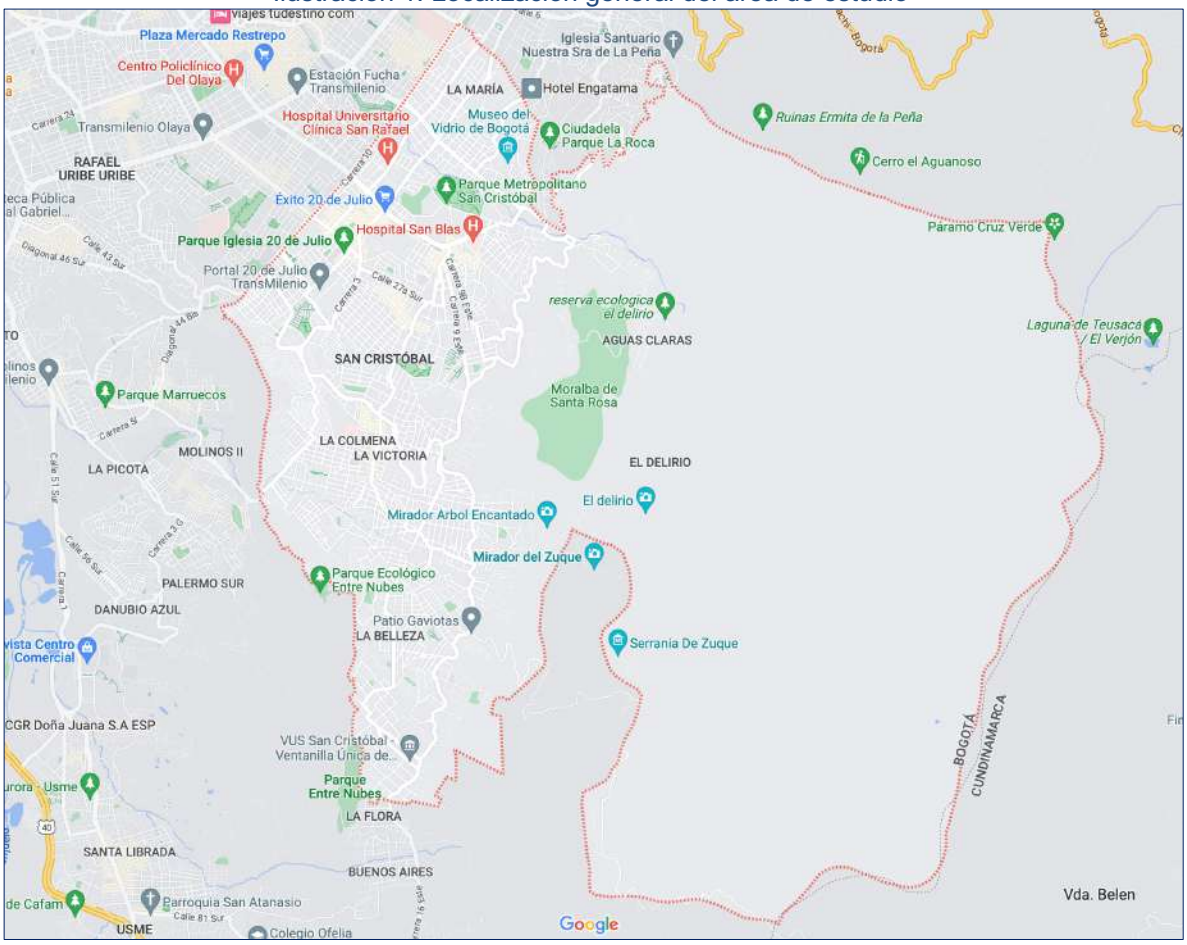
2 GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, la ubicación especificación corredor vial a evaluar, así como las condiciones climáticas que se incluyen en las hipótesis del diseño de estructuras de pavimento.

2.1 Localización y descripción del proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 Sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 Sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

Ilustración 1. Localización general del área de estudio

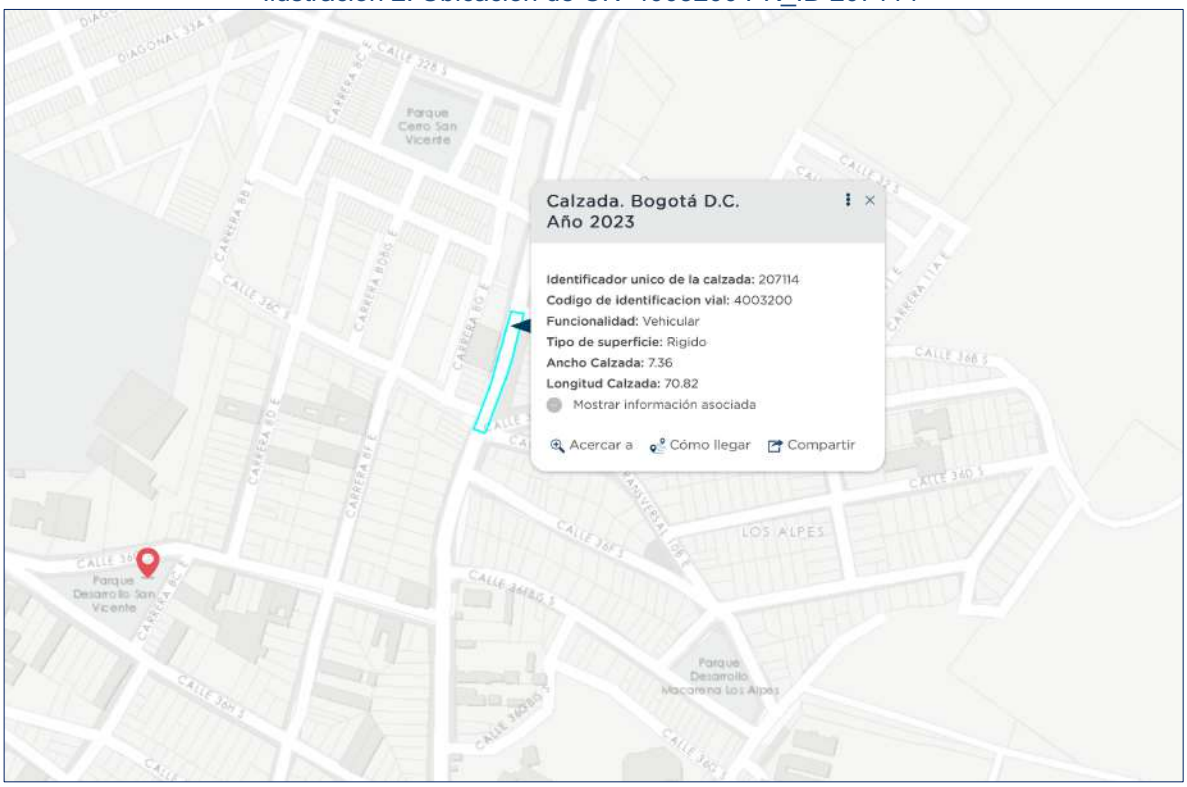


Fuente: Google Maps, 2023

2.2 Caracterización operacional del área de estudio

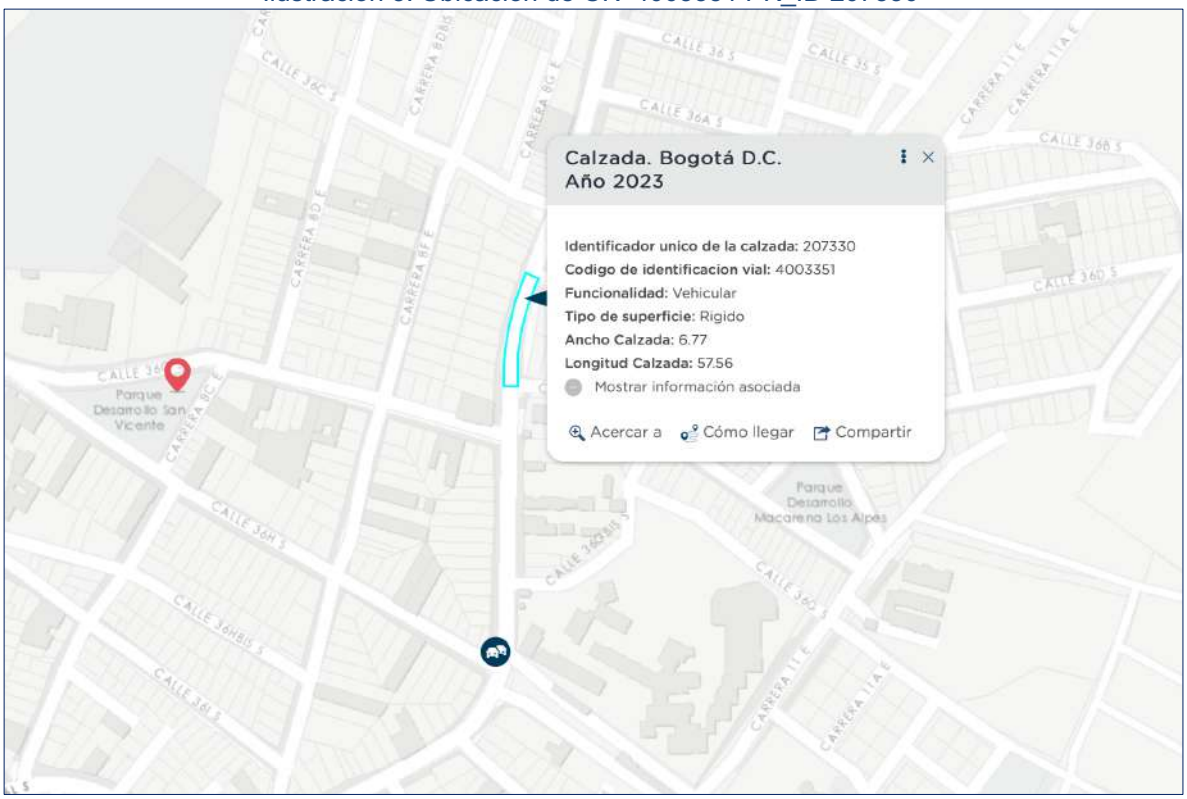
El tramo vial del CIV 4003200 PK_ID 207114, CIV 4003351 PK_ID 207330, CIV 4003400 PK_ID 207423, CIV 4006758 PK_ID 214490, CIV 4006760 PK_ID 604752, CIV 4006761 PK_ID 529286, CIV 4006769 PK_ID 214502, CIV 4006771 PK_ID 214508, CIV 4003657 PK_ID 207897, CIV 4003677 PK_ID 207936, CIV 4003694 PK_ID 207975, CIV 4003714 PK_ID 208005 Los Alpes, es un corredor vial de una calzada con dos carriles en dos direcciones con funcionalidad vehicular, actualmente con superficie de pavimento consolidada.

Ilustración 2. Ubicación de CIV 4003200 PK_ID 207114



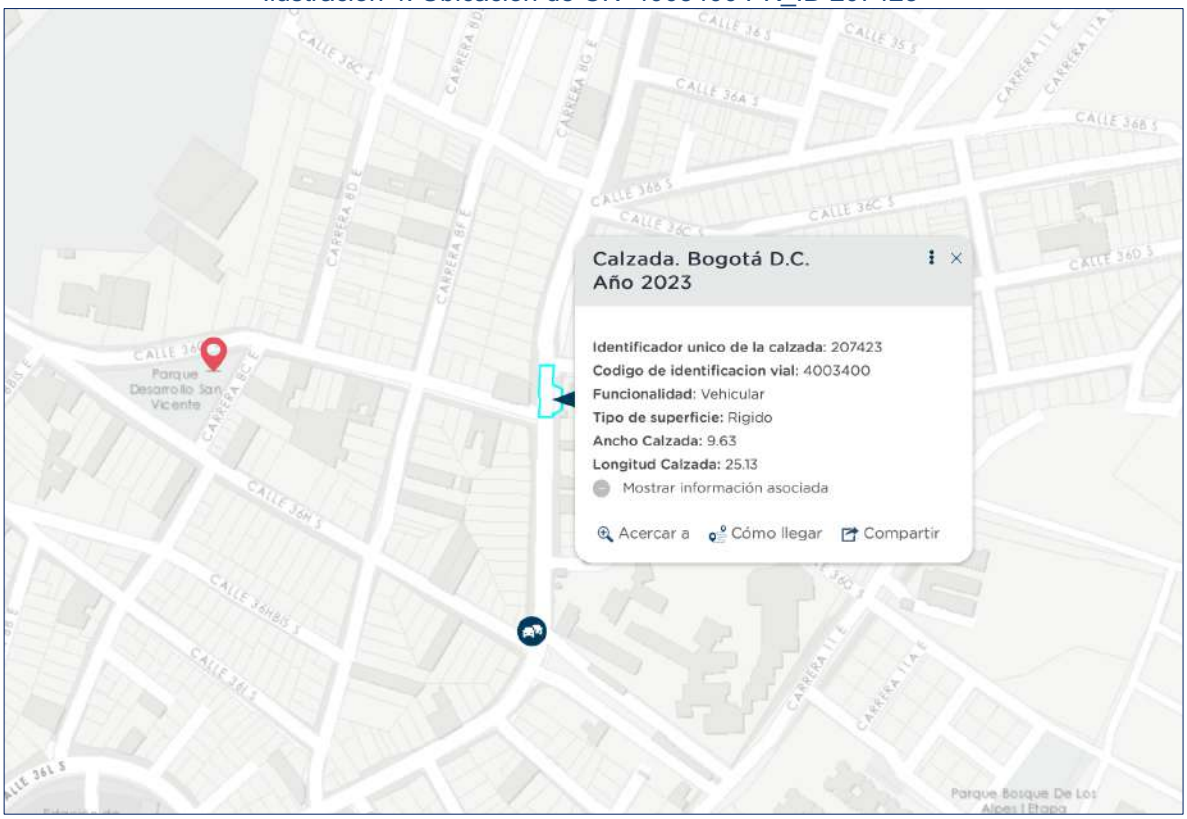
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 3. Ubicación de CIV 4003351 PK_ID 207330



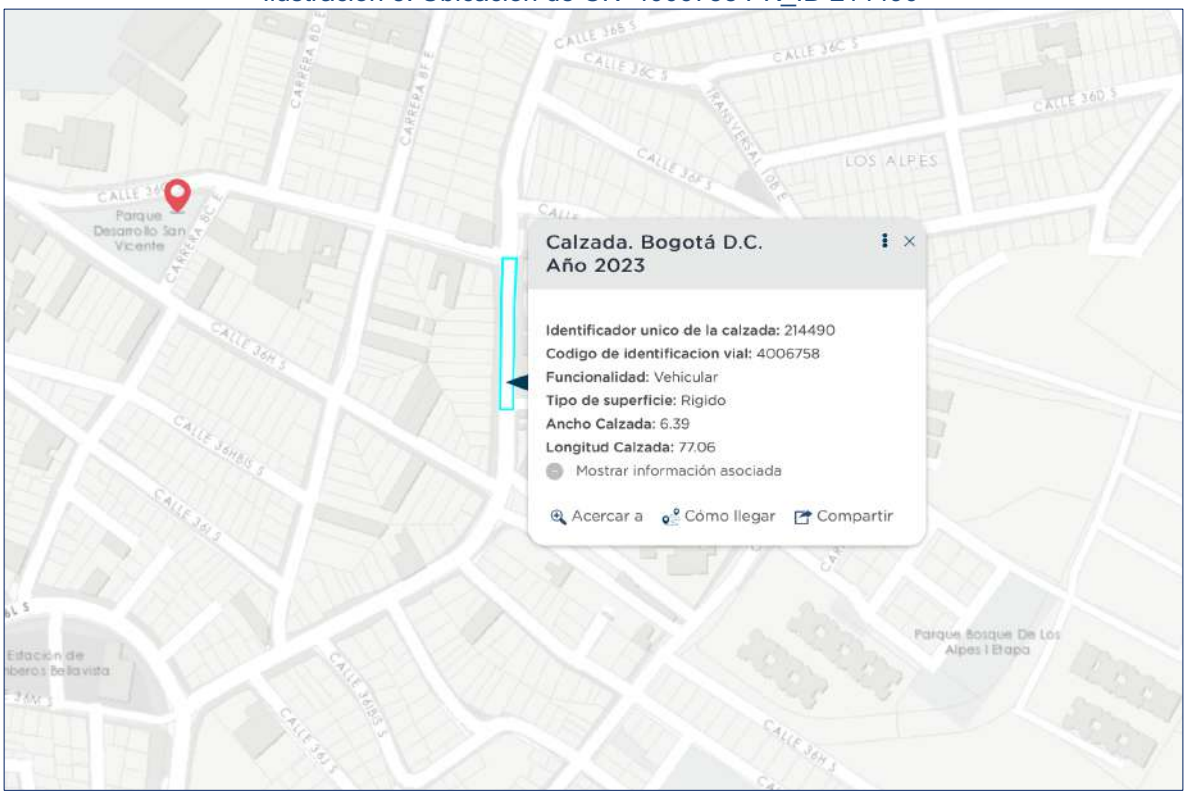
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 4. Ubicación de CIV 4003400 PK_ID 207423



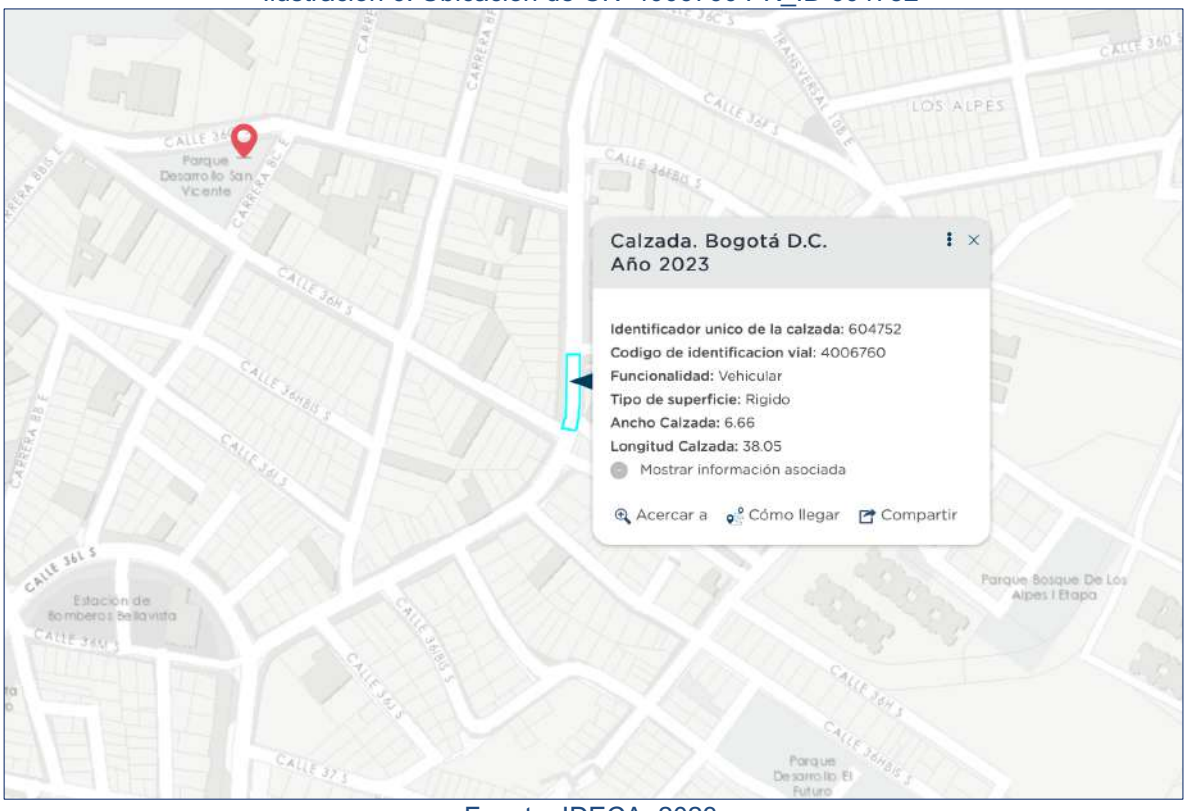
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 5. Ubicación de CIV 4006758 PK_ID 214490



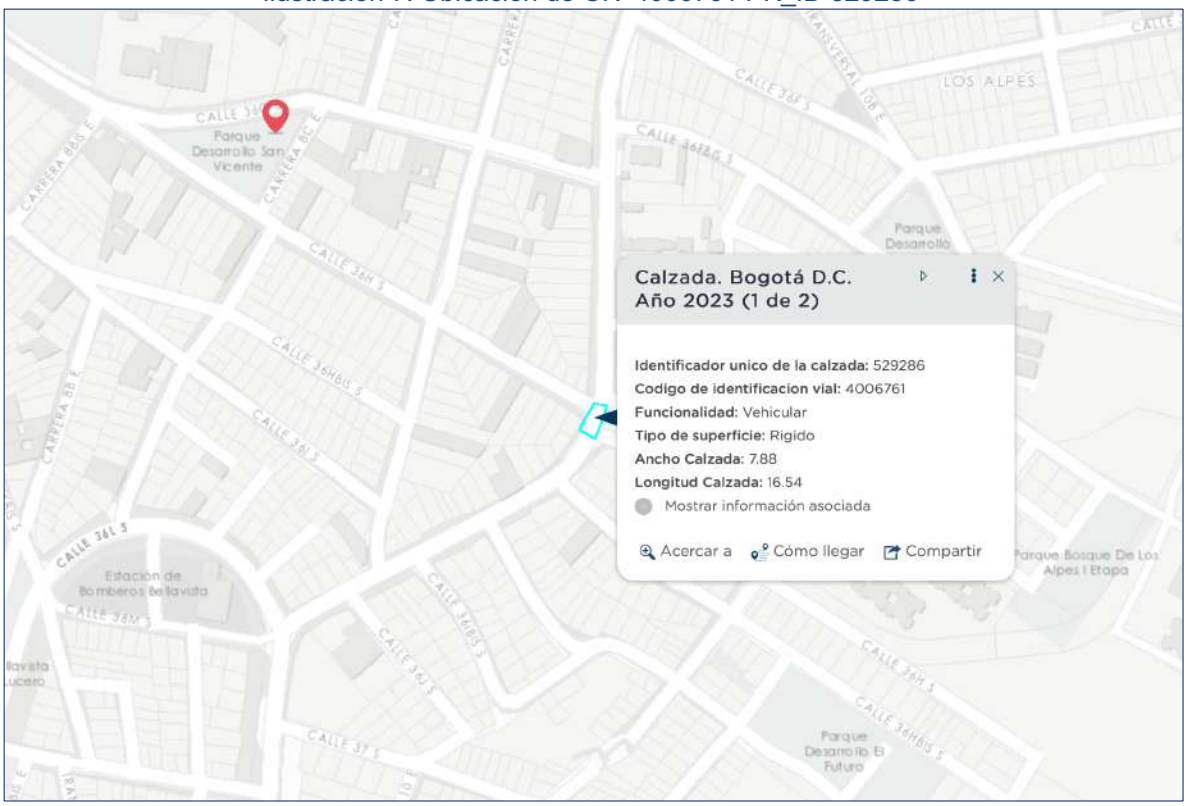
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 6. Ubicación de CIV 4006760 PK_ID 604752



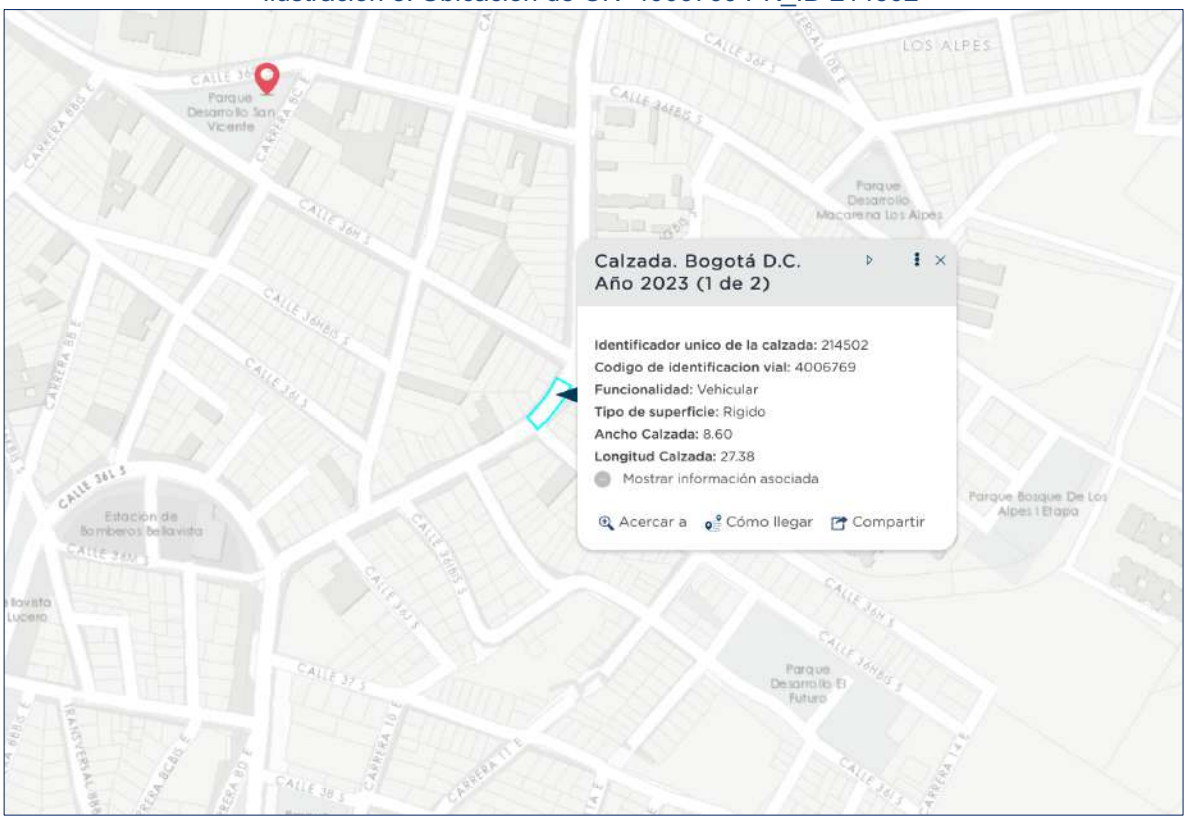
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 7. Ubicación de CIV 4006761 PK_ID 529286



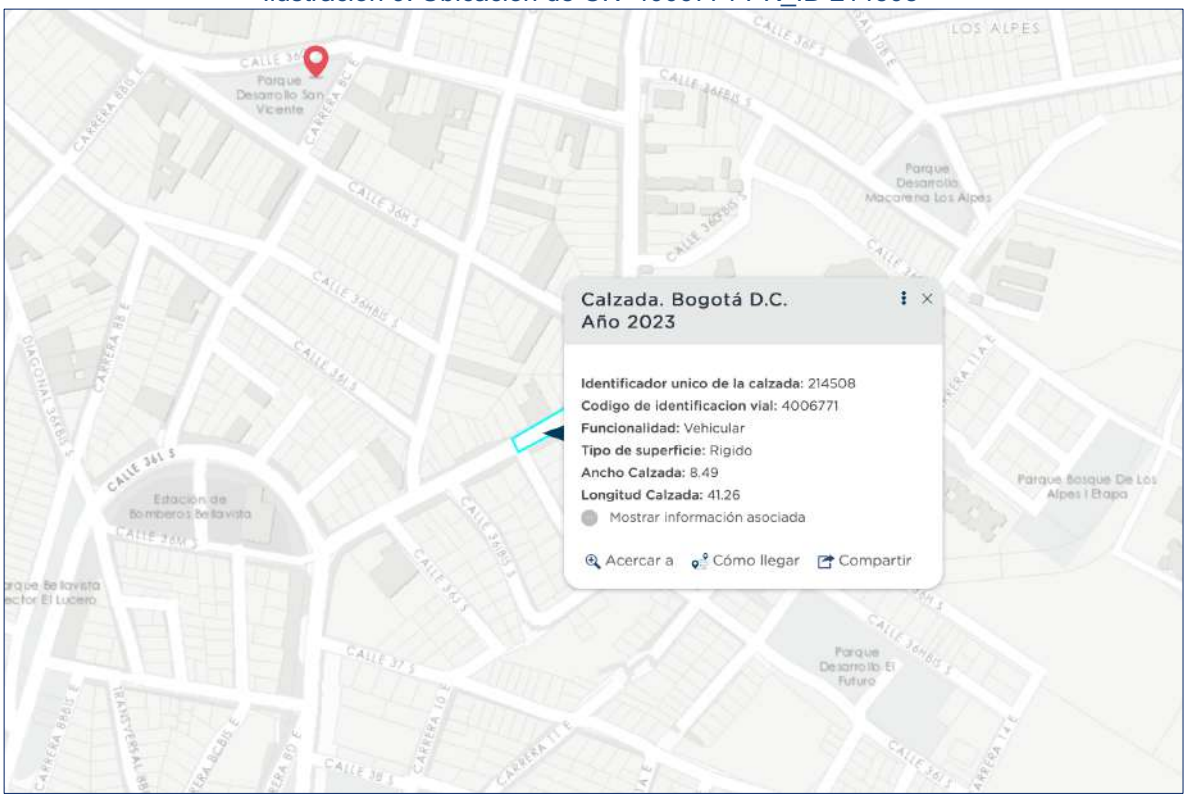
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 8. Ubicación de CIV 4006769 PK_ID 214502



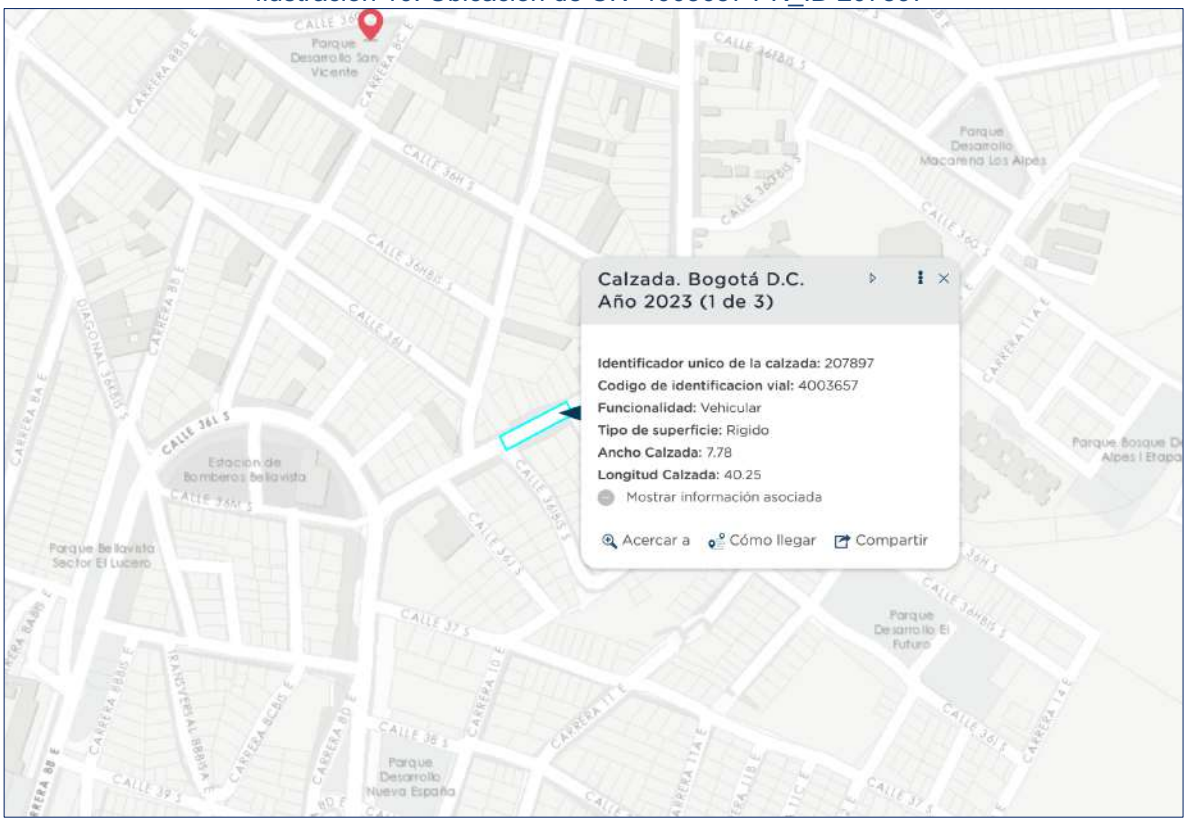
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 9. Ubicación de CIV 4006771 PK_ID 214508



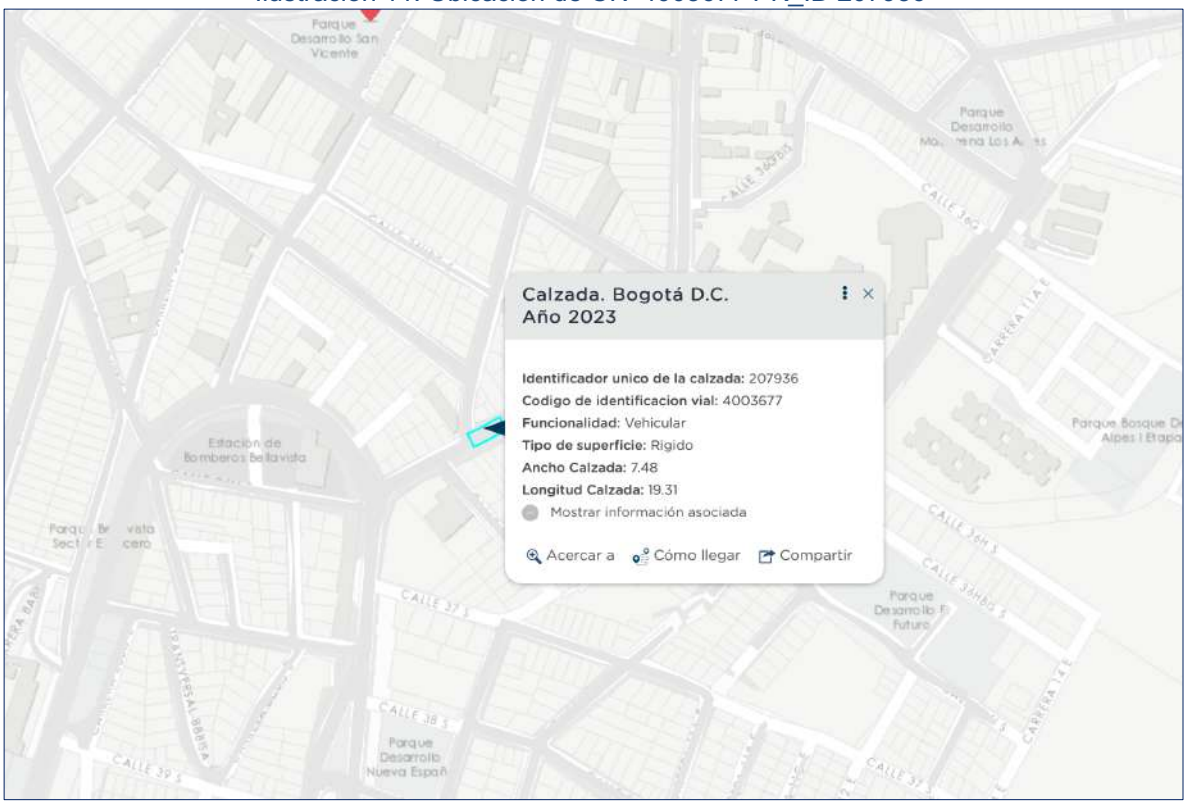
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 10. Ubicación de CIV 4003657 PK_ID 207897



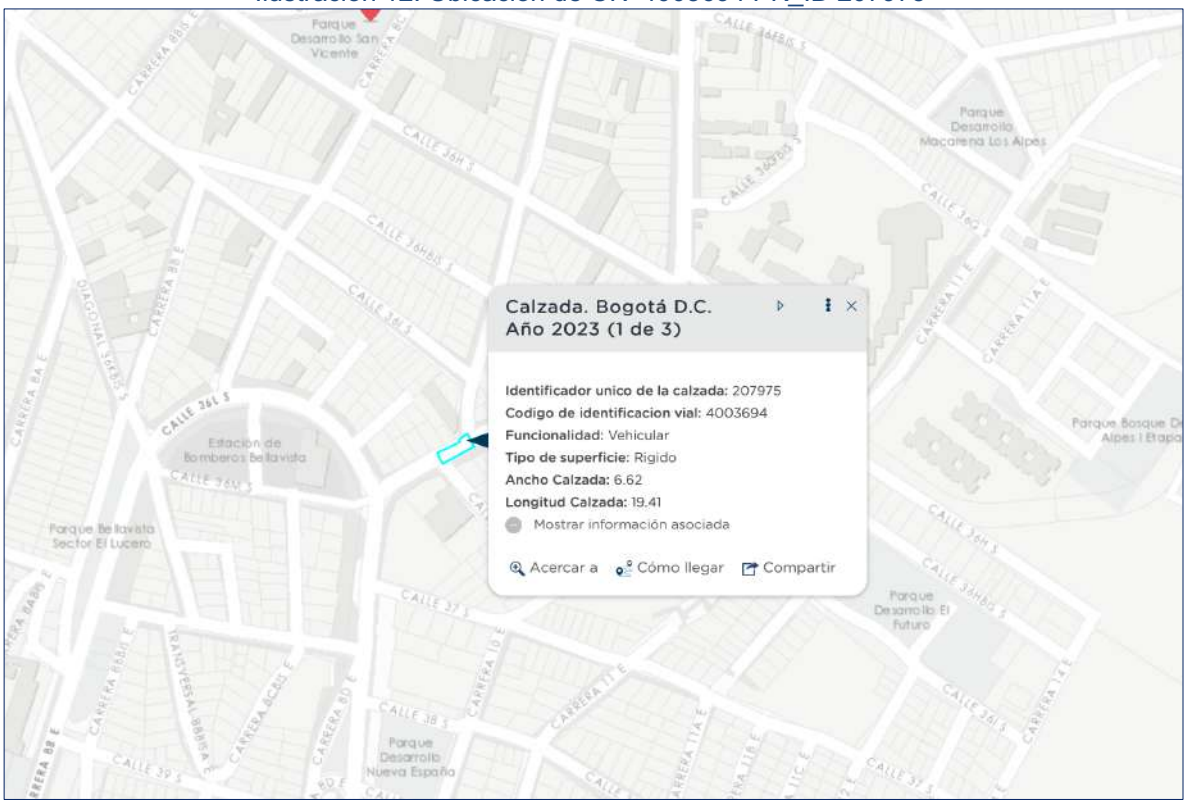
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 11. Ubicación de CIV 4003677 PK_ID 207936



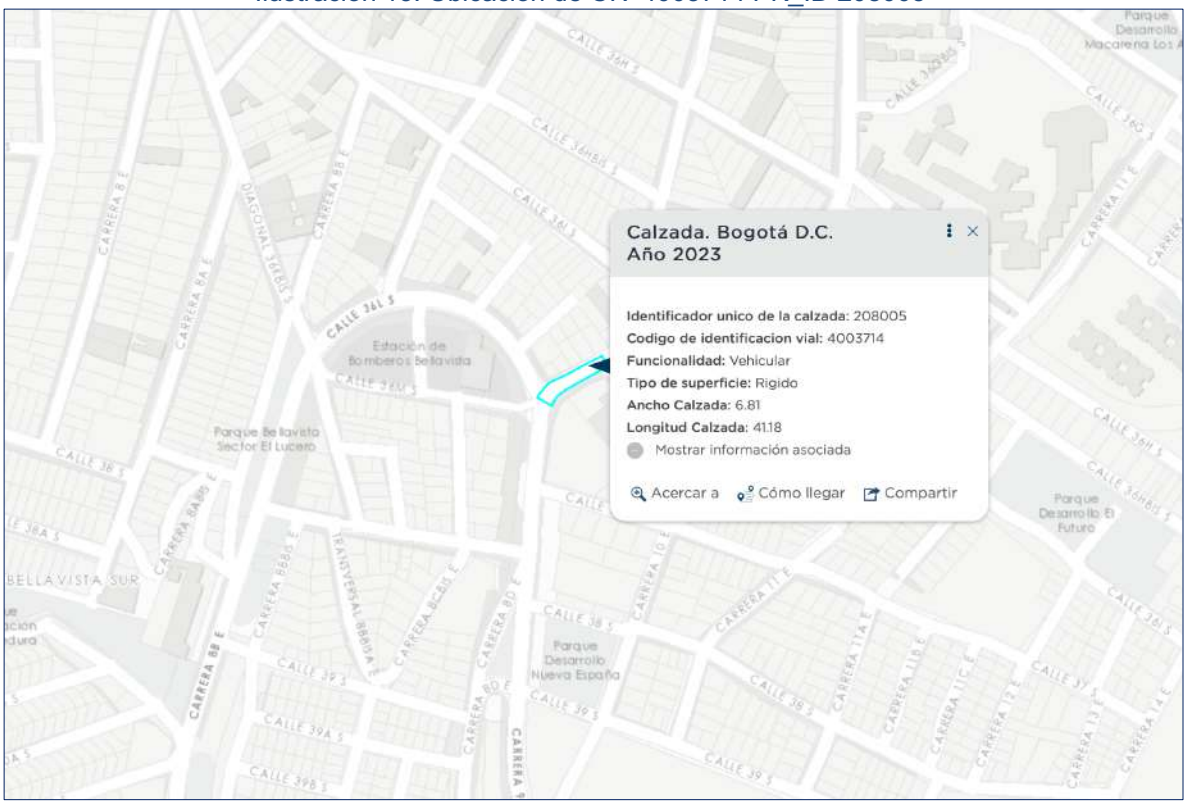
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 12. Ubicación de CIV 4003694 PK_ID 207975



Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 13. Ubicación de CIV 4003714 PK_ID 208005



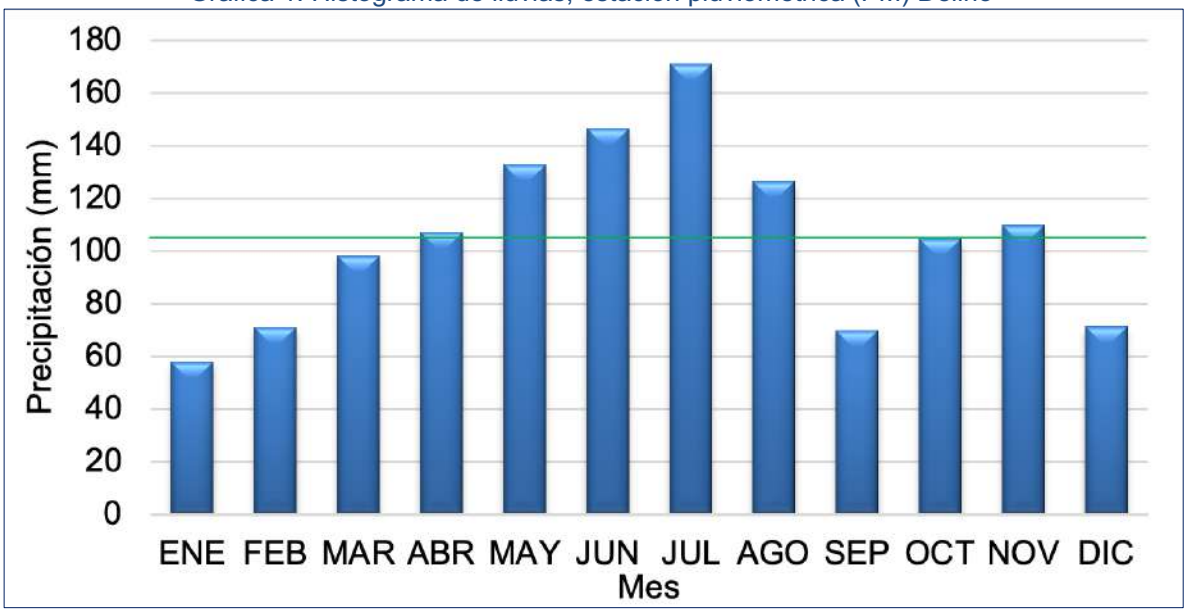
Fuente: IDECA, 2023

2.3 Caracterización climática

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación pluviométrica (PM) Delirio y estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero, ubicadas en las coordenadas 4°33'0.0"N - 74°3'0.0"W y 4°35'54.1"N - 74°3'41.6"W respectivamente, y que registran los siguientes parámetros:

- Precipitación anual: 1.267 mm
- Número de días con lluvia al año: 253
- Temperatura media anual: 13°C

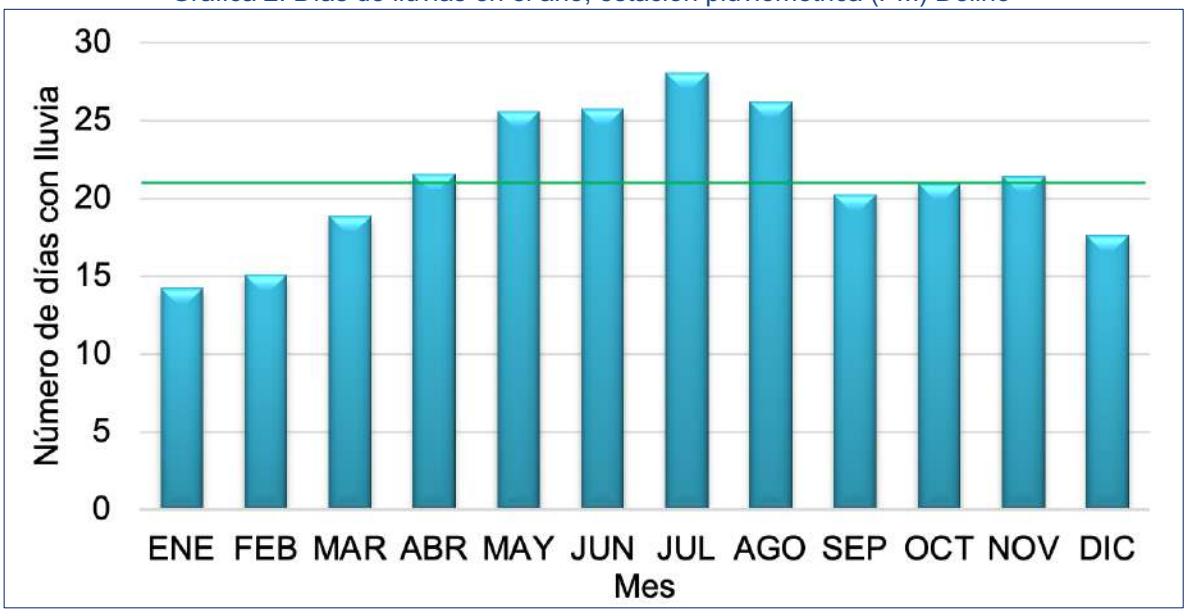
Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Los meses con mayor precipitación son, mayo, junio, julio agosto, octubre y noviembre, siendo julio el que presenta mayor precipitación con 170,9 mm.

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio



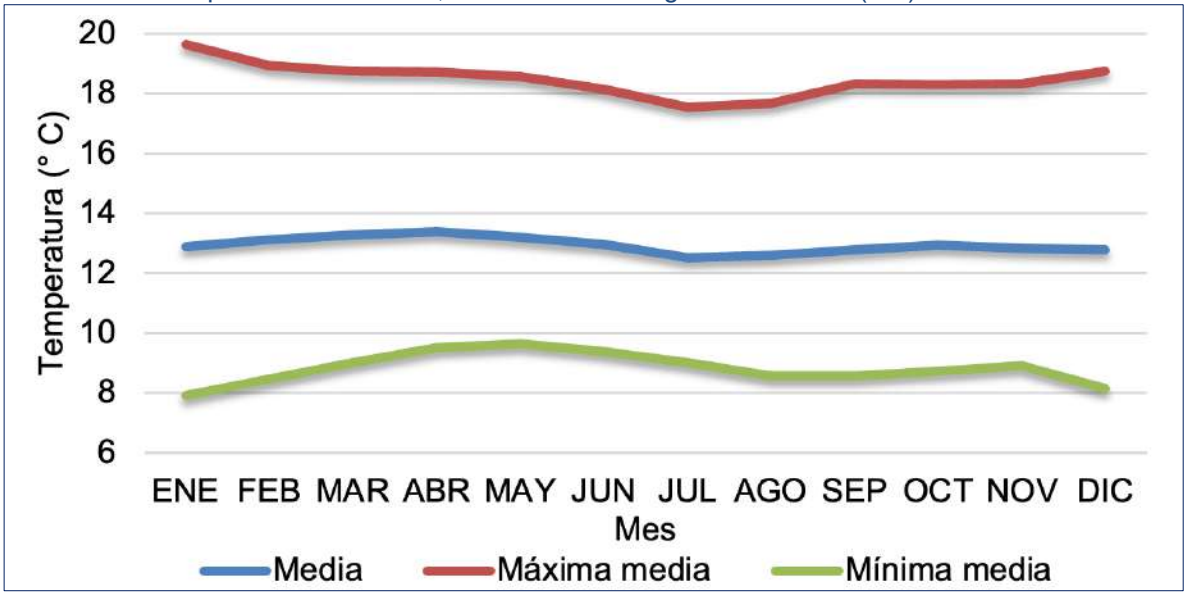
Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365} = \frac{21{,}6 + 25{,}6 + 25{,}7 + 28{,}1 + 26{,}2 + 21{,}4}{365} = 40{,}7\%$$

Con respecto a la temperatura, se observa la variación de esta durante el año.

Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3 ANÁLISIS DE TRANSITO

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
15	4003200	207114	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
16	4003351	207330	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
17	4003400	207423	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
18	4006758	214490	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
19	4006760	604752	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
20	4006761	529286	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
21	4006769	214502	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
22	4006771	214508	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
23	4003657	207897	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
24	4003677	207936	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
25	4003694	207975	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
26	4003714	208005	Arterial	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Fuente: Elaboración propia

3.1 Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo



Fuente: propia

3.2 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Fuente: propia

Siendo,
i, el tipo de vehículo

3.3 Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

- Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

3.4 Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección.

Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Fuente: Adaptado de Manual de Bajos Volúmenes INVIAS 2007, y Manual de Medianos y Altos Volúmenes INVIAS

Se define un factor direccional típico de 1.

3.5 Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor carril

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Vías

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

3.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Tabla 5. Proyección de TPDs de la carrera 9 Este entre calle 36A Sur y calle 36L Sur

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3	4	2S1
2023	Obra	1.672	130	349	38	1	1	1
2024	1	1.715	133	358	39	1	1	1
2025	2	1.759	137	367	40	1	1	1
2026	3	1.804	140	376	41	1	1	1
2027	4	1.850	144	386	42	1	1	1
2028	5	1.897	148	396	43	1	1	1
2029	6	1.946	151	406	44	1	1	1
2030	7	1.996	155	417	45	1	1	1
2031	8	2.047	159	427	47	1	1	1
2032	9	2.099	163	438	48	1	1	1
2033	10	2.153	167	449	49	1	1	1
2034	11	2.208	172	461	50	1	1	1
2035	12	2.265	176	473	51	1	1	1
2036	13	2.322	181	485	53	1	1	1
2037	14	2.382	185	497	54	1	1	1
2038	15	2.443	190	510	56	1	1	1
2039	16	2.505	195	523	57	1	1	1
2040	17	2.570	200	536	58	2	2	2
2041	18	2.635	205	550	60	2	2	2
2042	19	2.703	210	564	61	2	2	2
2043	20	2.772	216	579	63	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Repeticiones de carga por eje de la carrera 9 Este entre calle 36A Sur y calle 36L Sur

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	16.695.681
	Simple	76	16.695.681
Bus padrón	Simple direccional	59	1.298.109

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
	Simple	108	1.298.109
2P	Simple direccional	25	3.484.924
	Simple	59	3.484.924
2G	Simple direccional	59	379.447
	Simple	108	379.447
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985
4	Simple direccional	137	9.985
	Tándem	216	9.985
2S1	Simple direccional	49	9.985
	Simple	108	9.985
	Simple	108	9.985

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. VERIFICACIÓN DE MODULO COMBINADO K

VERIFICACIÓN DE MODULO EQUIVALENTE

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
4.12	420.01	5973.99

OPCION 1

MATERIAL ESTABILIZADO

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
420.01	5093.00	2.71	20	0.66	1.06	0.64	1214.1	12.14	62.21	229.17	164.42
								4.00			
								OK			

OPCION 2

SUBBASE GRANULAR

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
420.01	1054.00	1.44	30	0.99	0.96	0.64	752.6	7.53	51.84	190.97	113.35
								4.00			
								OK			

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 8. DETALLES CONSTRUCTIVOS DWG- PDF

ANEXO 9. MEJORAMIENTO DE LA SUBRSANTE

CALCULO DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4002396 - 4003789 - 4003635 - 4000818

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
1.48	113.19	1609.92

MEJORAMIENTO

GEOCELDA

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

	h	E_3	MIF	E_2		$E_{CBR\ req}$	
	cm	kg/cm^2		kg/cm^2		kg/cm^2	
SUBBASE	6	113.19	1.00	142.89	>	400.0	**VERIFICAR**
GEOCELDA	15	142.89	1.30	354.17	>	400.0	**VERIFICAR**
SUBBASE	5	354.17	1.00	411.89	>	400.0	**OK**

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”



ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4000430 CARRERA 1C ESTE ENTRE CARRERA 1 A Y CALLE 9 SUR – CIV 4000597 CARRERA 6 ESTE ENTRE CALLE 17 A SUR Y CALLE 13 SUR

BOGOTÁ D.C., JUNIO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8

2. GENERALIDADES 14

2.1 Metodología 14

2.2 Normatividad Consultada 14

2.3 Condiciones Climáticas 15

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 17

4. TRÁNSITO DE DISEÑO 21

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 30

5.1 Estratigrafía 32

5.2 Nivel freático 33

5.3 Ensayos de caracterización física 33

5.4 Análisis de potencial de expansión 36

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 37

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante 39

6. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE 40

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 40

6.1.1 Base Granular Tipo A (BG-A) estabilizada con emulsión 4% y cemento 1%. 45

6.1.2 Subbase Granular Tipo A (SBG-A) 48

6.3 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento flexible 50

5.5.2 Coeficientes de drenaje 52

5.4. Alternativas de diseño de pavimento flexible 53

5.4.1. Alternativa 1: Carpeta asfáltica (MD-19) o MD-GCR (MCCh19), Base granular Tipo A (BG-A) o Base granular Reciclada (AR-BG) y Subbase Granular Tipo A (SBG-A) o Subbase Granular Reciclada (AR-SBG) 53

5.4.2. Alternativa 2: Carpeta asfáltica (MD-19) o MD-GCR (MCCh25) y Base Granular Tipo A (BG-A) o Base Granular Reciclada Tipo A (AR-BG) tratada con cemento y potencializador de fraguado 54

5.5. Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional .. 55

5.5.1. Revisión mecanicista de espesores planteados 57

5.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción 58

6 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 60

6.1 Equipos para los materiales granulares 61

6.2 Proceso constructivo general para materiales granulares 65

6.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 67

6.1.1. Preparación del Terreno 67

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 67

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 67

6.1.4. Compactación 68

6.1.5. Curado y Protección 68

6.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 68

7 CONCLUSIONES 71

8 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 13
Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 18
Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 20
Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000430 (Fuente: Propia) 20
Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000597 (Fuente: Propia) 21
Tabla 6. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 22
Tabla 7. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia) 27
Tabla 8. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia) 27
Tabla 9. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)..... 28
Tabla 10. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia) 29
Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)..... 29
Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 30
Tabla 13. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 33
Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)..... 36
Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 36
Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)..... 37
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)..... 37
Tabla 18. Cálculo CBR materiales existentes. (Fuente: Propia)..... 37
Tabla 19. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 38
Tabla 20. Propiedades mecánicas de los materiales 46
Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales (Fuente: metodología AASHTO-93) 49
Tabla 22. Parámetros de diseño alternativa pavimento flexible. (Fuente: Elaboración propia) 53
Tabla 23. Espesores de diseño de pavimento flexible método AASHTO, alternativa 1 (Geocelda) (Fuente: elaboración propia) 54
Tabla 24. Espesores de diseño de pavimento flexible método AASHTO, alternativa 1 (Geocelda) (Fuente: elaboración propia) 55

Tabla 25. Valores de esfuerzos y deformaciones de la estructura de pavimento (Fuente: metodología AASHTO-93) 57
Tabla 26. Parámetros de entrada del modelo (Fuente: Elaboración propia) 57
Tabla 27. Módulos de elasticidad de los materiales (Fuente: metodología AASHTO-93) . 57
Tabla 28. Verificación de valores admisibles y calculados Alternativa No. 1 (Fuente: Propia) 58
Tabla 29. Verificación de valores admisibles y calculados Alternativa No. 2 (Fuente: Propia) 58
Tabla 30. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 60
Tabla 31. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 60
Tabla 32. Alternativa recomendada Fuente Propia. 71

LISTA DE ILUSTRACIONES

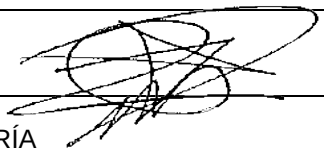
Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth) 18
Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000430. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 19
Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4000597. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 19
Ilustración 4. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 23
Ilustración 5. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023.... 25
Ilustración 6. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 25
Ilustración 7. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 26
Ilustración 8. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 26
Ilustración 9. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth) 31
Ilustración 10. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia) 32
Ilustración 11. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 35

Ilustración 12. Grafica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: metodología AASHTO-93) 42
Ilustración 13. Grafica Coeficiente estructural para bases granulares sin tratar (Fuente: metodología AASHTO-93)..... 44
Ilustración 14. Valores recomendados para coeficientes de drenaje de capas granulares (Fuente: metodología AASHTO-93)..... 45
Ilustración 15. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)..... 46
Ilustración 16. Grafica Coeficiente estructural para subbases granulares sin tratar (Fuente: metodología AASHTO-93)..... 48
Ilustración 17. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: metodología AASHTO-93) 51
Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 51
Ilustración 19. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 52
Ilustración 20. Coeficientes de Calage (Fuente: metodología AASHTO-93)..... 56

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	1	**fecha**	10/06/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4000430 -4000597 al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000430	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000597	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

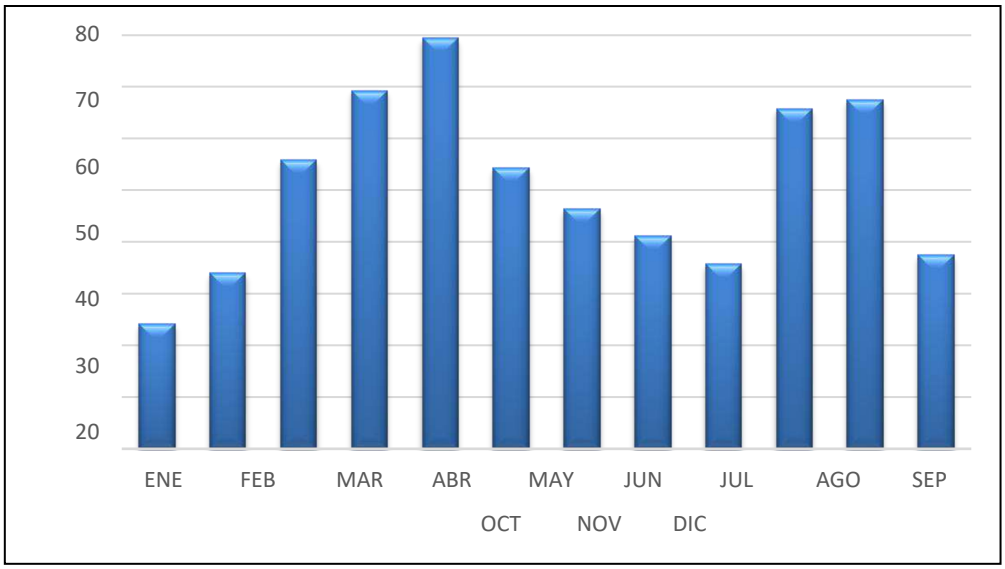
Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

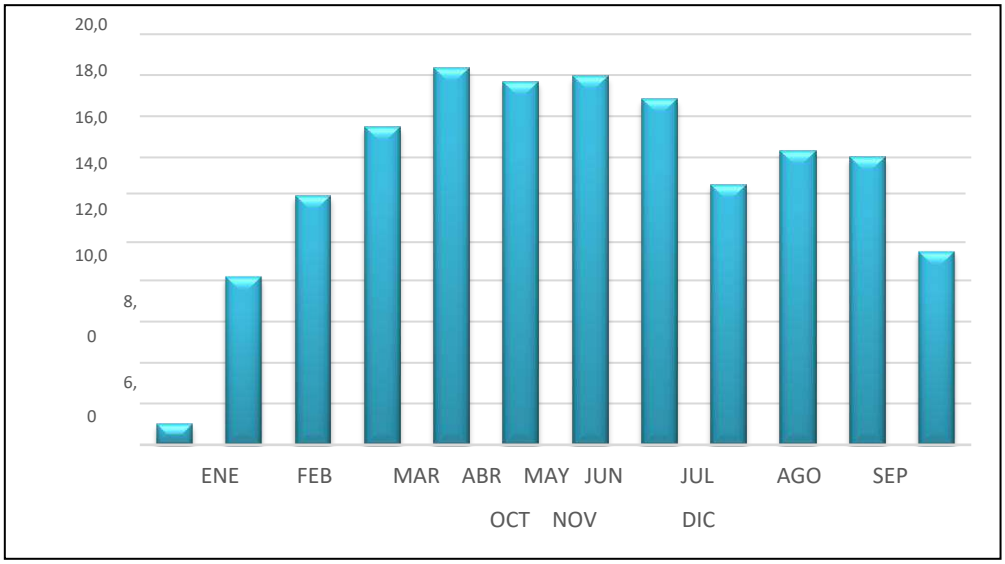
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

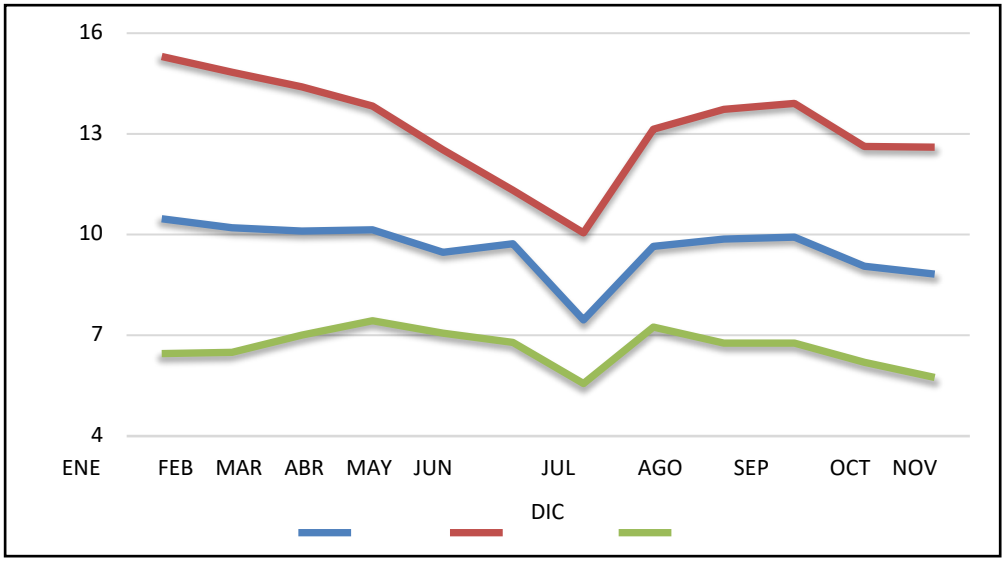
- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando

los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR de la UPL SAN BLAS y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4000430	KR 1 C E	KR 1 A	CL 9 S	74.12	9.14	677.73
4000597	KR 6	CL 17 A S	CL 13 S	152.04	9.79	1448.86

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)

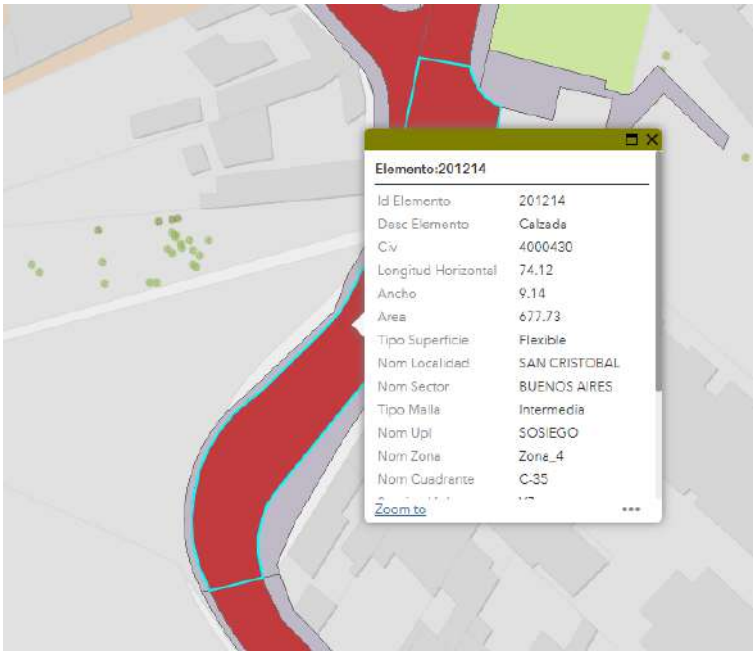


Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000430. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

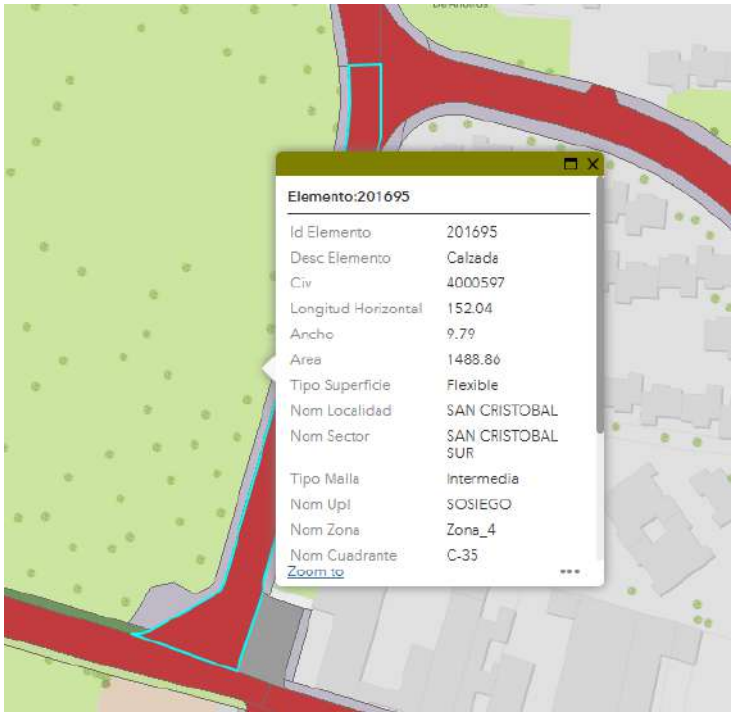


Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4000597. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo RECONSTRUCCIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000430	KR 1 C E	KR 1 A	CL 9 S	FLEXIBLE	REHABILITACIÓN
4000597	KR 6	CL 17 A S	CL 13 S	FLEXIBLE	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)





Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000430 (Fuente: Propia)





Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000597 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso, vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías.

Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 6. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

Para la evaluación del transitó, y verificar los ejes equivalentes que serán utilizados para el diseño, se verificó la información disponible para la localidad de San Cristóbal de proyectos que hayan sido ejecutados durante la vigencia 2024. La consulta se realizó a través del portal de contratación SECOP 2: (https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE)

A partir de esto, se obtuvo la consulta para el proyecto enmarcado en la licitación pública FDLSC-LP-001-2023 cuyo objeto fue: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE". Dentro de la información pública y obtenida en el portal de contratación se tomó como soporte el siguiente documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA, de fecha 29 de agosto de 2023, información que permite dilucidar la siguiente evaluación del tránsito capítulo 3:

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Ilustración 4. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

4.1. Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

• Busetas
• Buses
• Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

4.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Siendo,
i, el tipo de vehículo

4.3. Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

• Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

4.4. Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección:

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Ilustración 5. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Se define un factor direccional típico de 1.

4.5. Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Ilustración 6. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

4.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

4.7. Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Ilustración 7. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Ilustración 8. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

El informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 se incluye en el anexo 4.

A partir de esto, y como verificación se procedió con la información obtenida a realizar la proyección de ejes equivalentes para 20 años, periodo de diseño para el pavimento rígido, obteniendo lo siguiente:

4.8. Transito promedio diario.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - TPD										
TPD			**BUS**	**BUS PADRÓN**	**C_2P**	**C_2G**	**C_{3-C4}**	**C_5**	**$>C_5$**	**TOTAL**
Aforos 2025 = TE			450	1	37	1	1	0	0	490
Otros Vehículos										0
Tránsito Atraído = T At	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Desarrollado = TD	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Total			477	1	39	1	1	0	0	519
Tránsito de Construcción aparente CA							1			1
Total			477	1	39	1	2	0	0	520
Porcentaje	%		91.66%	0.20%	7.54%	0.20%	0.40%	0.00%	0.00%	100.0%
Factor Direccional Fd	100%									
Factor por Carril de Diseño Fca	100%									
Factor de Ajuste Fd x Fca	100%		477	1	39	1	2	0	0	520
Tasa de Crecimiento Anual	2.56%	2.56%								
TPD de Diseño		0	489	1	40	1	2	0	0	534

Tabla 7. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia)

4.9. Factor Camión

A continuación, se presenta las equivalencias para el cálculo del factor camión:

CALCULO DE FACTOR CAMIÓN			
TIPO	BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
FC FLEXIBLE	1.01415	1.708046821	1.06854
FC RÍGIDO	0.97867	2.025216689	1.06182

Tabla 8. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia)

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (FÓRMULA SIMPLIFICADA AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 1996)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2002)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2003)
AUTOS	AUTOS	0.00136	0.00106	0.000	0.00076		
BUSES	BUSETA	0.36082	0.32934	0.400	0.28983		
	BUS	1.01415	1.04087	1.000	0.97867	1.00000	1.00000
	BUS METROPOLITANO	1.52969	1.58608	1.000	1.59502	1.00000	1.00000
C_2P	C_2P	1.47873	1.49385	1.140	1.56014	1.14000	1.14000
C_2G	C_2G	3.57649	3.92130	3.440	4.00133	2.81000	2.15000
C_3 Y C_4	C_3	4.77916	5.31029	3.760	9.58982	3.52000	3.15000
	C_2-S_1	6.66100	6.47658	3.370	7.58407	3.17000	3.13000
	C_4	5.11254	4.91393	6.730	9.86290	3.79000	3.15000
	C_3-S_1	8.02227	7.86557	2.220	13.31807	0.65000	2.33000
	C_2-S_2	8.02227	7.86557	3.420	13.31807	2.44000	2.27000
C_5	C_3-S_2	9.22494	9.25456	4.400	18.90656	3.70000	4.21000
$>C_5$	$>C_5$	6.31937	5.81287	4.720	13.56590	4.44000	5.31000

Tabla 9. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)

4.10. Cálculo de ejes equivalentes:

Para el calculo de los ejes equivalentes se utilizó la siguiente expresión:

$$NEE = 365 * TPD * \%VC * FC * Fd * Fca * Fp$$

Ecuación 1. Cálculo de ejes equivalentes. Fuente: Invias 2015

Donde:

TPD= Transito Promedio Diario

VC= Distribución de vehículos

FC= Factor Camión

Fd= Factor Direccional

Fca = Factor de distribución por Carril

Fp = Factor de Proyección = (1+r)^n -1 / ln (1+r)

r = Tasa de crecimiento

n = Año de proyección

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES		
EJES EQUIVALENTES PARA EL AÑO DE PROYECCIÓN	**EJES PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)**	**EJES PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)**
NEE en 2026 (3 Años)	6.49.E+05	6.45.E+05
NEE en 2028 (5 Años)	1.11.E+06	1.10.E+06
NEE en 2030 (7 Años)	1.59.E+06	1.58.E+06
NEE en 2033 (10 Años)	2.37.E+06	2.35.E+06
NEE en 2038 (15 Años)	3.80.E+06	3.77.E+06
NEE en 2043 (20 Años)	5.42.E+06	5.38.E+06

Tabla 10. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia)

Con base en la información obtenida se determina que una categoría T2-2 representa las condiciones reales del tránsito de los segmentos viales que correspondan a malla vial intermedia, por lo cual será usado el traficó obtenido de la proyección que corresponde a 5.380.000 Ejes equivalentes.

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE FLEXIBLE
4000430	KR 1 C E	KR 1 A	CL 9 S	INTERMEDIA	T2-2	2.368.343
4000597	KR 6	CL 17 A S	CL 13 S	INTERMEDIA	T2-2	2.368.343

Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4000430	4°34'11"N 74°04'53"W
4000597	4°34'11"N 74°04'54"W

Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 9. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

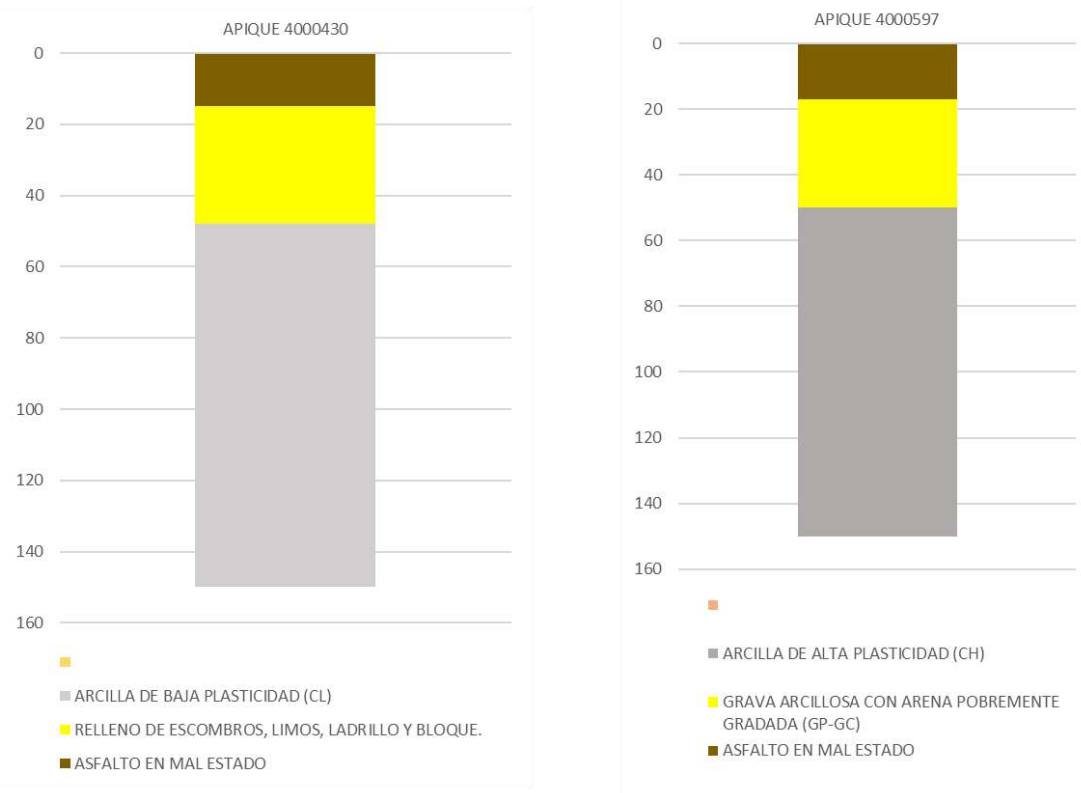


Ilustración 10. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia)

- En el apique 4000430 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de asfalto en mal estado de 15 cm, una capa de relleno de escombros, limos, ladrillo y bloque. de 33 cm, y una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 102 cm.

- En el apique 4000597 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de asfalto en mal estado de 17 cm, una capa de grava arcillosa con arena pobremente gradada (GP-GC) de 33 cm, una capa de arcilla de alta plasticidad (CH) de 100 cm.

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 6 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4000430	APIQUE 4000597
Profundidad (m)	0.48-1,5	0,50-1,5
Clasificación U.S.C.S.	CL	CH
Limite líquido (%)	48	51
Limite plástico (%)	24	26
Índice de plasticidad	24	25
Humedad natural (%)	23.67	26.41
Gravas (%)	0	0
Arenas (%)	5	2
Finos (%)	95	98
Expansión CBR (%)	0.43	0.32
Límite de contracción	17	18

Tabla 13. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de

gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido. Sin embargo, los materiales pueden ser reutilizados como capa de soporte para la cimentación de la nueva estructura.

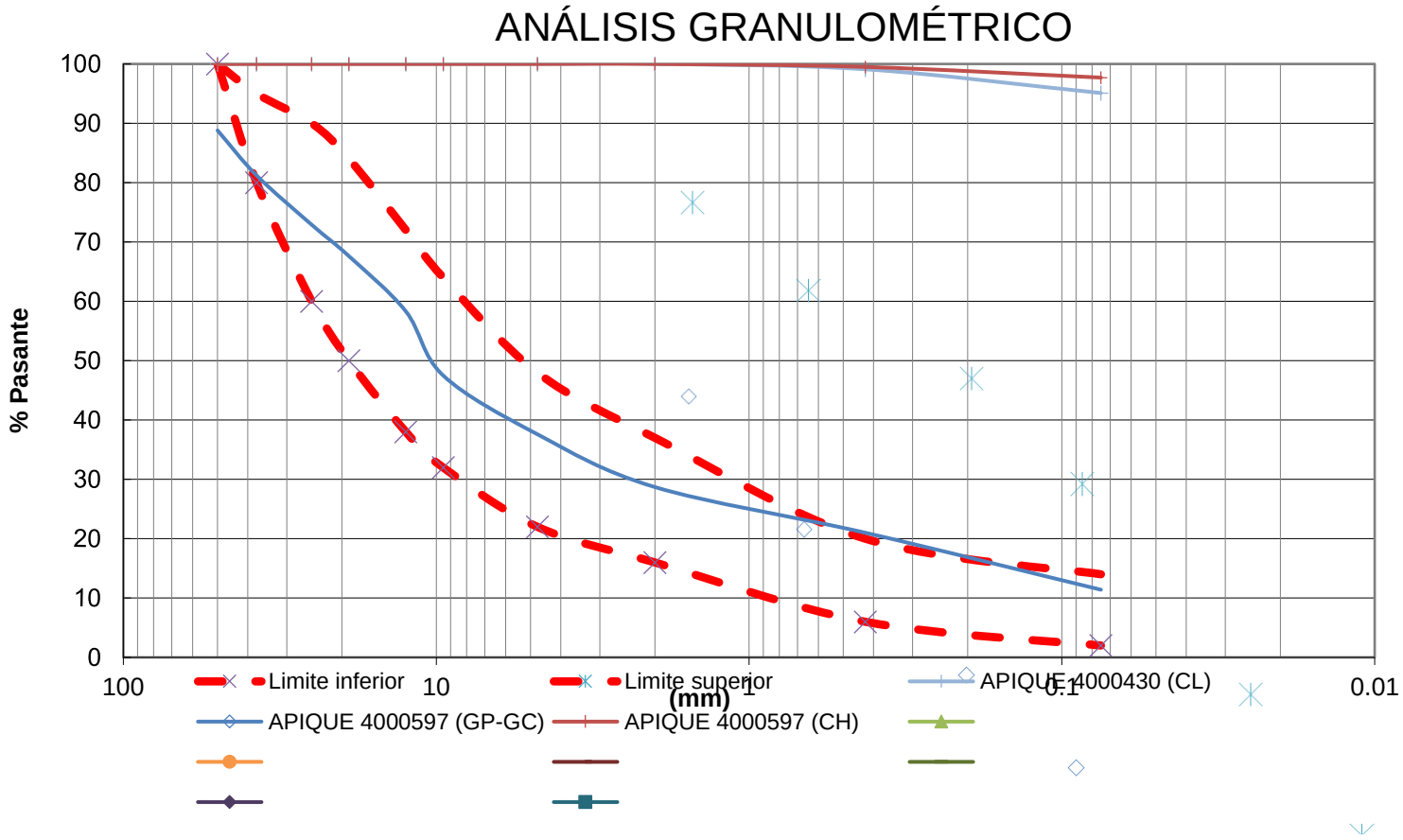


Ilustración 11. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior al valor máximo establecido. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000430	KR 1 C E	KR 1 A	CL 9 S	REHABILITACIÓN	**RECONSTRUCCIÓN**
4000597	**KR 6**	**CL 17 A S**	**CL 13 S**	**RECONSTRUCCIÓN**	**RECONSTRUCCIÓN**

Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

Lo anterior teniendo en cuenta que, el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en su glosario (página 82 -https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/Glosario/GLOSARIO7NOV21.pdf) define la Reconstrucción como: retiro y reemplazo parcial o total de la estructura de un pavimento o de espacio público, para generar una nueva estructura. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4000430	0.48-1,5	0.43	Bajo	48	Medio	17	Bajo	24	Alto	95	Muy alto
APIQUE 4000597	0,50-1,5	0.32	Bajo	51	Alto	18	Bajo	25	Alto	98	Muy alto

Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de lo anterior, se observa una alta presencia de material con partículas finas de alta plasticidad a lo largo del tramo vial, las cuales no muestran un comportamiento expansivo en el ensayo de CBR, por lo cual se puede determinar que el suelo no muestra un comportamiento claramente expansivo en comparación a los demás criterios de evaluación.

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR Método 1, en donde se obtuvieron los siguientes resultados para las capas que existen entre los 20 cm y 50 cm del perfil estratigráfico:

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
4000430	5.73	1.74
4000597	2.43	0.94
promedio	**4.08**	**1.34**
Desviación estándar	2.33	0.57
Percentil 75	***4.91***	***1.54***

Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
1.54	**11.55**	**117.78**	**1675.19**

Tabla 18. Cálculo CBR materiales existentes. (Fuente: Propia)

En el diseño de pavimentos para vías locales es fundamental utilizar un enfoque que permita obtener las condiciones geotécnicas más completas y representativas. Basado en la experiencia, se recomienda llevar a cabo múltiples ensayos de CBR aprovechando toda la información disponible, lo que permite estandarizar el diseño del pavimento en lugar de segmentarlo por tramos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación de las estructuras de pavimento teniendo en cuenta el valor de CBR real para los tramos a diseñar.

Para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 19. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo.

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante

Teniendo en cuenta la caracterización física y mecánica de la subrasante puntualmente para los segmentos viales, se propone el siguiente tipo de mejoramiento:

- Geocelda h=15cm con relleno con material granular

Para determinar el aporte estructural de la geocelda se determina el aumento del módulo de la capa de mejoramiento por medio del Factor de mejoramiento de módulo o MIF por sus siglas en inglés (Modulus Improvement Factor), el cual se determina como la relación entre el material granular confinado con la geocelda y un material granular no confinado. Para hallar este factor, se requiere:

- Tránsito de diseño
- CBR de la subrasante
- Material de relleno de la geocelda

De acuerdo con los estudios realizados por Tanyu B.F., Aydilek A. H., Lau W., Edil T.B., Benson C.H. (2013), se determinó que el factor de incremento de módulo varía de 1,3 a 1,5. Dadas las condiciones de baja resistencia de la subrasante se define un MIF = 1,3. Para determinar el módulo de la capa de granular sin reforzar y reforzado con geocelda para alcanzar un valor similar al obtenido con el mejoramiento, se toma como referencia la ecuación para la determinación del módulo de un material granular de la Shell y se modifica incluyendo el factor MIF:

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

Ecuación 2. Incremento del módulo del material granular por MIF. Fuente: Adaptado de Shell, 2019.

Donde,

- E_{j}, es el módulo de la capa superior (MPa)
- E_{n}, es el módulo de la capa inferior (MPa)
- h, es el espesor de la capa en evaluación (mm)

- MIF, es el factor de mejoramiento de módulo

Para llegar al valor de soporte mínimo, se procede a realizar el cálculo hasta encontrar el espesor que satisfaga esta condición de plataforma. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Anexo 7):

Descripción	Altura (h)
Geocelda (h=15cm)	15
Subbase SBG-B	8

Descripción	CBR (%)	kg/cm2	PSI
Subrasante	1.54	117.78	1675.19
Subrasante con mejorada con Geocelda	4.19	419.47	5966.2

Por medio de este procedimiento se obtiene la colocación de una (1) capa de Geocelda de 15 cm de altura con lleno de material granular tipo Subbase Granular tipo B y una capa de Subbase Granular Tipo B (SBG-B) de 8 cm.

6. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño de pavimento flexible busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el periodo de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso

de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa
Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-12 (MD-19) y MD-GCR (MCCh25)

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

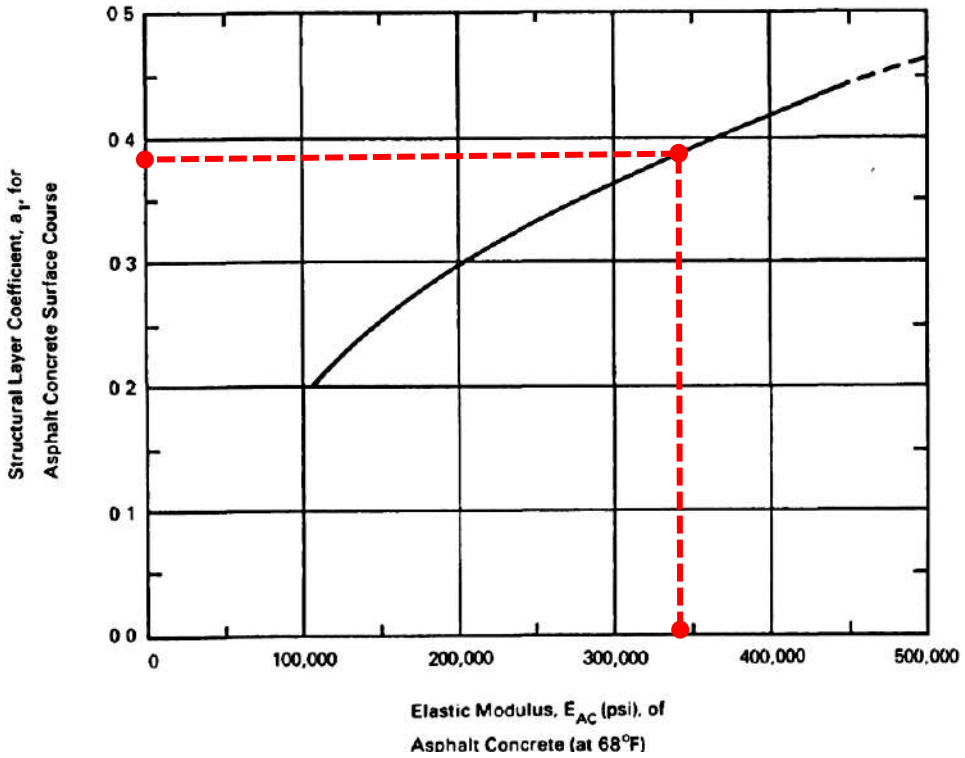


Ilustración 12. Grafica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: metodología AASHTO-93)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi, se obtiene un valor de coeficiente estructural de a1 = 0.39.

Por otro lado, la capacidad de permeabilidad y drenaje del material se encuentra definido mediante el coeficiente de drenaje m1. Teniendo en cuenta que la capa asfáltica posee una capacidad de permeabilidad mayor en comparación a las capas inferiores, se obtiene el valor de coeficiente de drenaje m1 = 1.00.

Así mismo, De acuerdo al decreto 442 de 2015, donde se indica que su artículo 10 APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN EL DISTRITO CAPITAL. Modificado por el art. 4°, Decreto Distrital 265 de 2016. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local). Razón por la cual, en el caso de usar mezclas asfálticas, las mismas podrán ser reemplazadas por mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado del tipo MCCh19, con el fin de dar cumplimiento al decreto señalado.

6.1.2 Base granular Tipo A (BG-A)

Las características mecánicas de las bases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a2, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a2 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_2 = 0.249 * Log(M_r BG) - 0.977$$

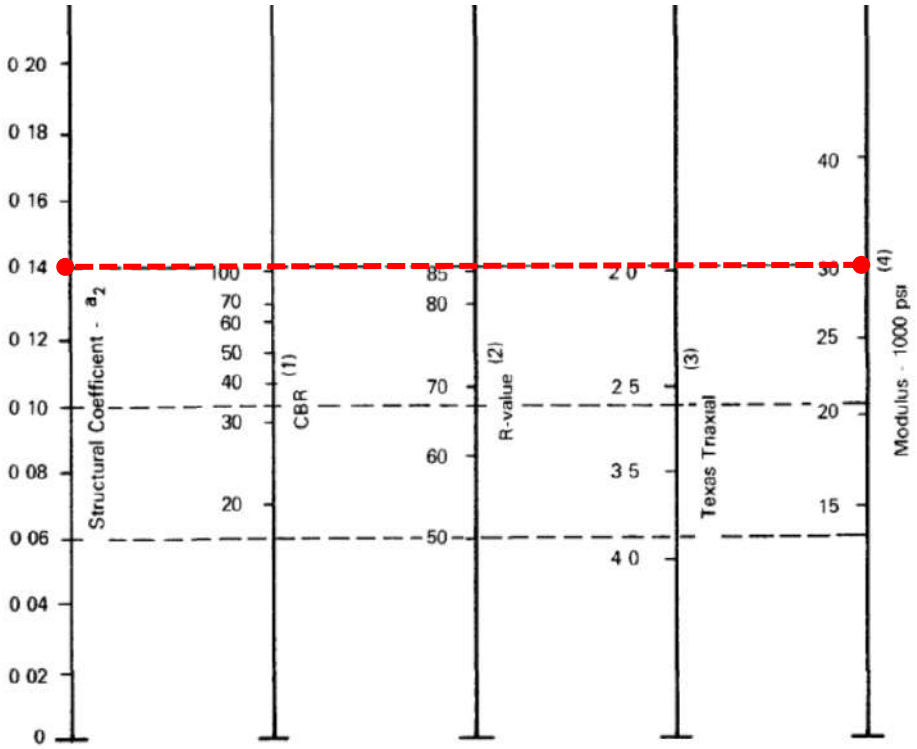


Ilustración 13. Grafica Coeficiente estructural para bases granulares sin tratar (Fuente: metodología AASHTO-93)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 30.000 psi, se obtiene un valor de coeficiente estructural de a2 = 0.14. Por otro lado, la capacidad de permeabilidad y drenaje de la capa base granular se encuentra definido mediante el coeficiente de drenaje m2. Teniendo en cuenta que la humedad relativa de la zona es superior al 25%, los días de lluvia al año son cercanos al 25% y las condiciones de drenaje existentes a lo largo del tramo vial son buenas, pero pueden verse afectadas debido a la acumulación de basuras y daños en las obras de drenaje (sumideros) llevando su condición de drenaje regular, por lo cual se obtiene el valor de coeficiente de drenaje m2 = 0.80.

Table 2.4. Recommended m_i Values for Modifying Structural Layer Coefficients of Untreated Base and Subbase Materials in Flexible Pavements

Quality of Drainage	Percent of Time Pavement Structure is Exposed to Moisture Levels Approaching Saturation			
	Less Than 1%	1–5%	5–25%	Greater Than 25%
Excellent	1 40–1 35	1 35–1 30	1 30–1 20	1 20
Good	1 35–1 25	1 25–1 15	1 15–1 00	1 00
Fair	1 25–1 15	1 15–1 05	1 00–0 80	0 80
Poor	1 15–1 05	1 05–0 80	0 80–0 60	0 60
Very poor	1 05–0 95	0 95–0 75	0 75–0 40	0 40

Ilustración 14. Valores recomendados para coeficientes de drenaje de capas granulares (Fuente: metodología AASHTO-93)

6.1.1 Base Granular Tipo A (BG-A) estabilizada con emulsión 4% y cemento 1%.

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-BG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

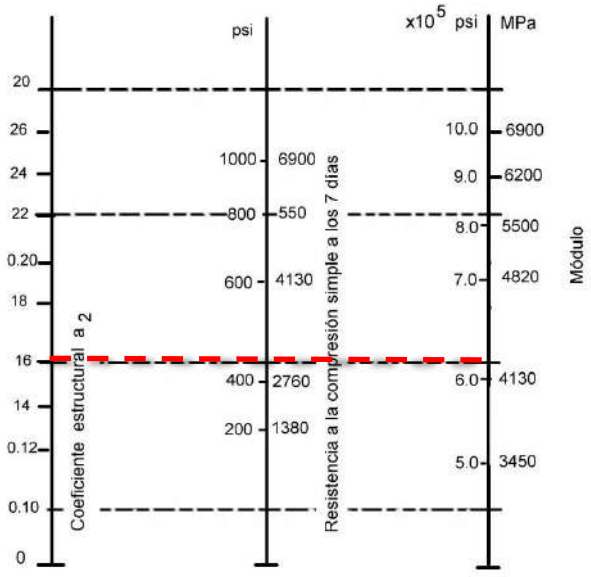


Ilustración 15. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	37000

Tabla 20. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 3000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de

ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a2, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una base estabilizada con cemento es 37.000 psi, se obtiene un valor de coeficiente estructural de a2 = 0.16. Por otro lado, la capacidad de permeabilidad y drenaje del material se encuentra definido mediante el coeficiente de drenaje m2. Teniendo en cuenta que este material se encuentra tratado con cemento, tiene una capacidad de permeabilidad mayor en comparación a las capas inferiores, por lo cual se obtiene el valor de coeficiente de drenaje m2 = 1.00

6.1.2 Subbase Granular Tipo A (SBG-A)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

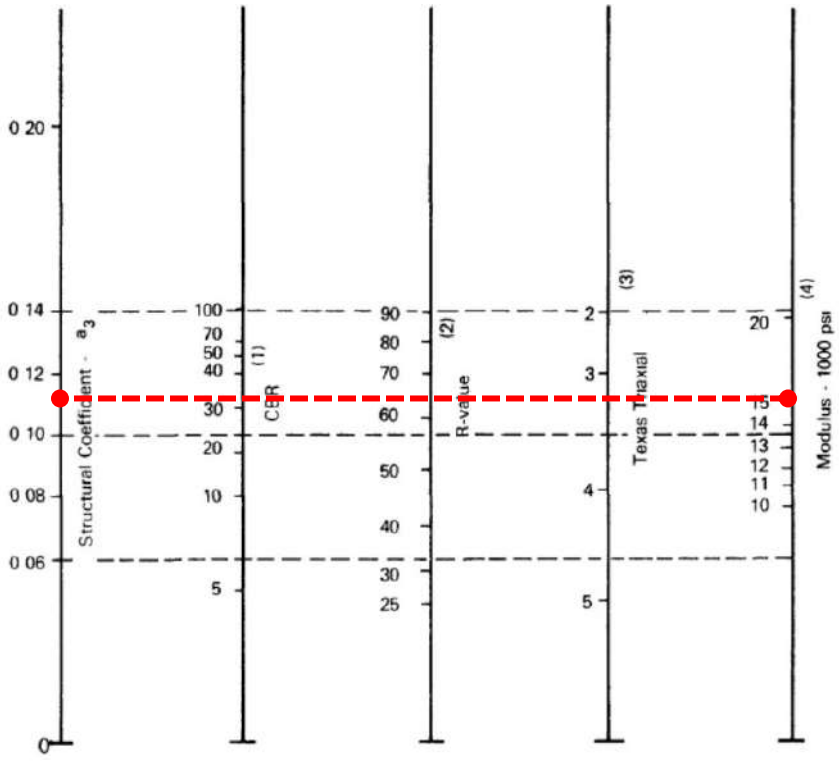


Ilustración 16. Grafica Coeficiente estructural para subbases granulares sin tratar (Fuente: metodología AASHTO-93)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 15.000 psi, se obtiene un valor de coeficiente estructural de a3 = 0.11. Por otro lado, la capacidad de permeabilidad y drenaje de la capa subbase granular se encuentra definido mediante el coeficiente de drenaje m3. Teniendo en cuenta que la humedad relativa de la zona es superior al 25%, los días de lluvia al año son cercanos al 25% y las condiciones de drenaje existentes a lo largo del tramo vial son buenas, pero pueden verse afectadas

debido a la acumulación de basuras y daños en las obras de drenaje (sumideros) llevando su condición de drenaje regular, por lo cual se obtiene el valor de coeficiente de drenaje m2 = 0.80.

A partir de los valores obtenidos anteriormente, en la siguiente tabla se presenta el resumen las propiedades de los materiales:

CAPA	M_r / E (psi)	a_i	m_i
Mezcla asfáltica (MD-19-ET-620-18 (MD-12) y MCCH19)	345.000	0.39	1.00
Subbase Granular Tipo A (BG-A) tratada con cemento y potencializador de fraguado (BG-CH-A)	37.000	0.16	1.00
Base granular Tipo A (BG-A)	30.000	0.14	0.90
Subbase granular Tipo A (SBG-A)	15.000	0.11	0.90

Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales (Fuente: metodología AASHTO-93)

6.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL REQUERIDA

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos flexibles para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36\,Log\,(SN+1) - 0.20 + \frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}\right)} + 2.32\,LogMr - 8.07$$

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.

- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- **MR**, es el módulo resiliente de la subrasante de soporte de la estructura de vía
- **SN,** es el número estructural de la vía que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 m_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \ldots + \ldots a_i m_i D_i$$

Dónde: ai es el coeficiente estructural de la capa
Mi es el coeficiente de drenaje de la capa
Di es el espesor de la capa (en pulgadas)

6.3 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento flexible

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.3.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 17. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: metodología AASHTO-93)

6.3.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 045.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.3.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad especifica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es flexible se tomara una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.2, determinando que el ΔPSI es igual a 2.3.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_t
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

5.5.2 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 19. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.3.4 Numero estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta para el caso donde se realice un mejoramiento de subrasante con Piedra Rajón o Geocelda y el valor del Número Estructural requerido (Anexo 3):

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 10 años (W18)	2368343

Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,45
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.3
Módulo de Elasticidad del Asfalto MD-19	350000 PSI
Módulo de Elasticidad de la Base granular estabilizada 1% cemento y 4% emulsión	37000 PSI
Módulo de elasticidad Base Granular tipo A	30000 PSI
Módulo de elasticidad Subbase Granular tipo A	15000 PSI
SN Requerido	**3.8**

Tabla 22. Parámetros de diseño alternativa pavimento flexible. (Fuente: Elaboración propia)

5.4. Alternativas de diseño de pavimento flexible

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos flexibles del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para el cálculo de los espesores (en pulgadas) se utiliza la siguiente ecuación:

$$\mathrm{SN} = \sum_{i=1}^{n} (a_i m_i D_i)$$

$$SN = a_1 m_1 D_1 + a_2 m_2 D_2$$

En este caso a1, m1 y D1 corresponden a los factores de la capa asfáltica mientras que a2, m2 y D2 son coeficientes de la capa base granular. Para ello, se plantean diferentes alternativas de materiales asfalticos y granulares como se presentan a continuación:

5.4.1. Alternativa 1: Carpeta asfáltica (MD-19) o MD-GCR (MCCh19), Base granular Tipo A (BG-A) o Base granular Reciclada (AR-BG) y Subbase Granular Tipo A (SBG-A) o Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)

En el caso de Carpeta asfáltica MD-12 (MD-19) o MD-GCR (MCCh25), Base granular Tipo A (BG-A) o Base granular Reciclada (AR-BG) y Subbase Granular Tipo A (SBG-A) o Subbase Granular Reciclada (AR-SBG), y mejoramiento de la subrasante con geocelda rellena con material Subbase Granular Tipo A (SBG-A) o Subbase Granular Reciclada (AR-SBG) (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO
MD-19 o MD-GCR (MCCh19)	14	600-18	345.000 PSI
Base granular tipo A y/o Base reciclada	18	533-18	30.000 PSI
Subbase granular tipo A y/o Base reciclada	20	533-18	15.000 PSI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	23	412-18	5966 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-
Subrasante	-	-	1675 PSI

Tabla 23. Espesores de diseño de pavimento flexible método AASHTO, alternativa 1 (Geocelda) (Fuente: elaboración propia)

5.4.2. Alternativa 2: Carpeta asfáltica (MD-19) o MD-GCR (MCCh25) y Base Granular Tipo A (BG-A) o Base Granular Reciclada Tipo A (AR-BG) tratada con cemento y potencializador de fraguado

En el caso de Carpeta asfáltica MD-12 (MD-19) o MD-GCR (MCCh25) y Base Granular Tipo A (BG-A) o Base Granular Reciclada Tipo A (AR-BG-A) estabilizada 1% cemento 4% emulsión, y mejoramiento de la subrasante con geocelda rellena con granular (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO
MD-19 o MD-GCR (MCCh19)	14	600-18	345.000 PSI
Base granular tipo A y/o Base reciclada estabilizada 1% cemento y 4% emulsión	18	533-18	37.000 PSI
Subbase granular tipo A y/o Base reciclada	18	533-18	15.000 PSI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o	23	412-18	5966 PSI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO
Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm			
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-
Subrasante	-	-	1675 PSI

Tabla 24. Espesores de diseño de pavimento flexible método AASHTO, alternativa 1 (Geocelda) (Fuente: elaboración propia)

5.5. Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional

A partir de los resultados obtenidos en el anterior capitulo, se realiza la verificación estructural de los esfuerzos y deformaciones a través del método de diseño racional de pavimentos. Para la verificación de las alternativas propuestas mediante la metodología AASHTO-93, se tendrán en cuenta los módulos de elasticidad y espesores cada una de las capas ya establecidas; y se utilizara el programa WinDEPAV (Vásquez Varela, 2018) para el cálculo de esfuerzos y deformaciones que se generarían en la estructura planteada. A continuación, se presentan los criterios más relevantes en el análisis mecanicista:

Los valores de deformaciones admisibles por falla de fatiga para la estructura de pavimento, se obtienen a través de la ley de fatiga recomendada por Shell International Petroleum Company. La deformación máxima tangencial admisible de la carpeta asfáltica se presenta a continuación:

$$\varepsilon_t = (0.856V_b + 1.08)E_{asf}^{-0.36}\left(\frac{N}{K}\right)^{-0.20}$$

Donde:

- $\boldsymbol{V_b}$, es el porcentaje de asfalto en volumen. En este se establece 10% para una mezcla convencional

- $\boldsymbol{E_{asf}}$, es el módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica (expresado en N/m2)
- $\boldsymbol{N}$, es el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas para el periodo de diseño
- $\boldsymbol{K}$, es el factor de desplazamiento o de Calage, que se obtiene como $\boldsymbol{K = K1 * K2 * K3}$. En este caso K=8.25

METODO SHELL COEFICIENTES DE CALAGE			
		MEZCLAS ABIERTAS % BAJO DE ASFALTO	MEZCLAS DENSAS RICAS EN ASFALT.
AUTOREPARACION DE PEQUEÑAS FISURAS DIFERENTES ESTADOS DE TENSIONES	K1	2	10
DISTRIBUCION LATERAL DE LAS CARGAS	K2	CUALQUIERA 2.5	
DIFERENTES TEMPERATURAS DE TRABAJO DE LA MEZCLA A LO LARGO DEL DIA Y DEL AÑO	K3	Espesores pequeñs Temperaturas bajas	Espesores altos Temperaturs altas
		1	0.33

Ilustración 20. Coeficientes de Calage (Fuente: metodología AASHTO-93)

La deformación vertical admisible de la subrasante de acuerdo a la ley de ahuellamiento de la Universidad de Nottingham, bajo un nivel de confianza del 85% se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_z = 0.026N^{-0.25}$$

El esfuerzo vertical admisible de compresión en la subrasante de acuerdo del criterio Dormon y Kerhoven, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_z = \frac{0.007E_{subr}}{1 + 0.7\log N}$$

Donde:

- $\boldsymbol{\sigma_z}$, es el esfuerzo vertical de compresión de la subrasante (expresado en kg/cm2)
- $\boldsymbol{E_{subr}}$, es el módulo de elasticidad de la subrasante (expresado en kg/cm2)
- $\boldsymbol{N}$, es el número de repeticiones admisibles

A partir de lo anterior, en la siguiente tabla se muestran los valores admisibles para la estructura analizada:

deformación máxima tangencial admisible asfalto ε_t	Deformación vertical admisible subrasante ε_z	Esfuerzo vertical admisible subrasante σ_z
3.29E-04	5.51E-04	7.65E+00

Tabla 25. Valores de esfuerzos y deformaciones de la estructura de pavimento (Fuente: metodología AASHTO-93)

Teniendo en cuenta lo anterior, los parámetros de diseño usados en el modelo mecanicista se presentan a continuación:

PARÁMETROS	VALOR
Radio de carga	10.8 cm
Presión de contacto	5.6 kg/cm2
Distancia entre eje de ruedas	32.4 cm

Tabla 26. Parámetros de entrada del modelo (Fuente: Elaboración propia)

CAPA	E (kg/cm2)	μ
Mezcla asfáltica (MD-12 y MD-GCR)	22.500	0.35
Base Granular Tipo A (BG-A) esatabilizada 1% cemento 4% emulsión	2600	0.40
Base Granular Tipo A (BG-A) o Base Granular Reciclada Tipo A (AR-BG)	2.100	0.40
Subbase Granular Tipo A (SBG-A) o Subbase Granular Reciclada Tipo A (AR-SBG)	1.050	0.40
Subrasante	426.10	0.45

Tabla 27. Módulos de elasticidad de los materiales (Fuente: metodología AASHTO-93)

Una vez establecidos los valores admisibles y los parámetros de entrada para la evaluación de esfuerzos y deformaciones, a continuación, se presentan los valores de espesores mínimos obtenidos para cada una de las alternativas:

5.5.1. Revisión mecanicista de espesores planteados

A continuación, se realiza la comprobación de los valores admisibles de esfuerzos y deformaciones obtenidos anteriormente para las capas mínimas obtenidas anteriormente y que presenta valores cercanos a los limites anteriormente establecidos (Anexo 4):

DISEÑO DE ESTRUCTURA No. 1		
deformación máxima tangencial admisible asfalto ε_t	Deformación vertical admisible subrasante ε_z	Esfuerzo vertical admisible subrasante σ_z
1.51E-05	3.52E-04	6.00E-01

DISEÑO DE ESTRUCTURA No. 1		
deformación máxima tangencial admisible asfalto ε_t	Deformación vertical admisible subrasante ε_z	Esfuerzo vertical admisible subrasante σ_z
CUMPLE	***CUMPLE***	***CUMPLE***

Tabla 28. Verificación de valores admisibles y calculados Alternativa No. 1 (Fuente: Propia)

DISEÑO DE ESTRUCTURA No. 2		
deformación máxima tangencial admisible asfalto ε_t	Deformación vertical admisible subrasante ε_z	Esfuerzo vertical admisible subrasante σ_z
1.09E-05	3.70E-04	7.50E-01
CUMPLE	***CUMPLE***	***CUMPLE***

Tabla 29. Verificación de valores admisibles y calculados Alternativa No. 2 (Fuente: Propia)

5.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La mezcla asfáltica (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas

Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con rajón deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 410-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	0.02 s^{-1}		0.05 s^{-1}	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 30. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 31. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

6.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.

- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.
- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad

debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.

- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que

necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

6.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.
- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose

procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).

- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

6.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**
- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

6.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser

regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y,

si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.

- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas

guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO
MD-19 o MD-GCR (MCCh19)	14	600-18	345.000 PSI
Base granular tipo A y/o Base reciclada estabilizada 1% cemento y 4% emulsión	18	533-18	37.000 PSI
Subbase granular tipo A y/o Base reciclada	18	533-18	15.000 PSI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	23	412-18	5966 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-
Subrasante	-	-	1675 PSI

Tabla 32. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una bbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para el asfalto, mejorando el

desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

8 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- De acuerdo al decreto 442 de 2015, donde se indica que su artículo 10 APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN EL DISTRITO CAPITAL. Modificado por el art. 4°, Decreto Distrital 265 de 2016. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local). Razón por la cual, en el caso de usar mezclas asfálticas, las mismas podrán ser reemplazadas por mezclas asfálticas modificadas con grano de caucho reciclado del tipo MCCh19, con el fin de dar cumplimiento al decreto señalado.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

- La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

  - Cálculo de materiales por m³ de base

Densidad del material granular:

Densidad del material granular = 2052 kg/m3

Cemento (1% en peso):

Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

Emulsión asfáltica (4% en peso):

Emulsión = 0.04×2052 kg = 82.08 kg/m3

Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

  - Resumen de materiales por m³ de mezcla

Material granular: 2052.00 kg
Cemento: 21 kg
Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	29
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-23
LOCALIZACIÓN:	CIV 4000430	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CARPETA ASFALTICA EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20			RELLENO DE ESCOMBROS, LIMOS, LADRILLO Y BLOQUE						
	0,25			HUMEDAD MEDIA						
	0,30			SEMIDENSO						
	0,35									
	0,40									
	0,45									
0,48	0,50									
	0,55		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		5,15			21,13	12,00
	0,60			CAFÉ		1,65				
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4000430
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	13	APIQUE Nº:	29
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

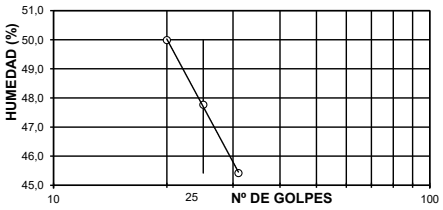
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	20
Nº de Recipiente	56	57	58
M_1	39,65	41,05	43,25
M_2	33,63	34,45	35,70
M_3	33,63	34,45	35,70
M_4	20,36	20,64	20,61
M_W	6,02	6,60	7,55
M_S	13,27	13,81	15,09
W%	45,42	47,77	49,99

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	59	60	12
M_1	34,21	28,98	252,5
M_2	30,08	25,85	228,5
M_3	30,08	25,85	228,5
M_4	13,15	12,65	115,2
M_W	4,13	3,13	23,95
M_S	16,93	13,20	113,35
W%	24,42	23,67	21,13

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	229					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	11					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	11					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº12	1,70	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº16	1,18	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº30	0,600	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº40	0,425	2,1	0,9%	0,9%	99,1%	99,1%
Nº50	0,300	-	-	0,9%	99,1%	99,1%
Nº80	0,180	-	-	0,9%	99,1%	99,1%
Nº100	0,150	3,6	1,6%	2,5%	97,5%	97,5%
Nº200	0,075	5,6	2,5%	4,9%	95,1%	95,1%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		11,4				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	48
Límite Plástico	24
Índice Plástico	24
Gravas	0%
Arenas	5%
Finos	95%
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
Índice de Grupo	15
U.S.C	CL
Tamaño maximo nominal	Nº40
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

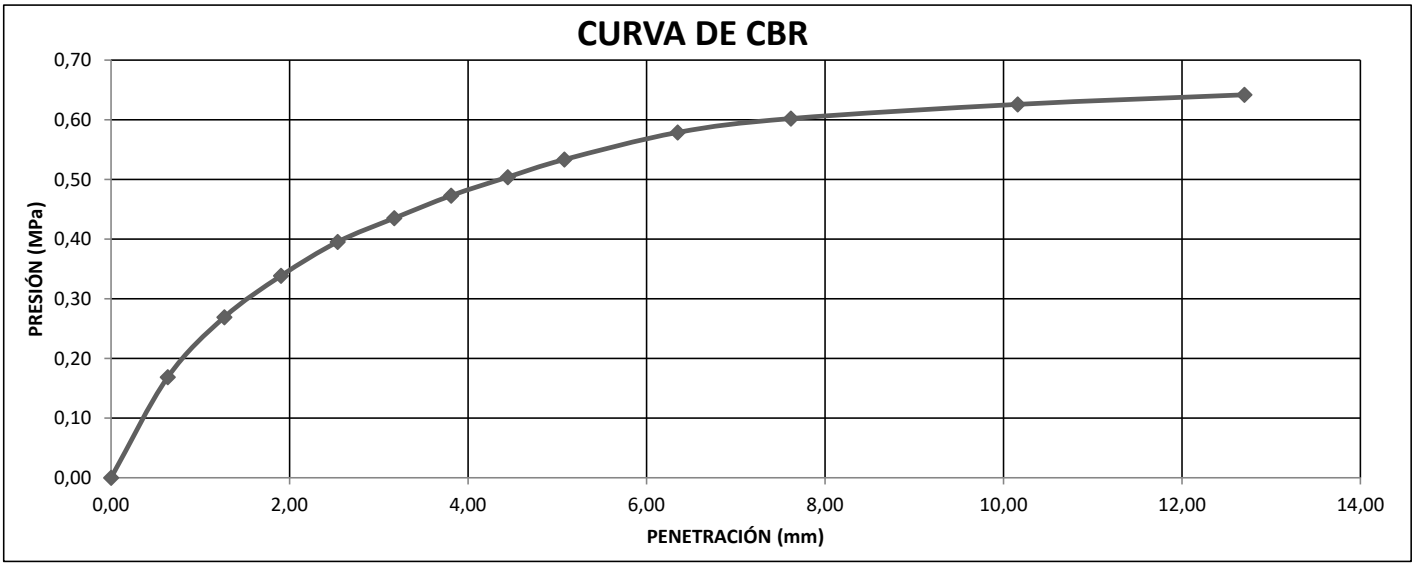
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC GJ — PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000430
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	13	APIQUE:	29
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	24
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9125
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13120
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3995
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2119
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	21,1
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1557
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**5,73**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**5,15**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	326	0,3	0,17	1,7	24,4
1,3	0,050	521	0,5	0,27	2,7	39,1
1,9	0,075	655	0,7	0,34	3,5	49,1
2,5	0,100	765	0,8	0,40	4,0	57,3
3,2	0,125	842	0,8	0,44	4,4	63,1
3,8	0,150	915	0,9	0,47	4,8	68,6
4,4	0,175	975	1,0	0,50	5,1	73,1
5,1	0,200	1032	1,0	0,53	5,4	77,4
6,4	0,250	1120	1,1	0,58	5,9	83,9
7,6	0,300	1165	1,2	0,60	6,1	87,3
10,2	0,400	1211	1,2	0,63	6,4	90,8
12,70	0,500	1242	1,2	0,64	6,5	93,1



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

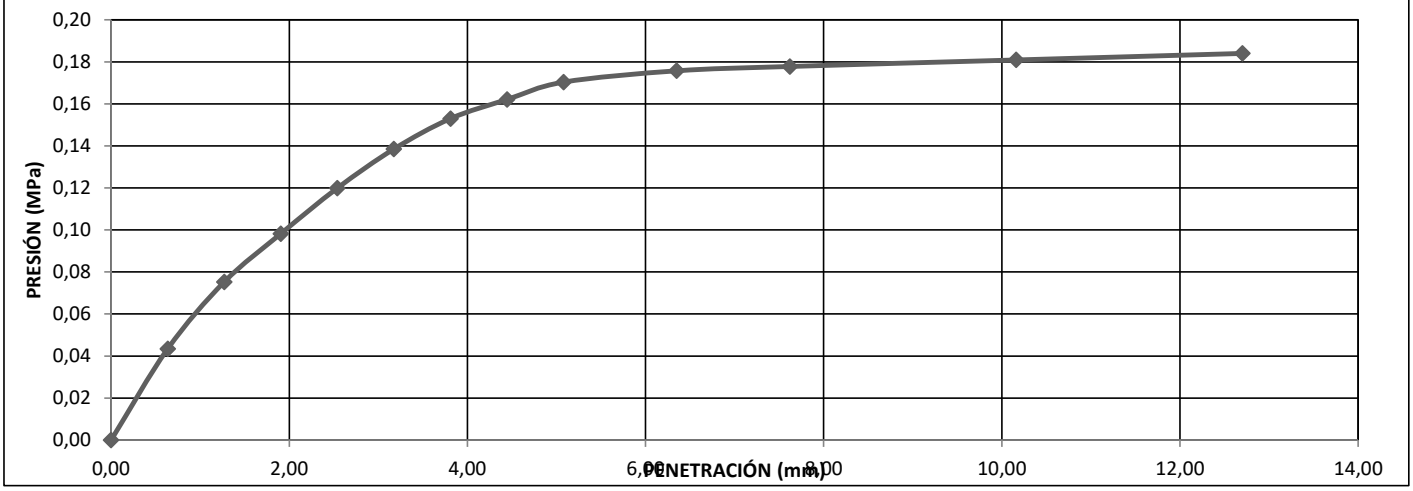
PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS NORMA INVIAS INV E 148-2013	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000430
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	13	APIQUE:	29
INFORME PC Nº:	003-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	24
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9125
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13907
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4782
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	30,8
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**1,74**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**1,65**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,15
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,32
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,42
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,56
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,65
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,15%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,23%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,35%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,43%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	84	0,1	0,04	0,4	6,3
1,3	0,050	146	0,1	0,08	0,8	10,9
1,9	0,075	190	0,2	0,10	1,0	14,2
2,5	0,100	232	0,2	0,12	1,2	17,4
3,2	0,125	268	0,3	0,14	1,4	20,1
3,8	0,150	296	0,3	0,15	1,6	22,2
4,4	0,175	314	0,3	0,16	1,7	23,5
5,1	0,200	330	0,3	0,17	1,7	24,7
6,4	0,250	340	0,3	0,18	1,8	25,5
7,6	0,300	344	0,3	0,18	1,8	25,8
10,2	0,400	350	0,4	0,18	1,8	26,2
12,70	0,500	356	0,4	0,18	1,9	26,7

CURVA DE CBR



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	28
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-05-23
LOCALIZACIÓN:	CIV 4000597	INFORME PC Nº:	401-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CARPETA ASFALTICA EN MAL ESTADO						
	0,10									
	0,15									
0,17	0,20									
	0,25		**GP-GC**	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA POBREMENTE GRADADA					11,67	11
	0,30			AMARILLO						
	0,35			HUMEDAD MEDIA						
	0,40			SEMIDENSO						
	0,45									
0,50	0,50									
	0,55		**CH**	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD		2,00			23,23	12
	0,60			HABANA CON VETAS ROJAS		0,89				
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			CONSISTENCIA MEDIA						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMCONC S.A.S. PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4000597
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA POBREMENTE GRADADA	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	11	APIQUE Nº:	28
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,17-0,50

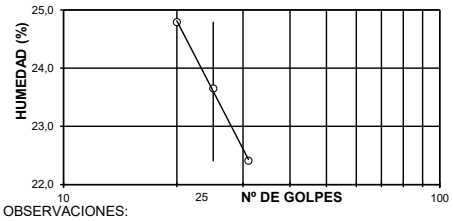
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	31	25	20
Nº de Recipiente	46	47	48
M_1	40,12	38,98	37,85
M_2	36,21	34,94	34,03
M_3	36,21	34,94	34,03
M_4	18,77	17,88	18,63
M_W	3,91	4,04	3,82
M_S	17,44	17,06	15,40
W%	22,41	23,65	24,79

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	49	50	10
M_1	29,29	28,52	702,2
M_2	27,21	26,63	641,4
M_3	27,21	26,63	641,4
M_4	15,25	15,67	120,8
M_W	2,08	1,89	60,76
M_S	11,96	10,96	520,64
W%	17,42	17,23	11,67

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	8520					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	7545					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	7545					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	952,6	11,2%	11,2%	88,8%	88,8%
1 ½"	37,50	652,6	7,7%	18,8%	81,2%	81,2%
1"	25,00	702,2	8,2%	27,1%	72,9%	72,9%
3/4"	19,00	452,6	5,3%	32,4%	67,6%	67,6%
1/2"	12,50	789,6	9,3%	41,7%	58,3%	58,3%
3/8"	9,50	921,2	10,8%	52,5%	47,5%	47,5%
1/4"	6,30	-	-	52,5%	47,5%	47,5%
Nº 4	4,75	842,6	9,9%	62,4%	37,6%	37,6%
Nº 8	2,36	-	-	62,4%	37,6%	37,6%
Nº 10	2,00	763,3	9,0%	71,3%	28,7%	28,7%
Nº12	1,70	-	-	71,3%	28,7%	28,7%
Nº16	1,18	-	-	71,3%	28,7%	28,7%
Nº30	0,600	-	-	71,3%	28,7%	28,7%
Nº40	0,425	652,9	7,7%	79,0%	21,0%	21,0%
Nº50	0,300	-	-	79,0%	21,0%	21,0%
Nº80	0,180	-	-	79,0%	21,0%	21,0%
Nº100	0,150	452,5	5,3%	84,3%	15,7%	15,7%
Nº200	0,075	362,6	4,3%	88,6%	11,4%	11,4%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		7.544,8				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

RESULTADOS

Límite Líquido	24
Límite Plástico	17
Índice Plástico	7
Gravas	62%
Arenas	26%
Finos	11%
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
Índice de Grupo	0
U.S.C	GP-GC
Tamaño maximo nominal	2"
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	208,58
Coeficiente de Curvatura Cc =	4,71

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOSLÍMITES DE CONSISTENCIA (NORMA INV E 125:2013 - INV E 126:2013)HUMEDAD NATURAL (NORMA INV E 122:2013)GRANULOMETRÍA (NORMA INV E 213:2013)**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-010
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4000597
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N.A.	SONDEO Nº:	N/A
MUESTRA Nº:	12	APIQUE Nº:	28
INFORME PC Nº:	030-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO - LL			
INV E 125:2013			
Determinación Nº	1	2	3
Nº de Golpes	30	25	20
Nº de Recipiente	51	52	53
M_1	40,36	41,11	42,32
M_2	33,70	33,50	34,57
M_3	33,70	33,50	34,57
M_4	20,21	18,63	19,99
M_W	6,66	7,61	7,75
M_S	13,49	14,87	14,58
W%	49,34	51,21	53,11

LÍMITE PLÁSTICO - LP			W% DE LA MUESTRA
INV E 126:2013			INV E 122:2013
Nº de Recipiente	44	55	11
M_1	34,02	33,21	385,6
M_2	29,90	29,06	332,2
M_3	29,90	29,06	332,2
M_4	14,36	13,33	102,5
M_W	4,12	4,15	53,38
M_S	15,54	15,73	229,77
W%	26,52	26,41	23,23

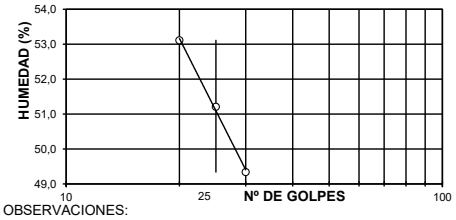
GRADACIÓN INV E 213:2013

Masa inicial total seca (g):	332					
Masa inicial L-T 200 masa costante (g):	8					
Masa final del ensayo: L-T 200 (g):	8					
Tamiz	Tamiz (mm)	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa unificado
3"	75,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2 ½"	63,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
2"	50,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1 ½"	37,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1"	25,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/4"	19,00	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/2"	12,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
3/8"	9,50	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
1/4"	6,30	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 4	4,75	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 8	2,36	-	-	0,0%	100,0%	100,0%
Nº 10	2,00	0,3	0,1%	0,1%	99,9%	99,9%
Nº12	1,70	-	-	0,1%	99,9%	99,9%
Nº16	1,18	-	-	0,1%	99,9%	99,9%
Nº30	0,600	-	-	0,1%	99,9%	99,9%
Nº40	0,425	1,5	0,5%	0,5%	99,5%	99,5%
Nº50	0,300	-	-	0,5%	99,5%	99,5%
Nº80	0,180	-	-	0,5%	99,5%	99,5%
Nº100	0,150	2,8	0,8%	1,4%	98,6%	98,6%
Nº200	0,075	3,2	1,0%	2,3%	97,7%	97,7%
FONDO	-	0,1	-	-	-	-
		7,9				

L-T 10: Lavado sobre tamiz Nº 10
L-T 200: Lavado sobre tamiz Nº 200

M_1 = Masa Recipiente + Suelo Húmedo, en g
M_2 = Masa Recipiente + Suelo Seco , en g
M_3 = Masa Recipiente + Suelo Seco , masa c a 18 horas en g
M_4 = Masa Recipiente, en g
M_W = Masa del Agua , en g $M_S = M_3 - M_4$
M_S = Masa Suelo Seco, en g $w = (M_W / M_S) \times 100$
W = Contenido de agua, en %

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	51
Límite Plástico	26
Índice Plástico	25
Gravas	0%
Arenas	2%
Finos	98%
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
Índice de Grupo	16
U.S.C	CH
Tamaño maximo nominal	Nº 10
Porcentaje de perdida en el ensayo	0,00
Porcentaje de humedad higroscopica	0,00
Coeficiente de uniformidad Cu =	6,00
Coeficiente de Curvatura Cc =	1,50

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de Laboratorio

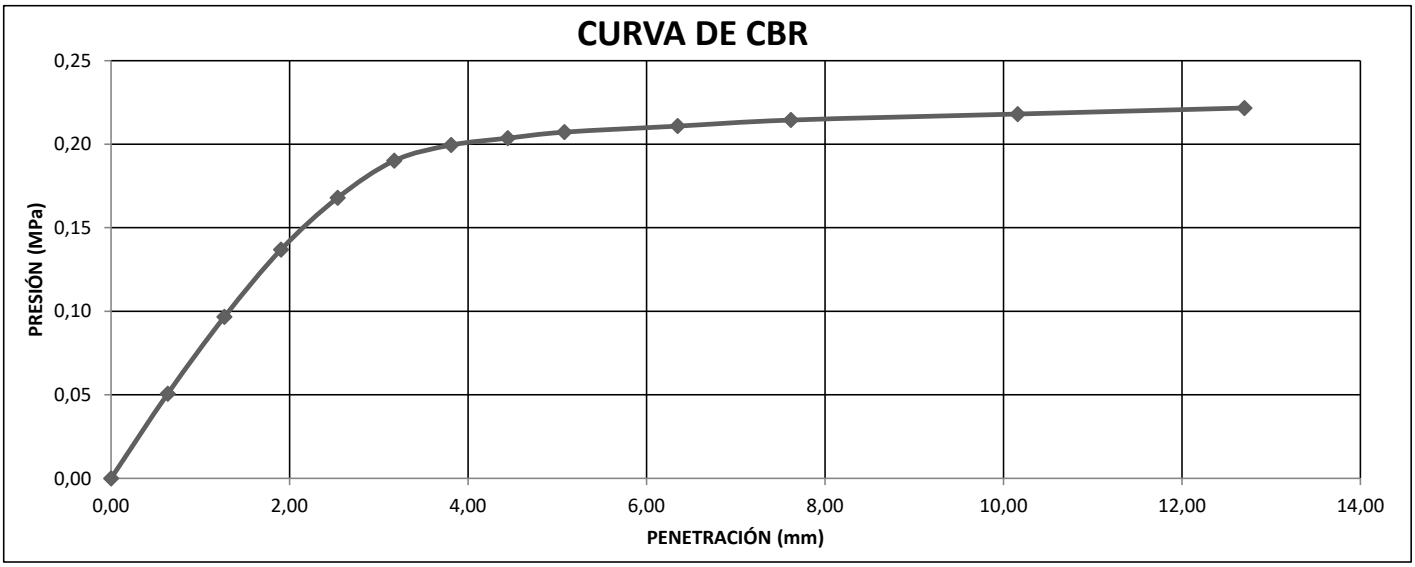
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	8
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000597
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	12	APIQUE:	28
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

	INALTERADO
MOLDE Nº:	15
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9449
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13350
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3901
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2118
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	23,2
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1495
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**2,43**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**2,00**

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	98	0,1	0,05	0,5	7,3
1,3	0,050	187	0,2	0,10	1,0	14,0
1,9	0,075	265	0,3	0,14	1,4	19,9
2,5	0,100	325	0,3	0,17	1,7	24,4
3,2	0,125	368	0,4	0,19	1,9	27,6
3,8	0,150	386	0,4	0,20	2,0	28,9
4,4	0,175	394	0,4	0,20	2,1	29,5
5,1	0,200	401	0,4	0,21	2,1	30,1
6,4	0,250	408	0,4	0,21	2,2	30,6
7,6	0,300	415	0,4	0,21	2,2	31,1
10,2	0,400	422	0,4	0,22	2,2	31,6
12,70	0,500	429	0,4	0,22	2,3	32,2



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS GJ S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

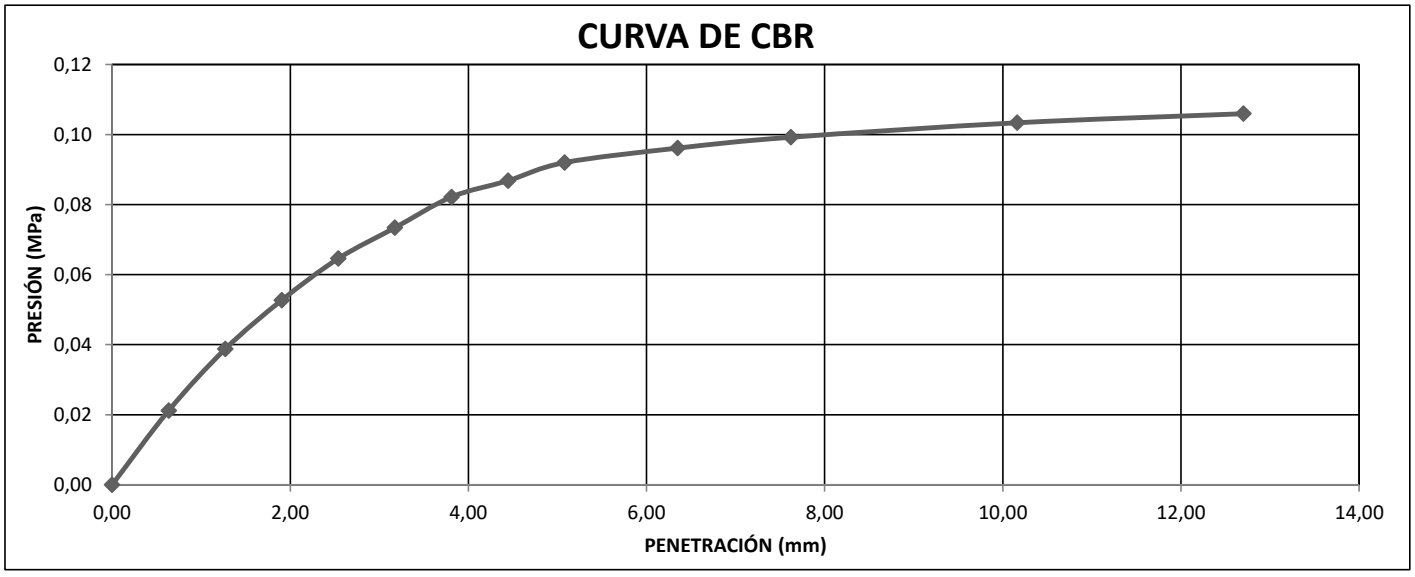
OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

PAVIMENTOS - CONCRETOS - SUELOS	**INFORME DE ENSAYOS** **RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO (CBR) SOBRE MUESTRAS INALTERADAS** **NORMA INVIAS INV E 148-2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-072
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000597
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA	
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-05-23
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	FECHA ENSAYO:	2025-05-30
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N/A
MUESTRA Nº:	12	APIQUE:	28
INFORME PC Nº:	401-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

	SUMERGIDO
MOLDE Nº:	15
FALSO FONDO Nº:	7
MASA MOLDE (g):	9449
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	14285
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4835
HUMEDAD DESPUÉS DE SATURACIÓN (%)	28,9
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**0,94**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**0,89**
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
Sobrecarga de penetracion (kg)	4,54
LECTURA INICIAL (mm)	0,15
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	0,26
LECTURA 48 HORAS (mm)	0,38
LECTURA 72 HORAS (mm)	0,45
LECTURA 96 HORAS (mm)	0,52
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,09%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,20%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,26%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,32%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(N)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	41	0,0	0,02	0,2	3,1
1,3	0,050	75	0,1	0,04	0,4	5,6
1,9	0,075	102	0,1	0,05	0,5	7,6
2,5	0,100	125	0,1	0,06	0,7	9,4
3,2	0,125	142	0,1	0,07	0,7	10,6
3,8	0,150	159	0,2	0,08	0,8	11,9
4,4	0,175	168	0,2	0,09	0,9	12,6
5,1	0,200	178	0,2	0,09	0,9	13,3
6,4	0,250	186	0,2	0,10	1,0	13,9
7,6	0,300	192	0,2	0,10	1,0	14,4
10,2	0,400	200	0,2	0,10	1,1	15,0
12,70	0,500	205	0,2	0,11	1,1	15,4



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

JORGE ANDRES DAZA ARDILA
Director de laboratorio

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

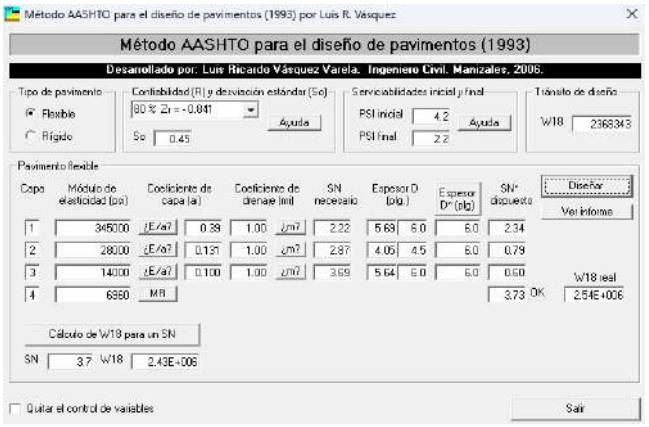
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

OFICINAS Y LABORATORIO CLL 24 B Nº 27 A - 36 Tel: 3022944130 - 3042413954 E-mail: pavimconcgj@gmail.com

ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLE CON GRANULARES NO TRATADOS

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE			
CIV 4000597-4000430			
DATOS DE ENTRADA	W18	2368343	NEE
	Mrsubr	5966.21	psi
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.45	
	p_f	2.2	
	Log (W_{18})	6.3744	
		6.3735	
	SN Req	3.8	

DISEÑO DE ESTRUCTURA No.2				
	Capa asfáltica (MD-19 ó MCCH 25)	*a1*	0.39	
		m1	1.00	
		D1	*5.91 pulg*	*15.00 cm*
	base granular tipo A y/o base reciclada	*a2*	0.13	
		m2	1.00	
		D2	8.87 pulg	22.53 cm
		D2 constr	*7.09 pulg*	*18.00 cm*
	Subbase granular tipo A y/o Subbase reciclada	*a2*	0.11	
		m2	1.00	
		D2	7.54 pulg	19.15 cm
		D2 constr	*7.87 pulg*	*20.00 cm*
	SN recalculado	4.1	CUMPLE	



ESTRUCTURA EXCEL		Espesor (CM)	Espesor (CM)
	Capa asfáltica (MD-19 ó MD-GCR)	14	75
	Capa Base Granular (BG-A)	18	
	Capa Subbase Granular (SBG-A)	20	
	Mejoramiento Geocelda+SBG-A	23	

ESTRUCTURA LUIS VASQUEZ		Espesor (pulg)	Espesor redondeado (CM)	Espesor (CM)
	Capa asfáltica (MD-19 ó MD-GCR)	6	15	73
	Capa Base Granular (BG-A)	6	15	
	Capa Subbase Granular (SBG-A)	8	20	
	Mejoramiento Geocelda+SBG-A	7.8	23	

VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES POR MÉTODO RACIONAL

Software WinDEPAV

DATOS DE ENTRADA

PARÁMETROS	VALOR
Radio de carga	10.8 cm
Presión de contacto	5.6 kg/cm2
Distancia entre eje de ruedas	32.4 cm

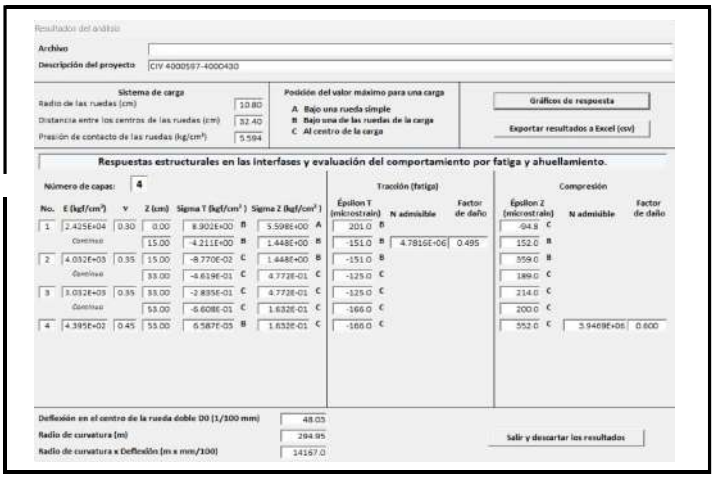
Deformacion tangencial asfalto		
E asf	24255	kg/cm2
	2379415500	N/m2
Vb (%)	10	
K	8.25	
N 8.2	2.37E+06	
Et	*3.29E-04*	

Deformacion vertical subrasante	
N	2.37E+06
Ez	*5.51E-04*

Esfuerzo vertical subrasante		
E subr	5966.21	kg/cm2
N	2.37E+06	
Dz	*7.65E+00*	kg/cm2

deformación máxima tangencial admisible asfalto	Deformación vertical admisible subrasante	Esfuerzo vertical admisible subrasante
3.29E-04	5.51E-04	7.65E+00

DISEÑO DE ESTRUCTURA No.1



deformación máxima tangencial admisible asfalto Et	Deformación vertical admisible subrasante Ez	Esfuerzo vertical admisible subrasante Dz
1.51E-05	3.52E-04	6.00E-01
CUMPLE	*CUMPLE*	*CUMPLE*

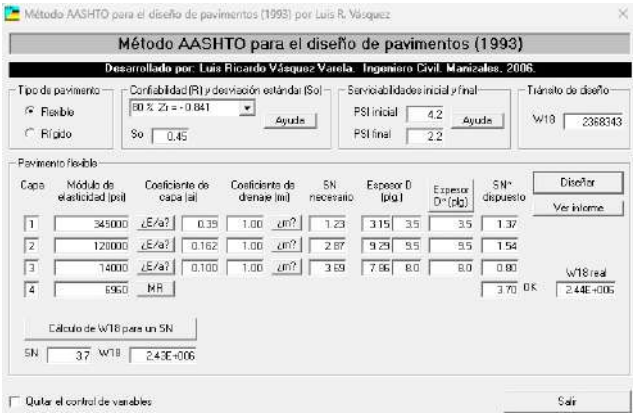
ANEXO 3. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLE CON GRANULARES ESTABILIZADOS

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE				
CIV 4000597-4000430				
DATOS DE ENTRADA	W18	2368343	NEE	
	Mrsubr	5966.21	psi	
	R (%)	80		
	Z_r	-0.841		
	s_o	0.45		
	p_f	2.2		
	Log (W_{18})	6.3744		
		6.3735		
	SN Req	3.8		

DISEÑO DE ESTRUCTURA				
	Capa asfáltica (MD-19 ó MCCH 25)	*a1*	0.39	
		m1	1.00	
		D1	*5.51 pulg*	*14.00 cm*
	Base granular tipo A y/o Base reciclada estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	*a2*	0.16	
		m2	1.00	
		D2	8.27 pulg	21.01 cm
		D2 constr	*6.30 pulg*	*16.00 cm*
	Subbase granular tipo A y/o Subbase reciclada	*a2*	0.1	
		m2	1.00	
		D2	7.03 pulg	17.86 cm
		D2 constr	*7.09 pulg*	*18.00 cm*
	SN recalculado	3.9	CUMPLE	

ESTRUCTURA EXCEL		Espesor (CM)	Espesor (CM)
	Capa asfáltica (MD-19 ó MD-GCR)	14	71
	Capa Base Granular (BG-A) ESTABILIZADA CON EMULSIÓN Y CEMENTO	16	
	Capa Subbase Granular (SBG-A)	18	
	Mejoramiento Geocelda+SBG-A	23	

ESTRUCTURA LUIS VASQUEZ		Espesor (pulg)	Espesor redondeado (CM)	Espesor (CM)
	Capa asfáltica (MD-19 ó MD-GCR)	3.5	9	78
	Capa Base Granular (BG-A) ESTABILIZADA CON EMULSIÓN Y CEMENTO	9.5	24	
	Capa Subbase Granular (SBG-A)	8.5	22	
	Mejoramiento Geocelda+SBG-A	7.8	23	



VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES POR MÉTODO RACIONAL

Software WinDEPAV

DATOS DE ENTRADA

PARÁMETROS	VALOR
Radio de carga	10.8 cm
Presión de contacto	5.6 kg/cm2
Distancia entre eje de ruedas	32.4 cm

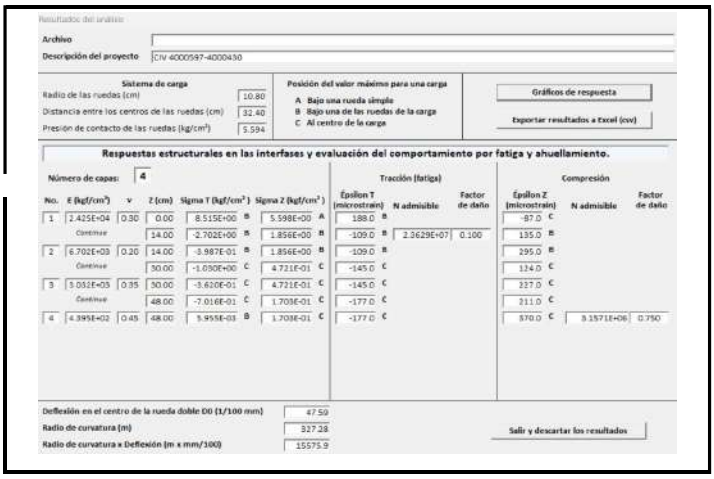
Deformacion tangencial asfalto		
E asf	24255	kg/cm2
	2379415500	N/m2
Vb (%)	10	
K	8.25	
N 8.2	2.37E+06	
Et	***3.29E-04***	

Deformacion vertical subrasante	
N	2.37E+06
Ez	***5.51E-04***

Esfuerzo vertical subrasante		
E subr	5966.21	kg/cm2
N	2.37E+06	
Dz	***7.65E+00***	kg/cm2

deformación máxima tangencial admisible asfalto	Deformación vertical admisible subrasante	Esfuerzo vertical admisible subrasante
3.29E-04	5.51E-04	7.65E+00

DISEÑO DE ESTRUCTURA No.1



deformación máxima tangencial admisible asfalto Et	Deformación vertical admisible subrasante Ez	Esfuerzo vertical admisible subrasante Dz
1.09E-05	3.70E-04	7.50E-01
CUMPLE	***CUMPLE***	***CUMPLE***

ANEXO 4. INFORME DE PAVIMENTOS FDLSC-LP-003-2023

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PUBLICA No. FDLSC-487-2023

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE

DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA

GT04-CSC2023-V0

CONTRATISTA

CONSORCIO SANCRISTOBAL 2023

CONSULTOR

GEOINGTRO SAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha de modificación	Descripción de la modificación
0	29-08-2023	Versión inicial

ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Distribuir a	No.	Distribuir a
1	INTERVENTORÍA	4	
2		5	
3		6	

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato No.	FDLSC-487-2023	**Fecha:**	29 de agosto de 2023
Título del documento	Diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497		
Código del documento	GT04-CSC2023		

Control Interno Consorcio SanCristobal 2023 – Contrato FDLSC-487-2023	
Elaboró: **Ing. Juan Ricardo Troncoso Rivera** Especialista en pavimentos	Aprobó: **Ing. Angela Patricia Castro G.** Director de Obra
Revisión Externa	
Especialista de Pavimentos de Interventoría	Representante Legal

TABLA DE CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO 2
ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN 2
REVISIÓN Y APROBACIÓN 2
TABLA DE CONTENIDO 3
LISTA DE ILUSTRACIONES 4
LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE GRÁFICAS 5
LISTA DE FOTOGRAFÍAS 5
INTRODUCCIÓN 7
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
1.3 Alcance 8
2 GENERALIDADES 9
2.1 Localización y descripción del proyecto 9
2.2 Caracterización operacional del área de estudio 10
2.3 Caracterización climática 13
3 ANÁLISIS DE TRANSITO 15
3.1 Conteos de transito 15
3.2 Tránsito promedio diario 15
3.3 Periodo de diseño 16
3.4 Factor de distribución direccional 16
3.5 Factor de distribución por carril 16
3.6 Tasa de crecimiento 17
3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje 17
4 DIAGNOSTICO VIAL 18
4.1 Evaluación superficial del pavimento 20
4.2 Evaluación estructural 20
4.3 Resultado del diagnóstico vial 20
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 22
5.1 Perfiles estratigráficos 22
5.2 Caracterización geotécnica 22
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS 24
6.1 Análisis de potencial de expansión 24
6.2 Análisis de potencial de contracción de arcillas 25
6.3 Revisión bibliográfica frente al fenómeno de contracción y expansión 26
6.4 Recomendación frente al fenómeno de contracción y expansión 28
6.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 29
6.6 Correlación CBR- MR 30
6.7 Cálculo de la capacidad portante equivalente – CPE 30
6.7.1 Determinación del módulo de la capa reforzada con geocelda 30
6.7.2 Verificación del espesor mínimo de material 31
6.8 Cálculo de módulo de reacción del conjunto de capas 33
7 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 35
7.1 Metodología de diseño 35

7.2 Alternativas de diseño en pavimento rígido 35
7.2.1 Alternativa 1: Concreto hidráulico, capa antierosiva, SBG 36
7.2.2 Alternativa 2: Concreto hidráulico, subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
7.3 Características geométricas de la losa 38
7.4 Modulación ante la presencia de estructuras hidráulicas 38
7.5 Características de las barras de transferencia y amarre 40
7.6 Juntas de transferencia 40
7.6.1 Juntas de expansión 41
7.6.2 Sellado de juntas 41
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
9 LIMITACIONES 43
ANEXOS I
ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA I
ANEXO 2. VERIFICACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DE MATERIAL GRANULAR QUE ACOMPAÑA EL REFUERZO DE GEOCELDA II
ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO: PCA III
ANEXO 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL ADITIVO POTENCIALIZADOR IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del área de estudio 9
Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347 10
Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018 11
Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292 11
Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140 12
Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497 12
Ilustración 7. Cargas no uniformes impuestas en estructuras de pavimento por suelos expansivos 26
Ilustración 8. Modelo conceptual para generación de fisuras longitudinales inducidas por el ambiente en pavimentos 27
Ilustración 9. Evolución del porcentaje de fisuración en secciones estudiadas 27
Ilustración 10. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal 29
Ilustración 11. Mejoramiento de plataforma con geocelda 31
Ilustración 12. Determinación de K compuesto 34
Ilustración 13. Análisis de sensibilidad capa de subbase 36
Ilustración 14. Estructura de pavimento rígido, alternativa 1 37
Ilustración 15. Análisis de sensibilidad capa de subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
Ilustración 16. Estructura de pavimento rígido, alternativa 2 38
Ilustración 17. Detalle de modulación si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 18. Detalle de modulación cuando se presentan estructuras hidráulicas y la junta de expansión coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 19. Detalle de modulación cuando se presentan sumideros 40
Ilustración 20. Detalle de junta de expansión con dovela 41
Ilustración 21. Detalle junta de expansión sin dovela 41

Ilustración 22. Estructuras de pavimento recomendadas para intervención 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico 8
Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV ..15
Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito.....16
Tabla 4. Factor carril.....16
Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 7. Condición del pavimento 21
Tabla 8. Tipo de ensayo, norma técnica, cantidad.....23
Tabla 9. Resultados de ensayos de laboratorio 23
Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos 24
Tabla 11. Potencial expansivo de la subrasante 24
Tabla 12. Comparación de contenido de agua de equilibrio y natural 24
Tabla 13. Potencial de contracción de arcillas 25
Tabla 14. Clasificación de potencial de contracción.....25
Tabla 15. Análisis de resultados de límite de contracción.....26
Tabla 16. Geosintéticos contemplados en el estudio 28
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR 29
Tabla 18. Correlaciones entre CBR Vs MR.....30
Tabla 19. Cálculo de modulo resultante de refuerzo con geocelda 31
Tabla 20. Verificación de espesor 33
Tabla 21. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido 36
Tabla 22. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 1 36
Tabla 23. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 2 38
Tabla 24. Proporciones recomendadas de cemento y aditivo.....38
Tabla 25. Ancho de losa por CIV.....38
Tabla 26. Características de las barras de transferencia 40
Tabla 27. Características de las barras de amarre 40
Tabla 28. Características de las juntas 41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio 13
Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio 14
Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero 14
Gráfica 4. Perfiles encontrados en la exploración geotécnica.....22

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo 15

Fotografía 2. Estado actual CIV 4001234 PK_ID 203347 18
Fotografía 3. Estado actual CIV 4001104 PK_ID 203018 18
Fotografía 4. Estado actual CIV 4001159 PK_ID 183292 19
Fotografía 5. Estado actual CIV 4003781 PK_ID 208140 19
Fotografía 6. Estado actual CIV 4003972 PK_ID 208497 20

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal 16
Ecuación 2. Humedad de equilibrio 24
Ecuación 3. Incremento del módulo del material granular por MIF 31
Ecuación 4. Factor de incremento de modulo 31
Ecuación 5. Relación de módulo 32
Ecuación 6. Determinación del espesor mínimo de material con uso de geocelda 32

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de obra pública No. FDLSC-487-2023 celebrado entre el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal y el Consorcio Sancristobal 2023, cuyo objeto es: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE", se hace necesario realizar los estudios y diseño de pavimento, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con la normativa aplicable para la ciudad de Bogotá D.C.

El Consorcio Sancristobal 2023 encomendó a GEOINGTRO S.A.S., la elaboración del diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria.

Las especificaciones de las actividades a realizar durante la construcción deberán cumplir lo establecido en documento ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.", versión 2018.

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos del diseño de pavimento y el alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento con base en la metodología descrita en la GUÍA GU-IC-13 DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. y el Apéndice I – Diagnóstico, Técnicas de Intervención y Diseño de Alternativas para la Conservación Programada de los Pavimentos de la Malla Vial de Bogotá D.C. del Instituto de Desarrollo Urbano.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar de la información técnica disponible del diagnóstico vial realizado.
- Analizar la exploración geotécnica como insumo principal para el análisis geotécnico de la subrasante y sus comportamientos asociados.
- Diseñar una estructura de pavimento por medio de la metodología PCA-84.
- Determinar las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.

1.3 Alcance

El alcance del diseño de pavimento incluye cinco (5) segmentos viales.

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

Fuente: Listado entregado por el Consorcio Sancristobal 2023

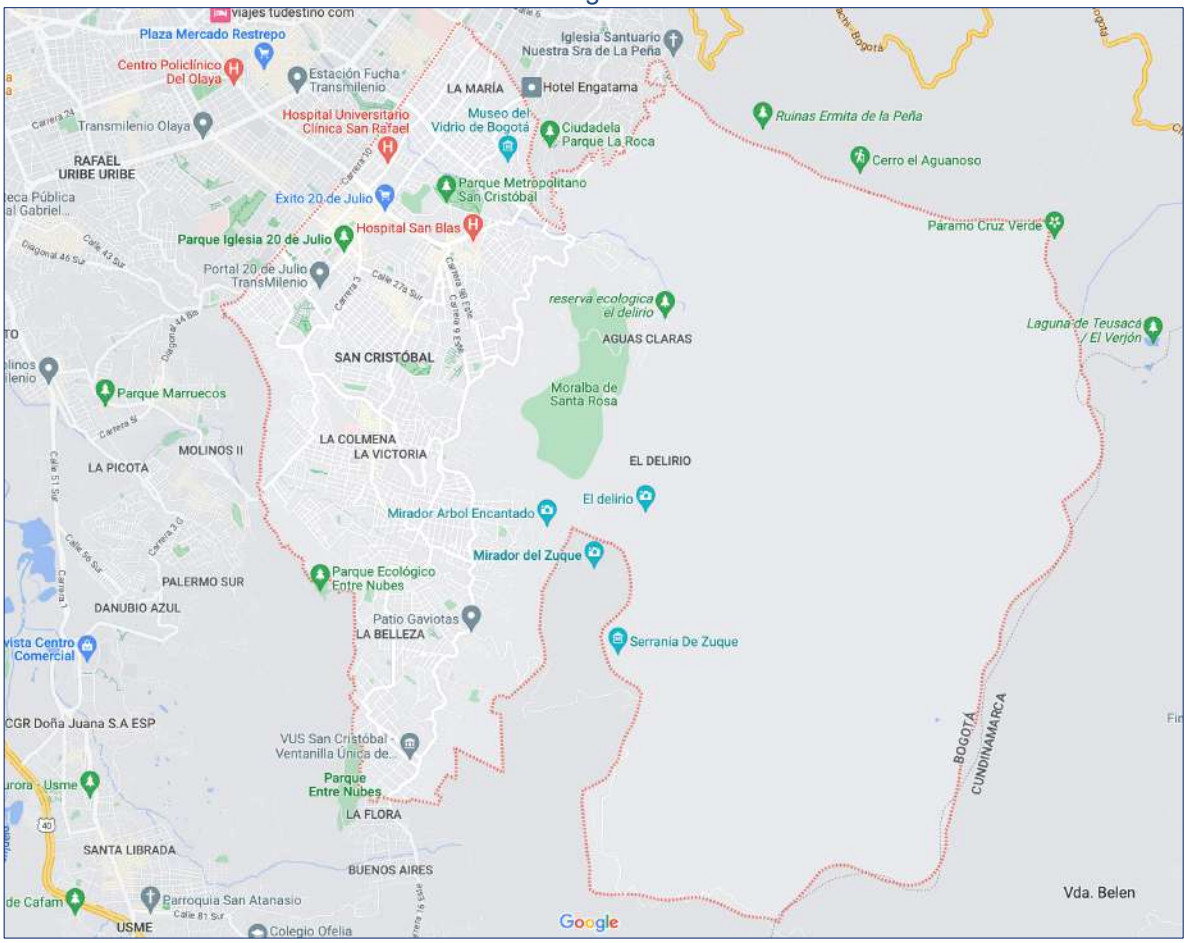
2 GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, la ubicación especificación corredor vial a evaluar, así como las condiciones climáticas que se incluyen en las hipótesis del diseño de estructuras de pavimento.

2.1 Localización y descripción del proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 Sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 Sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

Ilustración 1. Localización general del área de estudio

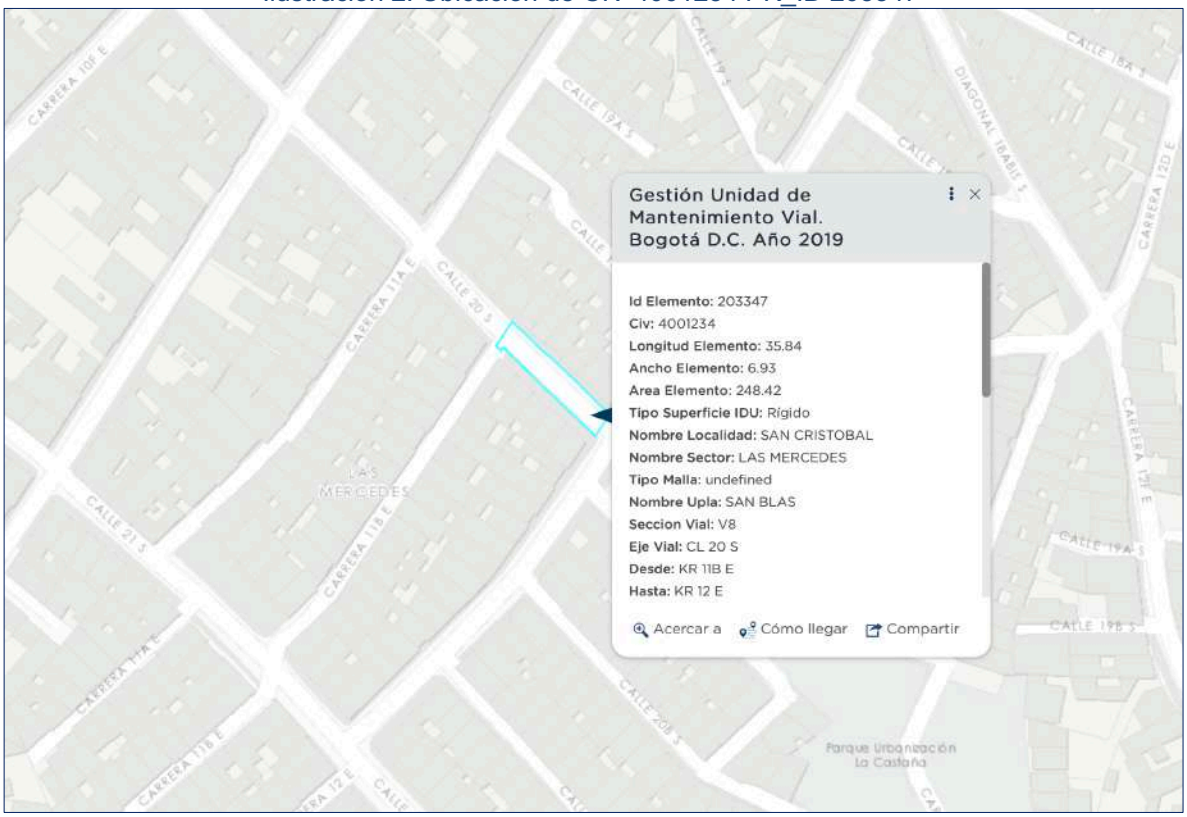


Fuente: Google Maps, 2023

2.2 Caracterización operacional del área de estudio

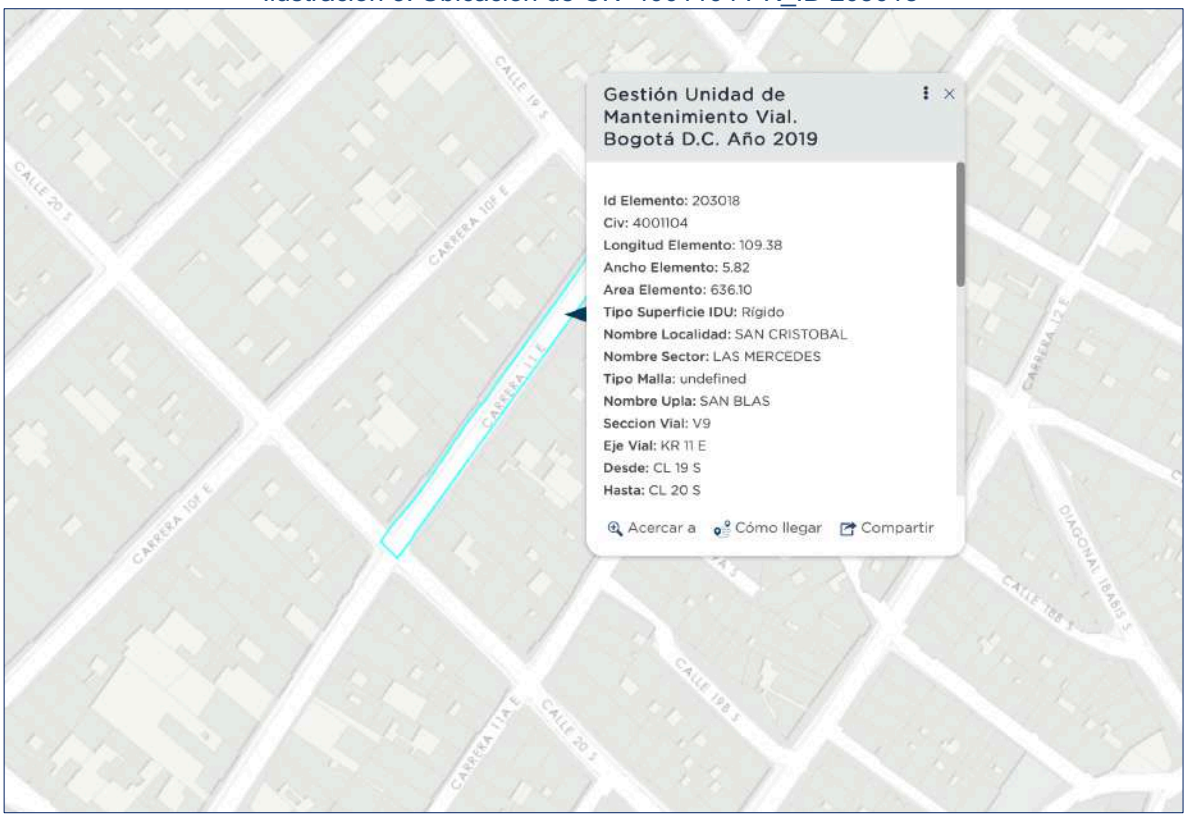
El tramo vial del CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria, es un corredor vial de una calzada con dos carriles en dos direcciones con funcionalidad vehicular, actualmente con superficie de pavimento consolidada.

Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347



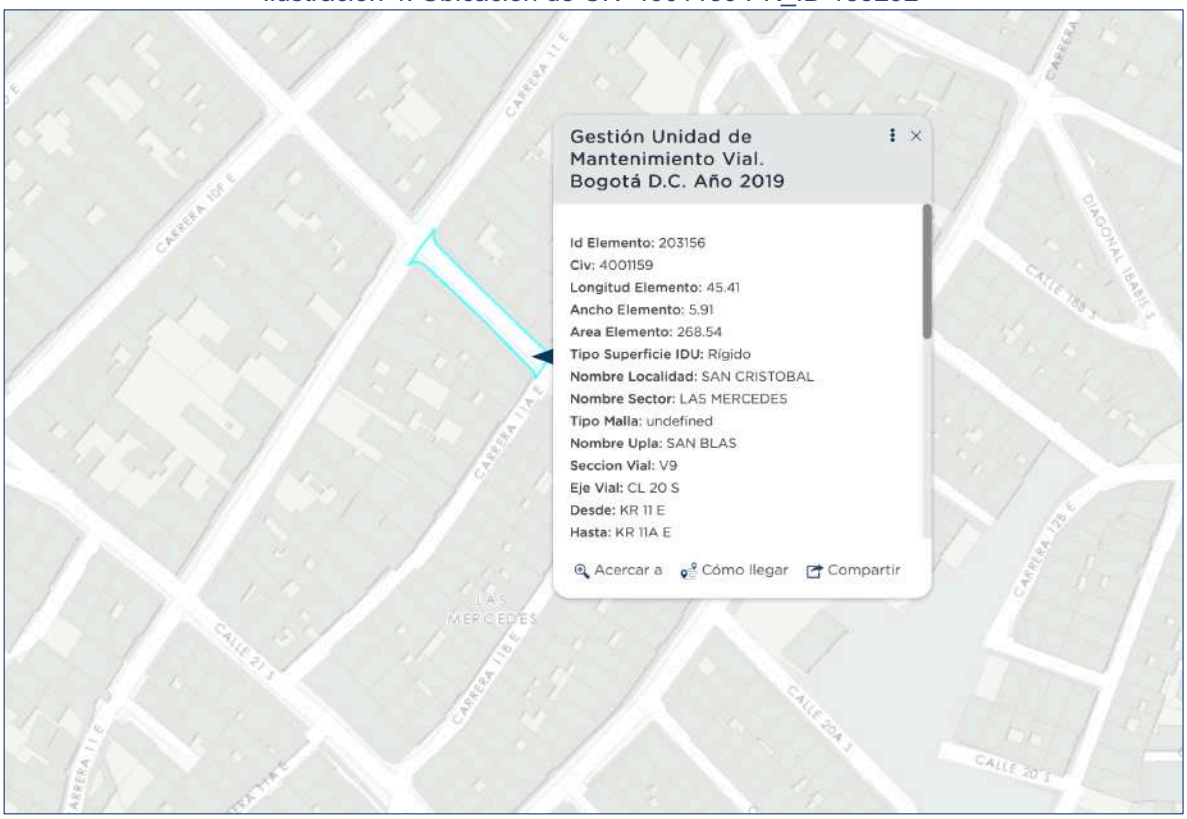
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018



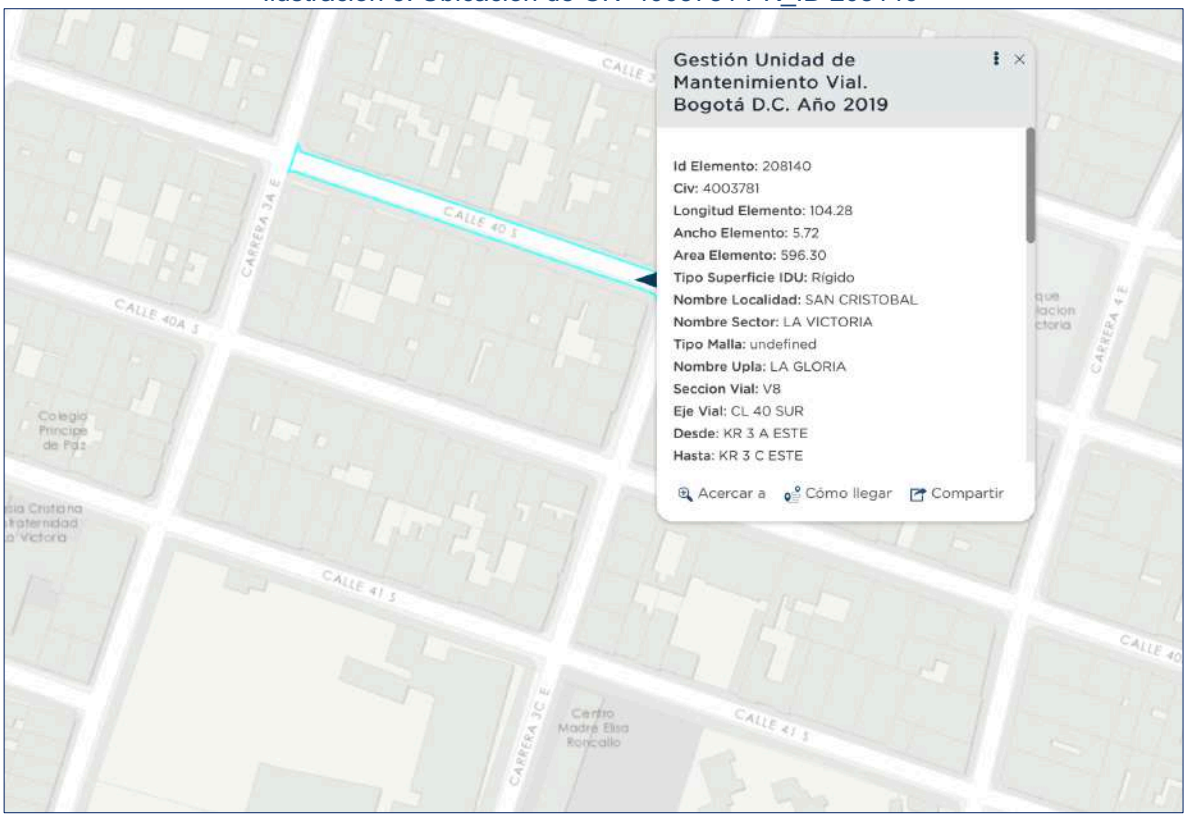
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292



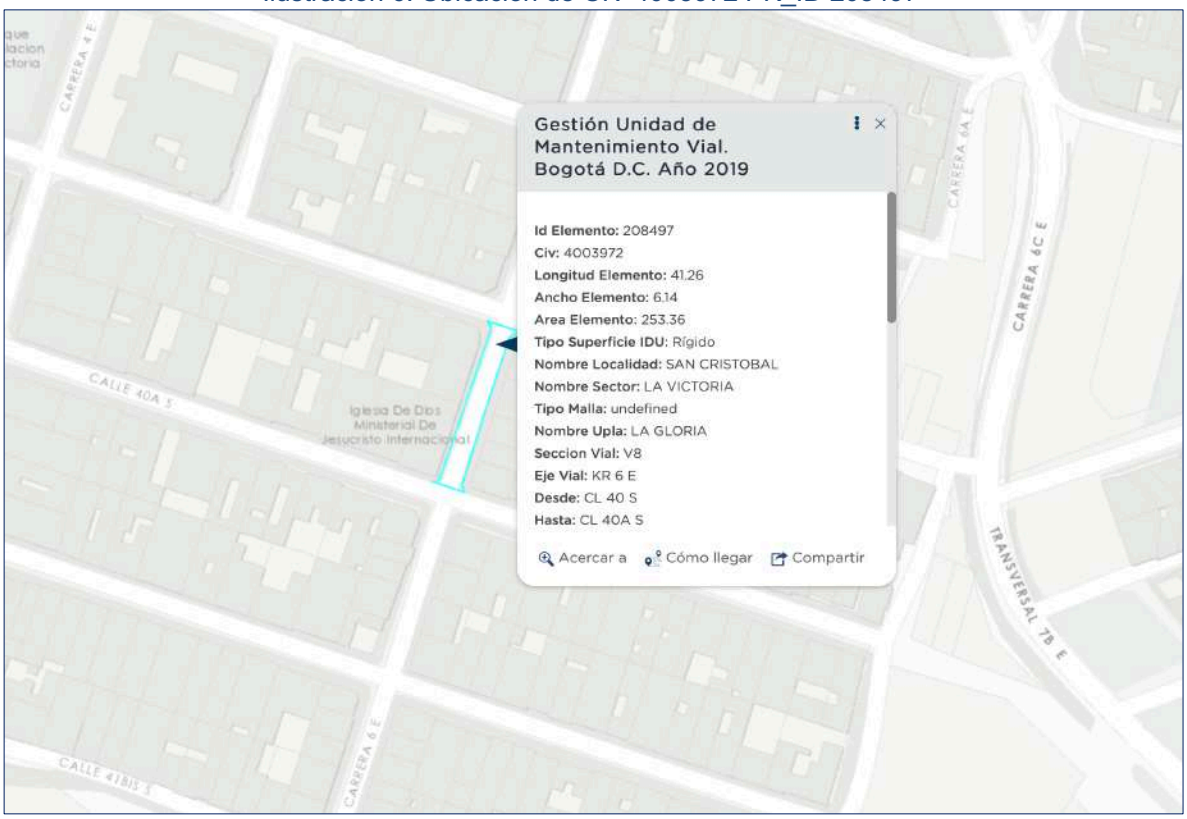
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140



Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497



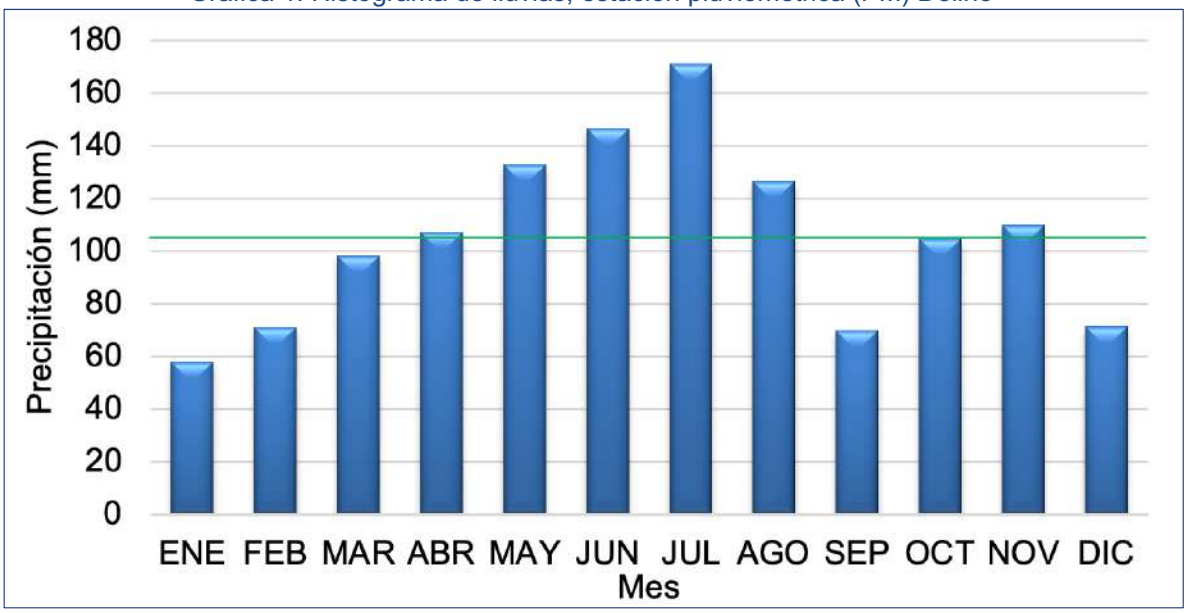
Fuente: IDECA, 2023

2.3 Caracterización climática

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación pluviométrica (PM) Delirio y estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero, ubicadas en las coordenadas 4°33'0.0"N - 74°3'0.0"W y 4°35'54.1"N - 74°3'41.6"W respectivamente, y que registran los siguientes parámetros:

- Precipitación anual: 1.267 mm
- Número de días con lluvia al año: 253
- Temperatura media anual: 13°C

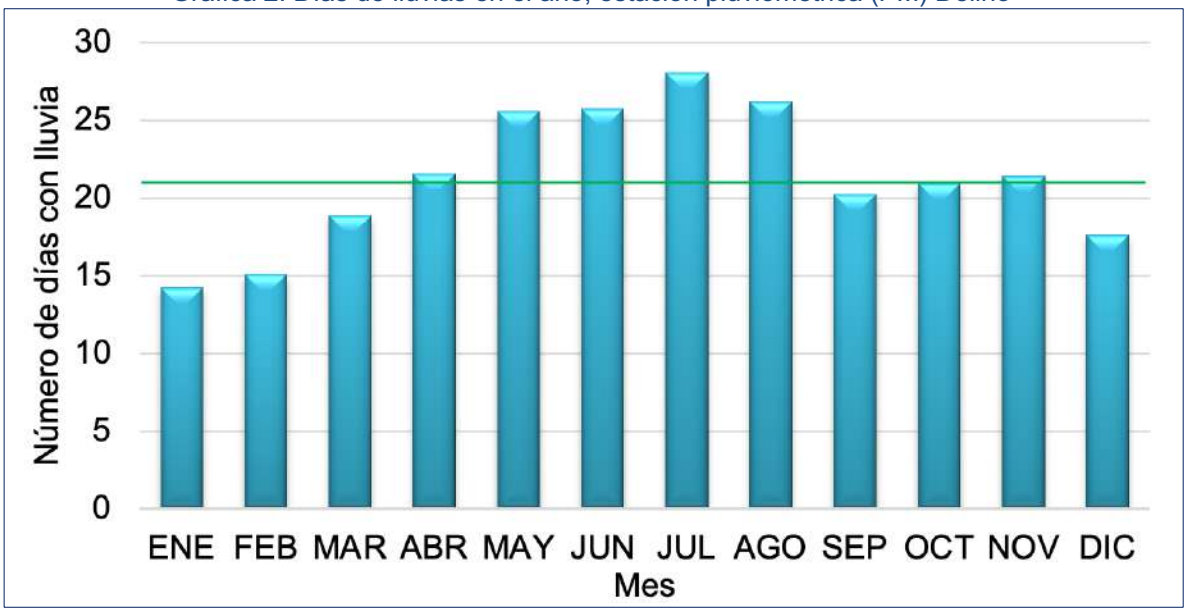
Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Los meses con mayor precipitación son, mayo, junio, julio agosto, octubre y noviembre, siendo julio el que presenta mayor precipitación con 170,9 mm.

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio



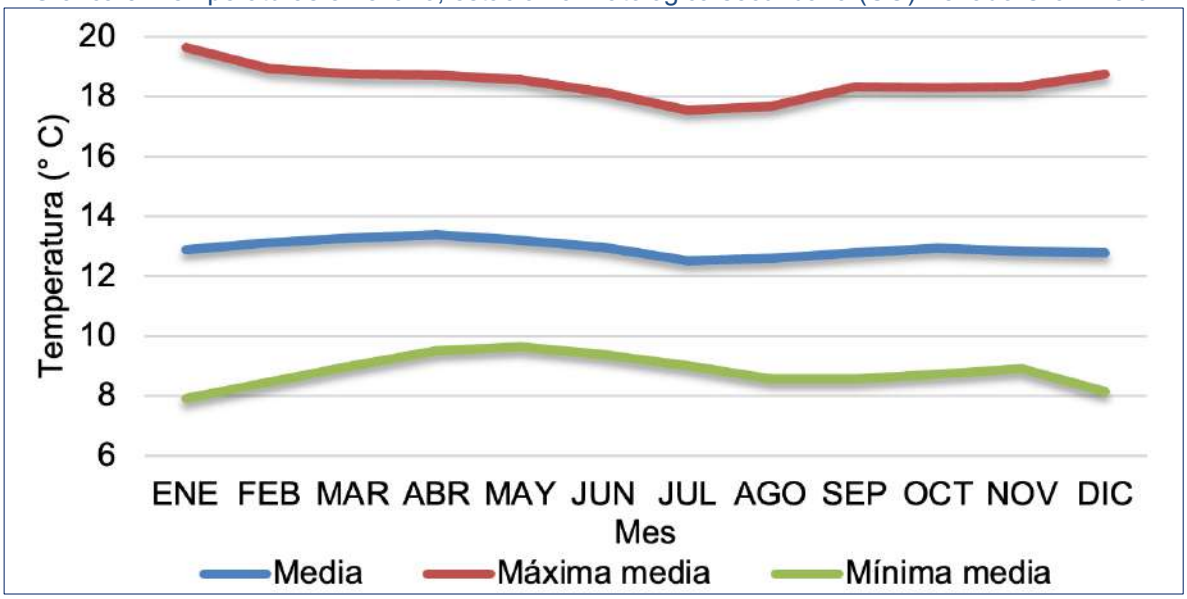
Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365} = \frac{21{,}6 + 25{,}6 + 25{,}7 + 28{,}1 + 26{,}2 + 21{,}4}{365} = 40{,}7\%$$

Con respecto a la temperatura, se observa la variación de esta durante el año.

Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3 ANÁLISIS DE TRANSITO

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Fuente: Elaboración propia

3.1 Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo



Fuente: propia

3.2 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Fuente: propia

Siendo,
i, el tipo de vehículo

3.3 Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

- Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

3.4 Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección.

Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Fuente: Adaptado de Manual de Bajos Volúmenes INVIAS 2007, y Manual de Medianos y Altos Volúmenes INVIAS

Se define un factor direccional típico de 1.

3.5 Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor carril

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Vías

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

3.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 7. MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

CALCULO DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CIV'S 4000430 - 4000597

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
1.54	117.78	1675.19

OPCION 1

GEOCELDA

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

	h	E_3	MIF	E_2		$E_{CBR\ req}$	
	cm	kg/cm^2		kg/cm^2		kg/cm^2	
GEOCELDA	15	117.78	1.30	291.93	>	400.0	**VERIFICAR**
SUBBASE GRANULAR TIPO B	8	291.93	1.00	419.47	>	400.0	**OK**

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4004724 CALLE 42 SUR ENTRE CARRERA 16 A ESTE Y CARRERA 16 B ESTE Y CIV 4004691 CALLE 42 SUR ENTRE CARRERA 14 ESTE Y CARRERA 15 ESTE - CIV 4001687 CARRERA 8 ESTE ENTRE CALLE 27 SUR Y CALLE 27 A SUR – CIV CARRERA 8 ESTE ENTRE CALLE 26 SUR Y CALLE 27 SUR - CIV 4002208 CALLE 29 SUR ENTRE CARRERA 9 C ESTE Y CARRERA 9 D ESTE – CIV 4002173 CALLE 29 SUR ENTRE CARRERA 10 ESTE Y CARRERA 11 ESTE

BOGOTÁ D.C., MAYO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. GENERALIDADES 14

2.1 Metodología 15

2.2 Normatividad Consultada 15

2.3 Condiciones Climáticas 16

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 18

4. TRÁNSITO DE DISEÑO 27

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 29

5.1 Estratigrafía 32

5.2 Nivel freático 33

5.3 Ensayos de caracterización física 34

5.4 Análisis de potencial de expansión 39

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 40

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante 42

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 43

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 44

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19 45

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG) 46

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4% 47

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K 49

6.3 Capacidad Estructural Requerida 54

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido 55

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr) 55

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado 56

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI) 56

6.4.4 Coeficientes de drenaje 57

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga 57

6.4.6 Número estructural (SN) 58

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido 58

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) 58

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4% 59

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción 60

6.7 Características Geométricas de la Losa 63

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas 63

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre 65

6.10 Juntas de Transferencia 66

6.11 Juntas de Expansión 66

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte 67

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 69

7.1 Equipos para los materiales granulares 70

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares 74

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 75

6.1.1. Preparación del Terreno 76

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 76

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 76

6.1.4. Compactación 76

6.1.5. Curado y Protección 77

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 77

8 CONCLUSIONES 80

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 14

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 20

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 24

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002208 (Fuente: Propia) 24

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002173 (Fuente: Propia) 25

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4004724 (Fuente: Propia) 25

Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4004691 (Fuente: Propia) 26

Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4001687 (Fuente: Propia) 26

Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4001620 (Fuente: Propia) 26

Tabla 10. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 28

Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia) 29

Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 30

Tabla 13. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 34
Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)..... 39
Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 39
Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)..... 40
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)..... 40
Tabla 18. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)..... 41
Tabla 19. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 41
Tabla 20. Propiedades mecánicas de los materiales 49
Tabla 21. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 52
Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia) 53
Tabla 23. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 53
Tabla 24. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia) 58
Tabla 25. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia) 59
Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia) 60
Tabla 27. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 62
Tabla 28. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 63
Tabla 29. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. 63
Tabla 30. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 65
Tabla 31. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 66
Tabla 32. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 66

Tabla 33. Alternativa recomendada Fuente Propia. 80

LISTA DE ILUSTRACIONES

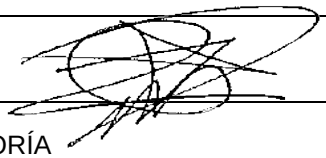
Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4002208 - 4002173(Fuente: Propia- Google Earth) 19
Ilustración 2. Ubicación segmentos viales 4004691 - 4004724 (Fuente: Propia- Google Earth) 19
Ilustración 3. Ubicación segmentos viales 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth) 20
Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4002208. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 5. Ubicación Segmento vial 4002173. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4004724. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 22
Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4004691. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 22
Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4001687. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 23
Ilustración 9. Ubicación Segmento vial 4001620. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 23
Ilustración 10. Ubicación de los apiques 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia-Google Earth) 30
Ilustración 11. Ubicación de los apiques 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia-Google Earth) 31
Ilustración 12. Ubicación de los apiques 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth) 31
Ilustración 13. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia) 32
Ilustración 14. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 36
Ilustración 15. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 37
Ilustración 16. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 38
Ilustración 17. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 46
Ilustración 18. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 47

Ilustración 19. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO) 48
Ilustración 20. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO) 51
Ilustración 21. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)..... 52
Ilustración 22. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)..... 55
Ilustración 23. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 56
Ilustración 24. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)..... 56
Ilustración 25. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 57
Ilustración 26. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO) 57
Ilustración 27. Junta en pozos 64
Ilustración 45. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos 64
Ilustración 29. Junta en Sumideros..... 65
Ilustración30. Detalle Junta de expansión..... 67

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	0	**fecha**	19/05/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4004724 - 4004691 - 4002208 - 4002173 - 4001687 - 4001620 al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000061	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4008530	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías

convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

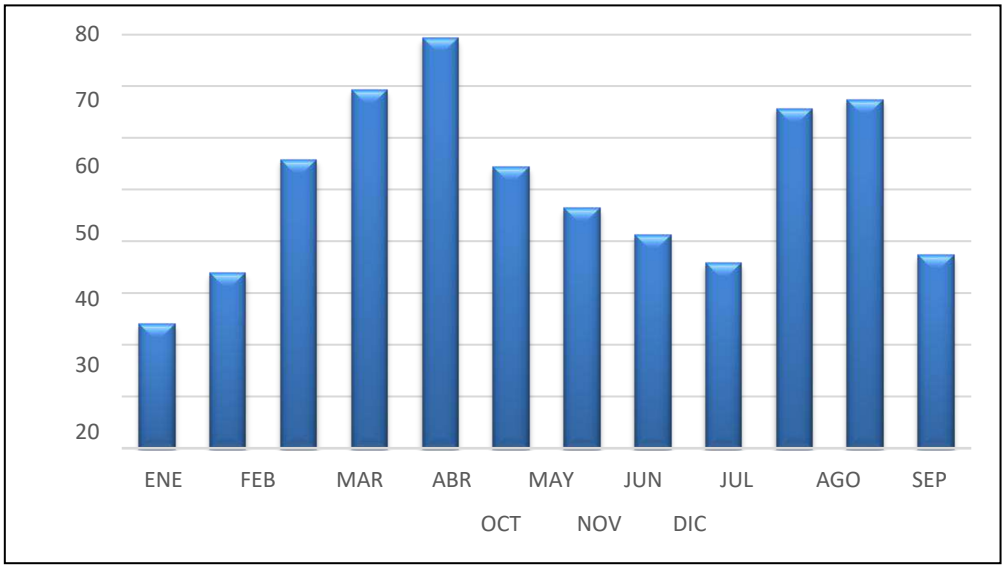
- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.

- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

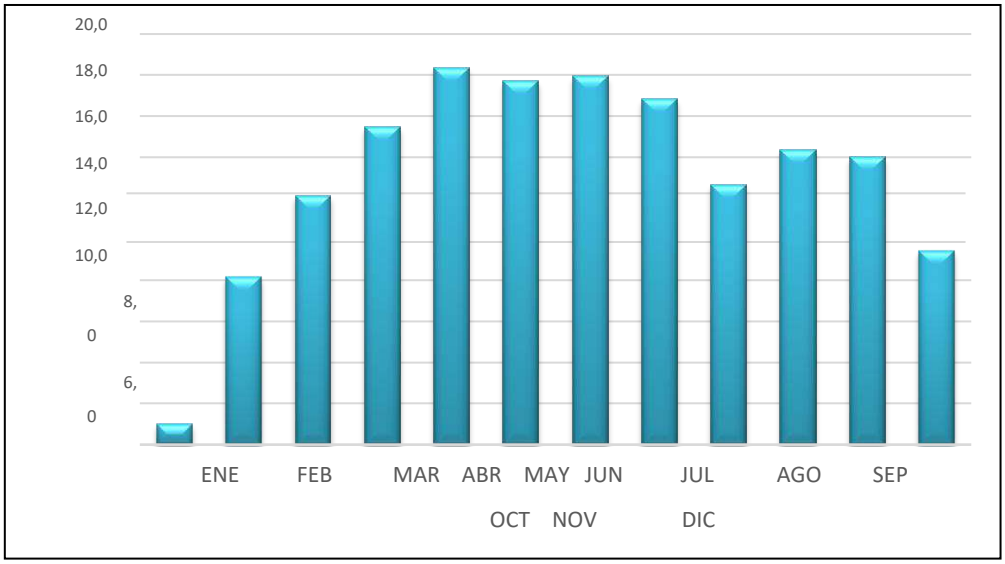
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



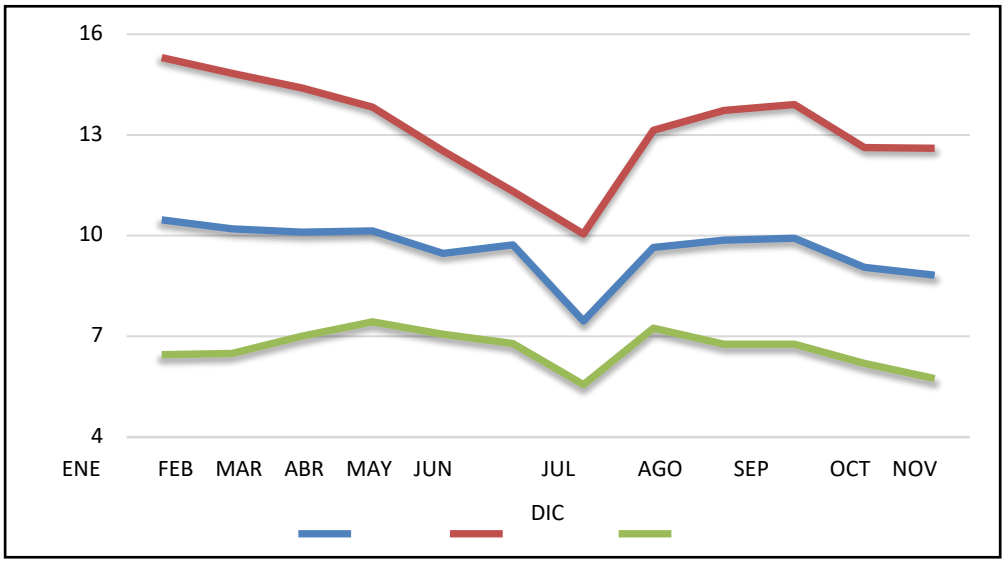
Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales 4002208 - 4002173(Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 2. Ubicación segmentos viales 4004691 - 4004724 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 3. Ubicación segmentos viales 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4002208	CL 29 S	KR 9 C E	KR 9 D E	44.61	4.70	209.67
4002173	CL 29 S	KR 10 E	KR 11 E	45.82	4.12	188.78
4004724	CL 42 SUR	KR 16 A E	KR 16 B E	73.12	6.12	447.49
4004691	CL 42 SUR	KR 14 E	KR 15 E	87.38	6.51	568.84
4001687	KR 8 E	CL 27 S	CL 27 A S	38.83	7.42	288.12
4001620	KR 8 E	CL 26 S	CL 27 S	45.76	7.05	322.61

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)

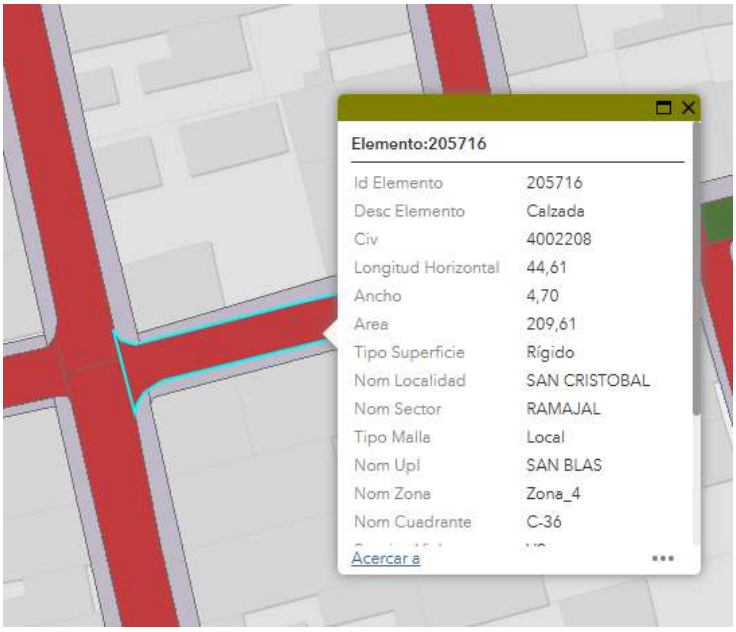


Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4002208. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

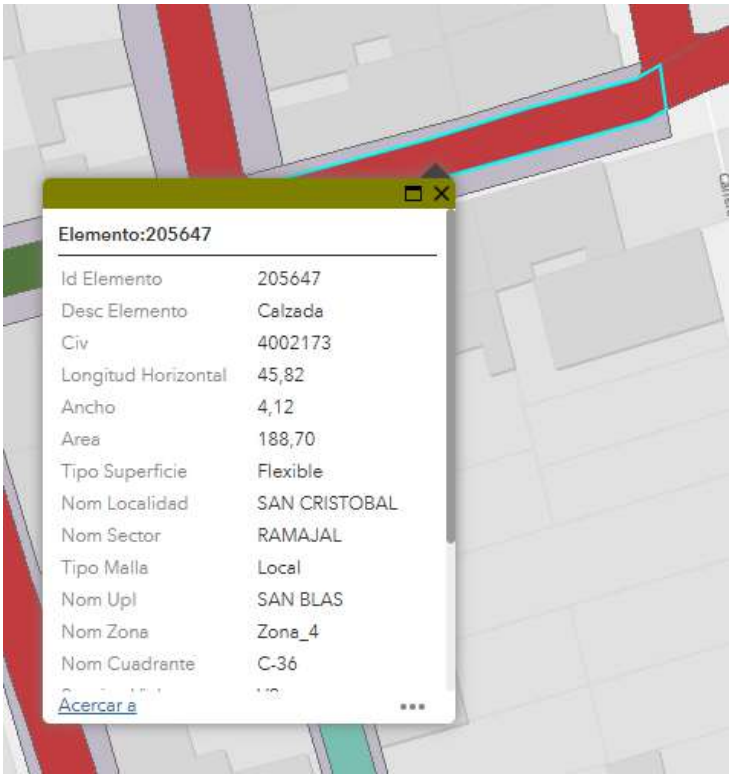


Ilustración 5. Ubicación Segmento vial 4002173. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

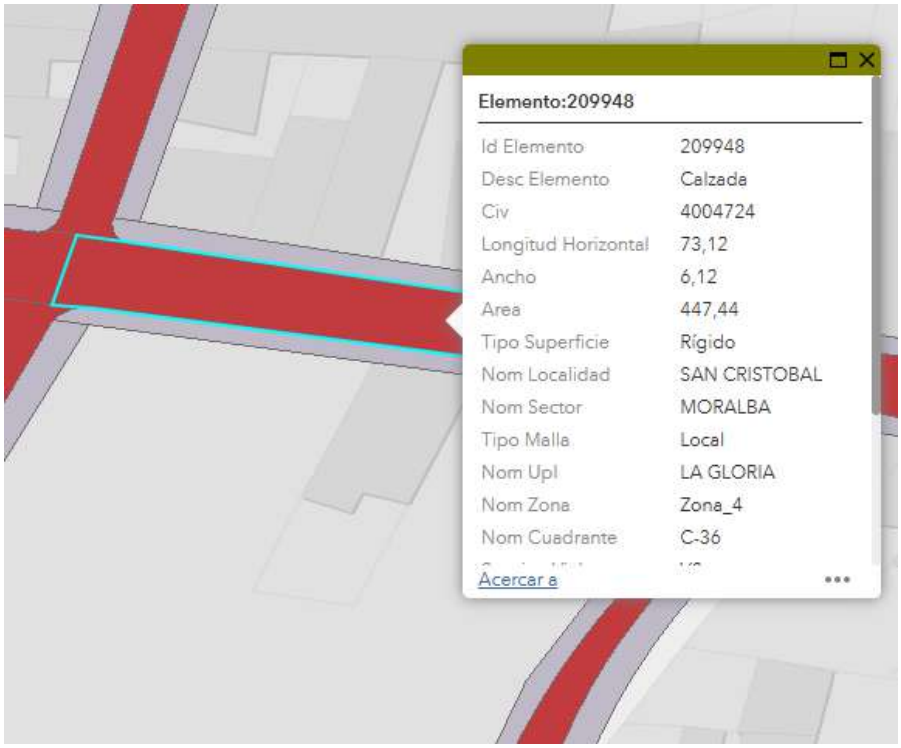


Ilustración 6. Ubicación Segmento vial 4004724. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)



Ilustración 7. Ubicación Segmento vial 4004691. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

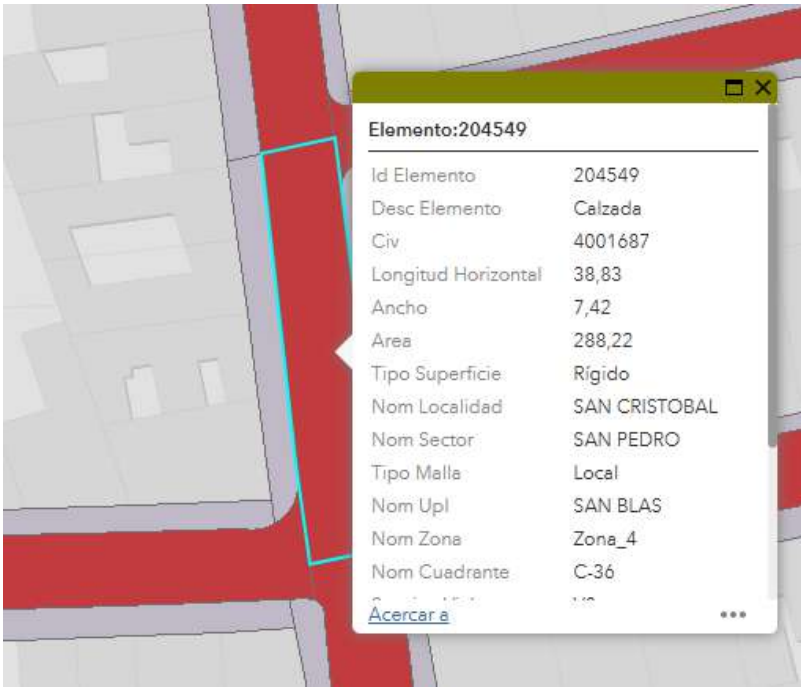


Ilustración 8. Ubicación Segmento vial 4001687. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

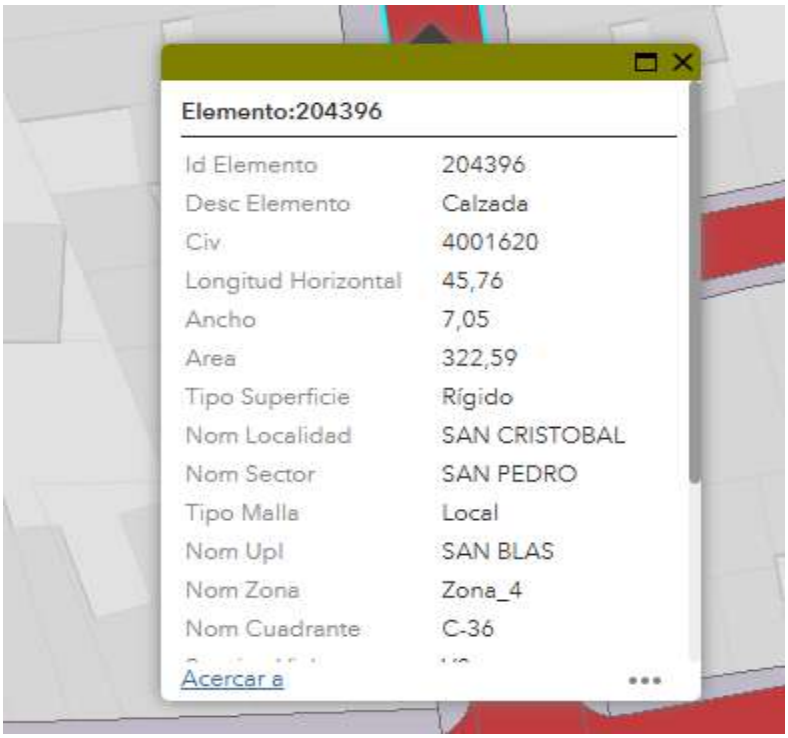


Ilustración 9. Ubicación Segmento vial 4001620. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo REHABILITACIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4004724	CL 42 SUR	KR 16 A E	KR 16 B E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4004691	CL 42 SUR	KR 14 E	KR 15 E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4002208	CL 29 S	KR 9 C E	KR 9 D E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4002173	CL 29 S	KR 10 E	KR 11 E	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4001687	KR 8 E	CL 27 S	CL 27 A S	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN
4001620	KR 8 E	CL 26 S	CL 27 S	RÍGIDO	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)





Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002208 (Fuente: Propia)

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4002173 (Fuente: Propia)

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4004724 (Fuente: Propia)

Tabla 7. Registro fotográfico segmento vial CIV 4004691 (Fuente: Propia)

Tabla 8. Registro fotográfico segmento vial CIV 4001687 (Fuente: Propia)

Tabla 9. Registro fotográfico segmento vial CIV 4001620 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso, vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías. Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años

respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 10. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- El número de vehículos comerciales diarios estimados se encuentra dentro del rango del T1-1, estando en un valor menor a 50.
- Si se realizara un conteo en este corredor vial, este no sería un insumo adecuado para el análisis de tránsito, ya que el estado actual restringe el paso de vehículos que pueden transitar diariamente.
- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4004724	CL 42 SUR	KR 16 A E	KR 16 B E	LOCAL	T1-1	2.345.000
4004691	CL 42 SUR	KR 14 E	KR 15 E	LOCAL	T1-1	2.345.000

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4002208	CL 29 S	KR 9 C E	KR 9 D E	LOCAL	T1-1	2.345.000
4002173	CL 29 S	KR 10 E	KR 11 E	LOCAL	T1-1	2.345.000
4001687	KR 8 E	CL 27 S	CL 27 A S	LOCAL	T1-1	2.345.000
4001620	KR 8 E	CL 26 S	CL 27 S	LOCAL	T1-1	2.345.000

Tabla 11. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4004724	4°32'20"N 74°05'22"W

CIV	COORDENADA APIQUE
4004691	4°32'20"N 74°05'22"W
4002208	4°32'24"N 74°05'19"W
4002173	4°33'09"N 74°05'06"W
4001687	4°33'11"N 74°05'10"W
4001620	4°33'12"N 74°05'11"W

Tabla 12. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 10. Ubicación de los apiques 4005511-4005677-4005710 (Fuente: Propia- Google Earth)

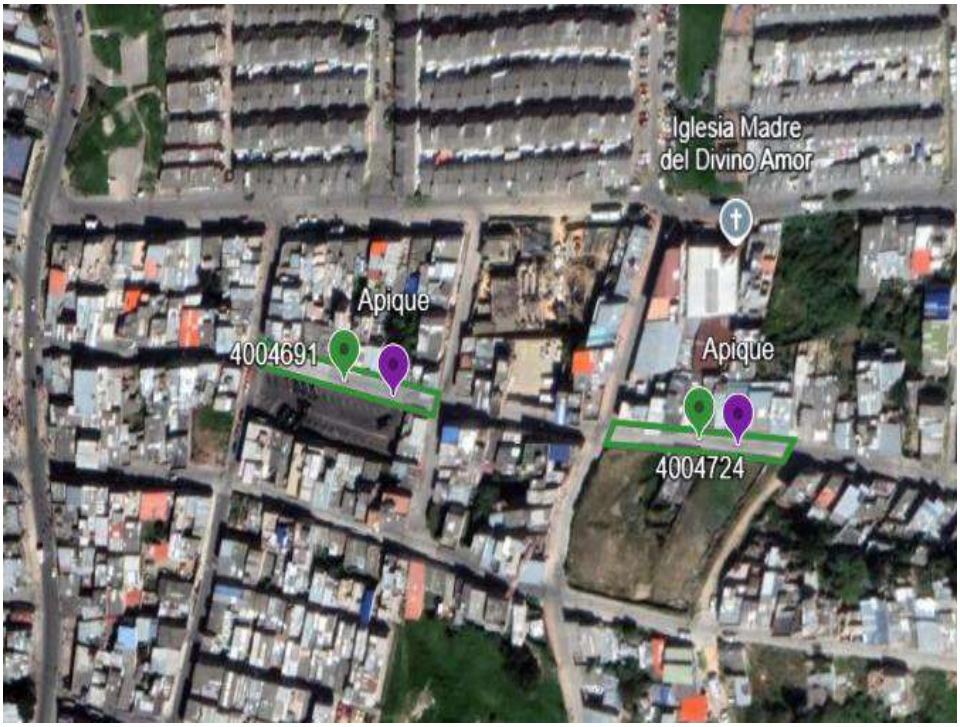


Ilustración 11. Ubicación de los apiques 4003418-4007383-4006762 (Fuente: Propia- Google Earth)



Ilustración 12. Ubicación de los apiques 4003635-4003789 (Fuente: Propia- Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

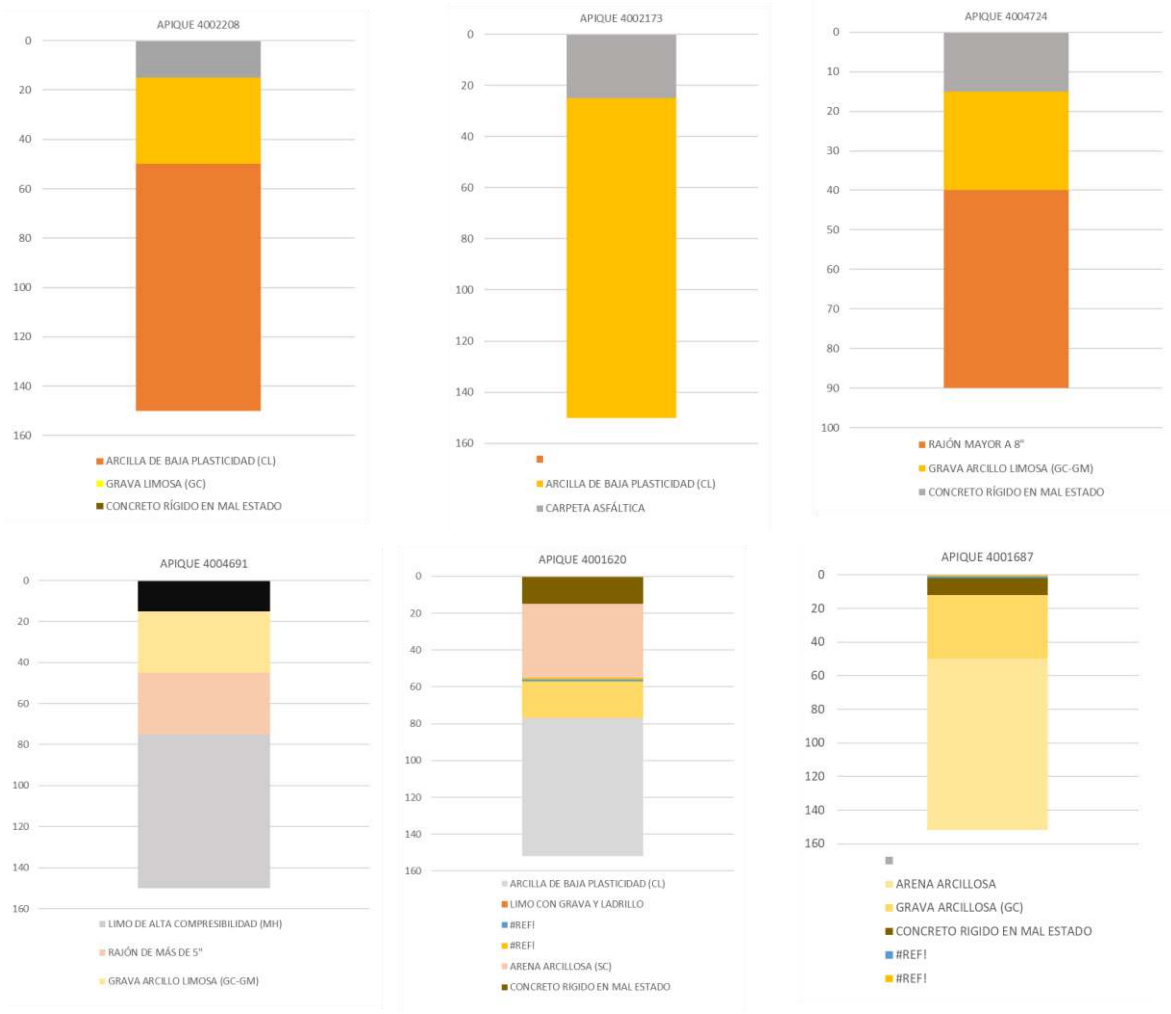


Ilustración 13. Perfiles Estratigráficos parte 1 (Fuente: Propia)

- En el apique 4002208 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto de 15 cm, una capa de grava limosa (GC) de 35 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 100 cm

- En el apique 4002173 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de carpeta asfáltica relativamente nueva, baja de compactación de 25 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 125 cm

- En el apique 4004724 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 25 cm, una capa de rajón mayor a 8" de 50 cm y una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 60 cm

- En el apique 4004691 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado, con hundimiento de 15 cm, una capa de grava arcillo limosa (GC-GM) de 30 cm, una capa de rajón de más de 5" de 30 cm y una capa de limo de alta compresibilidad (MH) de 75 cm.

- En el apique 4001620 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de arena arcillosa (SC) de 40 cm, una capa de limo con grava y ladrillo de 20 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 75 cm.

- En el apique 4001687 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 10 cm, una capa de grava arcillosa (GC) de 38 cm, una capa de arena arcillosa de 102 cm.

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 7 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4004724	APIQUE 4004691	APIQUE 4002208	APIQUE 4002173	APIQUE 4001620	APIQUE 4001687
Profundidad (m)	0,9 - 1,5	0,8 - 1,5	0,55-1,5	0,25-1,5	0.75-1.5	0.48-1.5
Clasificación U.S.C.S.	CL	HM	CL	CL	CL	SC
Limite líquido (%)	34	72	31	33	38	30
Limite plástico (%)	16	40	13	13	18	13
Índice de plasticidad	15	32	18	20	20	17
Humedad natural (%)	30	65.5	4.9	7.3	16.2	14.3
Gravas (%)	0	17.7	2.4	2.4	0	25.6
Arenas (%)	0.6	23.2	11.4	11.7	8.8	30.2
Finos (%)	99.4	59.1	86.3	85.9	91.2	44.1
Expansión CBR (%)	0.217	0.293	1.5	1.2	0.293	0.23
Límite de contracción	15	25	10	10	13	10

Tabla 13. Características físicas de la subrasante parte 1 (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido. Sin

embargo, los materiales pueden ser reutilizados como capa de soporte para la cimentación de la nueva estructura.

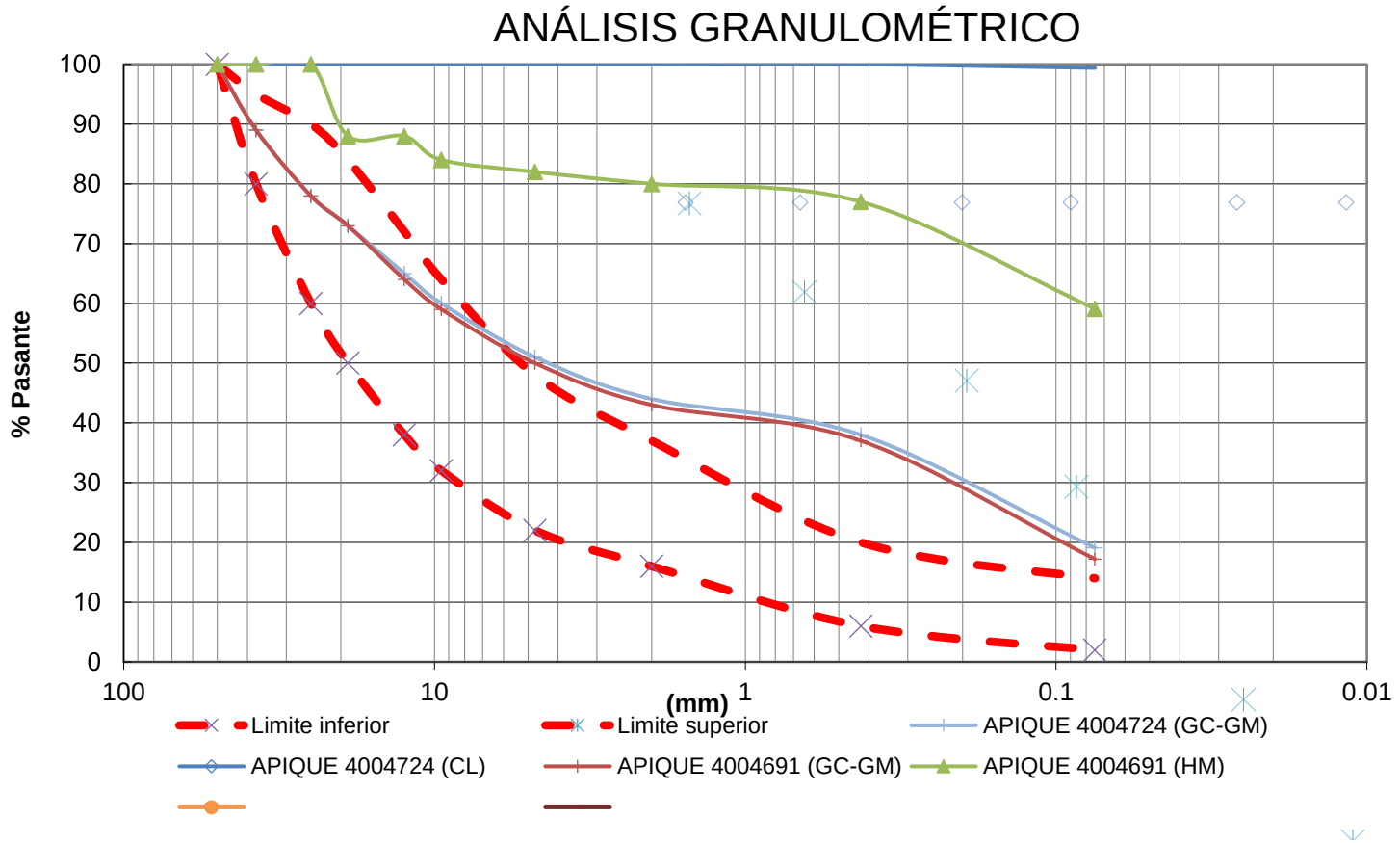


Ilustración 14. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

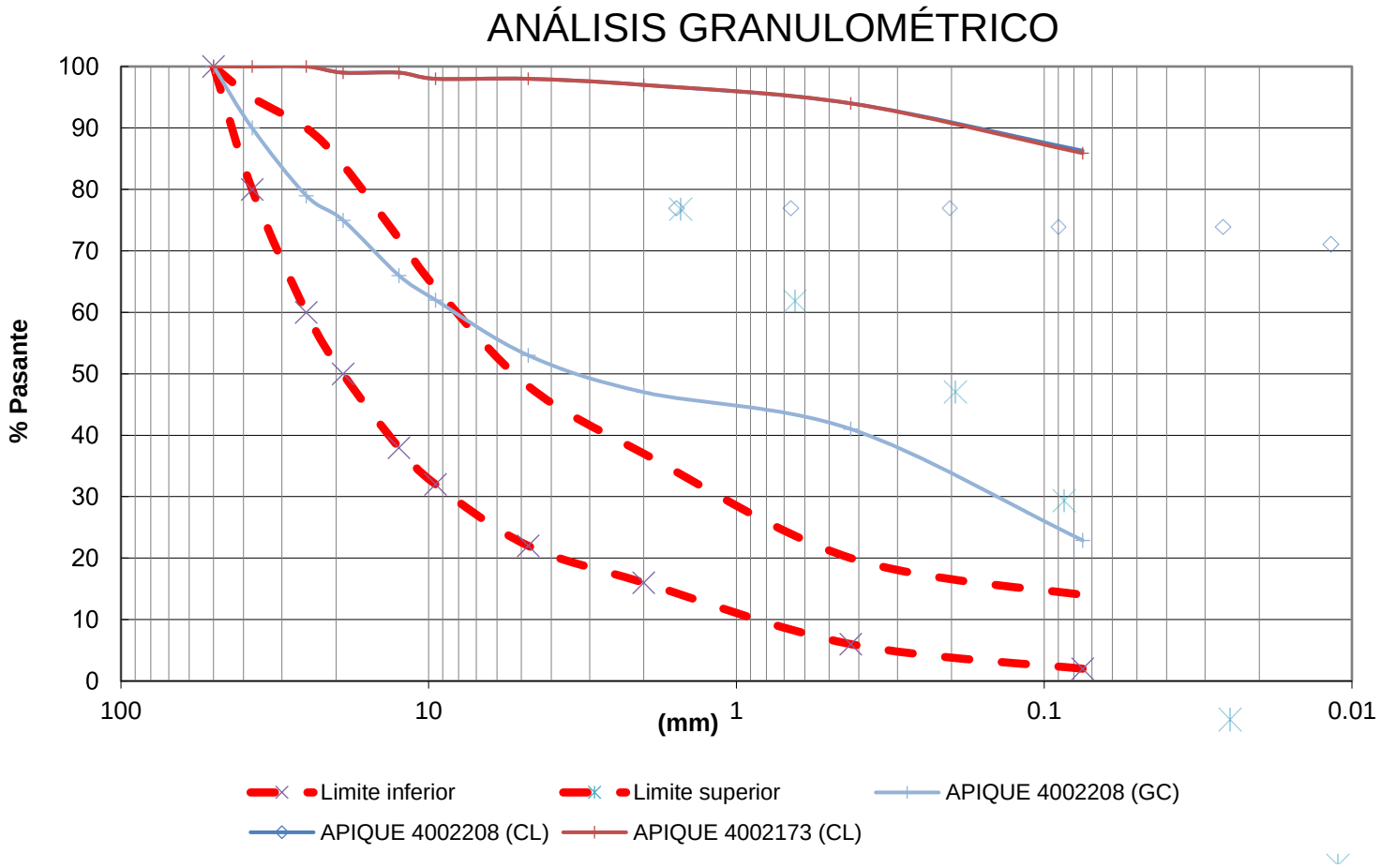


Ilustración 15. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

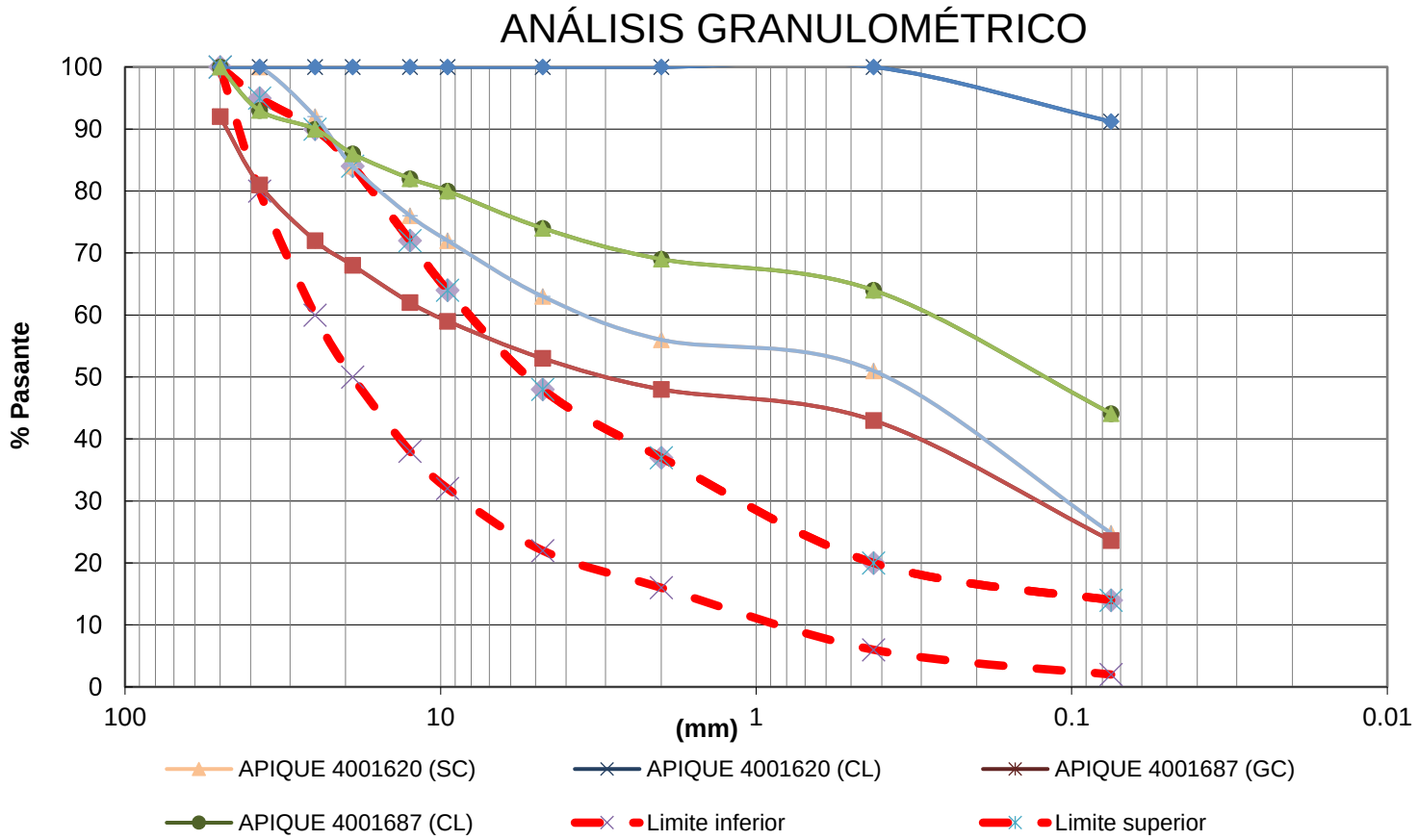


Ilustración 16. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior al valor máximo establecido. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4004724	CL 42 SUR	KR 16 A E	KR 16 B E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4004691	CL 42 SUR	KR 14 E	KR 15 E	REHABILITACIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4002208	CL 29 S	KR 9 C E	KR 9 D E	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4002173	CL 29 S	KR 10 E	KR 11 E	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4001687	KR 8 E	CL 27 S	CL 27 A S	RECONSTRUCCIÓN	RECONSTRUCCIÓN
4001620	KR 8 E	CL 26 S	CL 27 S	**RECONSTRUCCIÓN**	RECONSTRUCCIÓN

Tabla 14. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 15. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4004724	0,9 - 1,5	0.217	Bajo	34	Bajo	15	Bajo	15	Medio	99.4	Muy alto
APIQUE 4004691	0,8 - 1,5	0.293	Bajo	72	Muy alto	25	Bajo	32	Alto	59.1	Muy alto
APIQUE 4002208	0,55-1,5	1.5	Bajo	31	Bajo	10	Medio	18	Medio	86.3	Muy alto
APIQUE 4002173	0,25-1,5	1.2	Bajo	33	Bajo	10	Medio	20	Medio	85.9	Muy alto
APIQUE 4001620	0.75-1.5	0.293	Bajo	38	Bajo	13	Medio	20	Medio	91.2	Muy alto
APIQUE 4001687	0.48-1.5	0.23	Bajo	30	Bajo	10	Medio	17	Medio	44.1	Muy alto

Tabla 16. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de lo anterior, se observa una alta presencia de material con partículas finas de alta plasticidad a lo largo del tramo vial, las cuales no muestran un comportamiento expansivo en el ensayo de CBR, por lo cual se puede determinar que el suelo no muestra un comportamiento claramente expansivo en comparación a los demás criterios de evaluación.

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR inalterado, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
AP-4004724	1.12	0.45
AP-4004691	2.77	1.95
AP-4002208	4.78	3.41
AP-4002173	4.82	3.43
AP 4001620	5.47	1.65
AP 4001687	6.8	4.79
Promedio	**4.29**	**2.61**
Desviación estándar	2.03	1.55
Percentil 75	***5.31***	***3.43***

Tabla 17. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
2.61	**19.60**	**199.87**	**2842.74**

Tabla 18. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)

En el diseño de pavimentos para vías locales es fundamental utilizar un enfoque que permita obtener las condiciones geotécnicas más completas y representativas. Basado en la experiencia, se recomienda llevar a cabo múltiples ensayos de CBR aprovechando toda la información disponible, lo que permite estandarizar el diseño del pavimento en lugar de segmentarlo por tramos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación de las estructuras de pavimento teniendo en cuenta el valor de CBR real para los tramos a diseñar.

Para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 19. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos

de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo.

5.5.1 Mejoramiento de la subrasante

Teniendo en cuenta la caracterización física y mecánica de la subrasante puntualmente para los segmentos viales, se propone el siguiente tipo de mejoramiento:

- Geocelda h=15cm con relleno con material granular

Para determinar el aporte estructural de la geocelda se determina el aumento del módulo de la capa de mejoramiento por medio del Factor de mejoramiento de módulo o MIF por sus siglas en inglés (Modulus Improvement Factor), el cual se determina como la relación entre el material granular confinado con la geocelda y un material granular no confinado. Para hallar este factor, se requiere:

- Tránsito de diseño
- CBR de la subrasante
- Material de relleno de la geocelda

De acuerdo con los estudios realizados por Tanyu B.F., Aydilek A. H., Lau W., Edil T.B., Benson C.H. (2013), se determinó que el factor de incremento de módulo varía de 1,3 a 1,5. Dadas las condiciones de baja resistencia de la subrasante se define un MIF = 1,3. Para determinar el módulo de la capa de granular sin reforzar y reforzado con geocelda para alcanzar un valor similar al obtenido con el mejoramiento, se toma como referencia la ecuación para la determinación del módulo de un material granular de la Shell y se modifica incluyendo el factor MIF:

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

Ecuación 1. Incremento del módulo del material granular por MIF. Fuente: Adaptado de Shell, 2019.

Donde,

- E_j, es el módulo de la capa superior (MPa)
- E_n, es el módulo de la capa inferior (MPa)
- h, es el espesor de la capa en evaluación (mm)
- MIF, es el factor de mejoramiento de módulo

Para llegar al valor de soporte mínimo, se procede a realizar el cálculo hasta encontrar el espesor que satisfaga esta condición de plataforma. A continuación, se presentan los resultados obtenidos (Anexo 4):

Descripción	Altura (h)
Geocelda (h=15cm)	15
Subbase SBG-B	5

Descripción	CBR (%)	kg/cm2	PSI
Subrasante	2.61	199.87	2842.74
Subrasante con mejorada con Geocelda	5.76	576.13	8194.4

Por medio de este procedimiento se obtiene la colocación de una (1) capa de Geocelda de 15 cm de altura con lleno de material granular tipo Subbase Granular tipo B y una capa de Subbase Granular Tipo B (SBG-B) de 5 cm.

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimento rígido busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el período de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A

continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa

Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

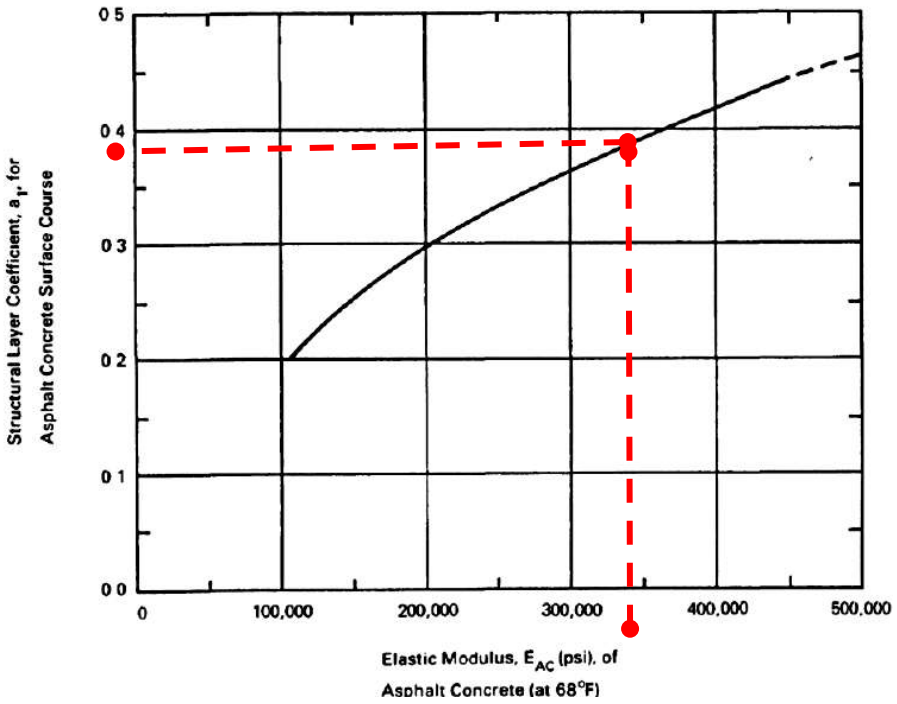


Ilustración 17. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi.

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

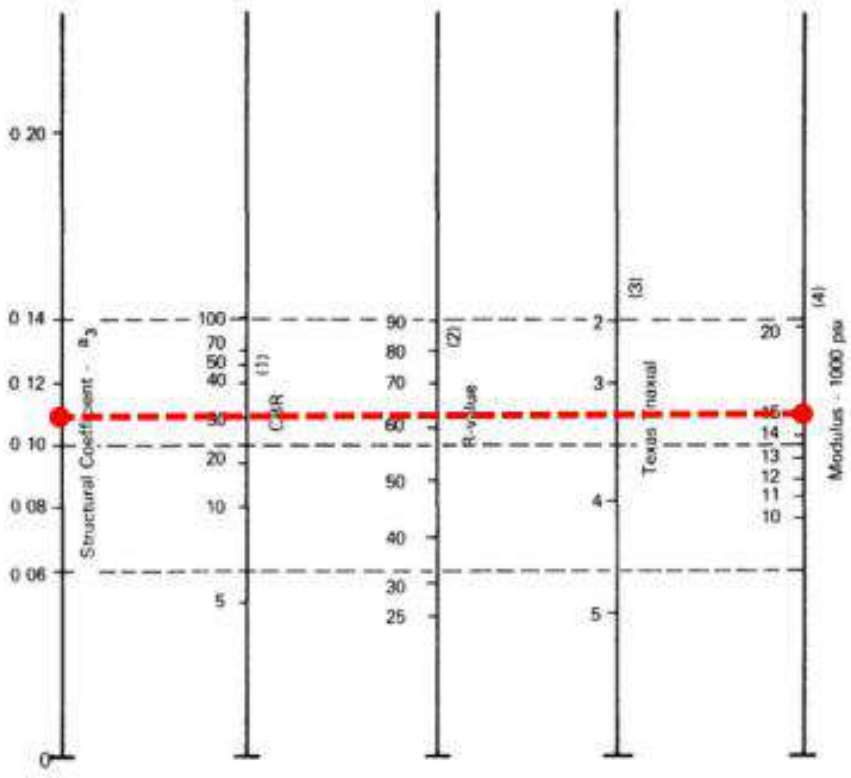


Ilustración 18. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor Mr convencional es 15.000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4%

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar

las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-SBG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

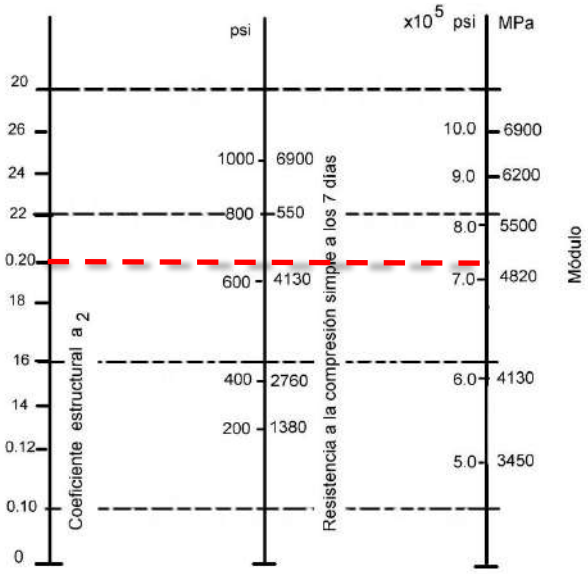


Ilustración 19. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500

Tabla 20. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 72500 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K

El módulo de reacción k de la plataforma de soporte se obtiene de la correlación entre el valor del CBR de la capa de subrasante y la capa de transición. Para determinar este módulo k se utiliza el procedimiento descrito en la guía de diseño de AASHTO-93. Para

determinar el aporte combinado de subrasante y capa de cuerpo, se definen las siguientes alternativas para pavimento rígido:

- Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%
- Subbase granular reciclada (AR-SBG)

El valor del módulo de reacción combinado se obtiene de acuerdo con lo indicado anteriormente, y se ajusta a una pérdida de soporte LS = 1,0.

A continuación, se presentan los valores de K Combinado para la Base Reciclada (AR-SBG) tratada con cemento y emulsión (Color Azul) y Subbase Granular AR-SBG50 (Color Naranja):

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje de la izquierda con el valor del módulo de elasticidad de la subrasante.
- Siga una línea recta hasta el espesor del material granular o estabilizado (eje medio).
- Luego cruce una línea hasta el eje derecho correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

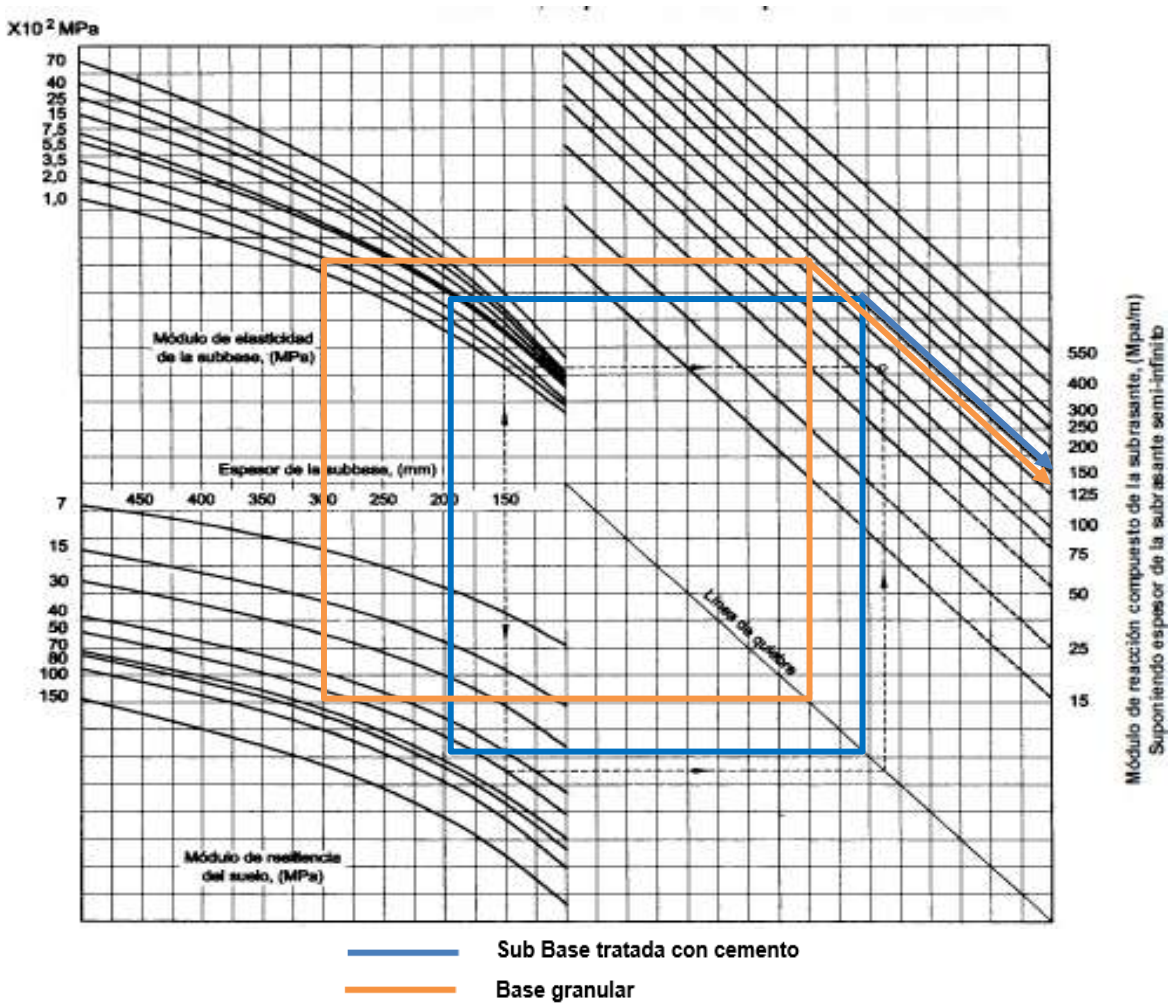


Ilustración 20. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO)

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje inferior con el valor del módulo k-eq (equivalente).
- Siga una línea recta hasta atravesar la línea de LS = 1
- Luego cruce una línea hasta el eje lateral correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

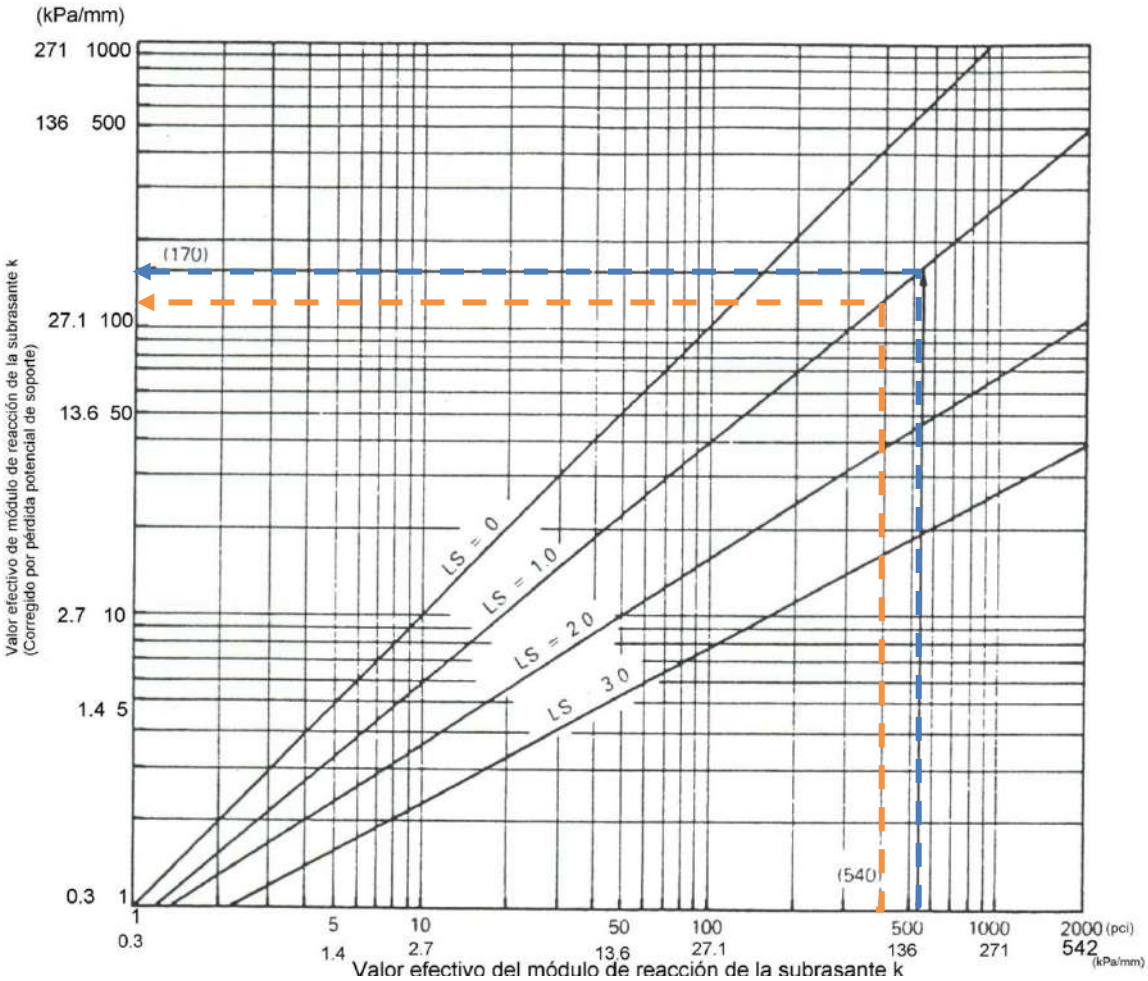


Ilustración 21. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)

A partir de lo anterior y con el fin de brindar espesores de capa constructivos, se empleará una capa Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 21. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

Adicionalmente en el anexo 6, se presenta la verificación del módulo a través de la ecuación de IVANOV:

$$\mathrm{E}_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) tan^{-1}(n)(\frac{h_1}{2a})} \qquad n = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Ecuación 2. Cálculo de capacidad portante equivalente. Fuente: Ivanov, N (1.973)

El módulo de la subrasante se calcula por medio de la fórmula propuesta por Shell (1978), y para el mejoramiento se obtiene por medio de la ecuación del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) (Lister 1987), adoptada en el proyecto NCHRP 1-37ª, y con base al coeficiente propuesto en la Guía GU-IC-019 (2013).

$$M_r = 10 * 7.5 * CBR\ (kg/cm^2)$$

Ecuación 3. Correlación Para Determinar Módulo de la subrasante. Fuente: Adaptado Shell (1.978)

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}\ (psi)$$

Ecuación 4. Correlación Para determinar módulo del mejoramiento. Fuente: Lister (1.987)

Obteniendo que los valores de diseño calculados a partir de los nomogramas AASHTO se encuentran acordes, a la comprobación.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	192.96 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	125.93 pci

Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo anterior se considera utilizar como factor de seguridad los valores obtenidos mediante los nomogramas de la metodología AASHTO.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 23. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

6.3 Capacidad Estructural Requerida

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos rígidos para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}\right)}{\frac{1{,}624 \times 10^7}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32P_t)\log\left[\frac{\frac{S_c' C_d}{D^{0{,}75}} - 1{,}132)}{215{,}63\, J\left[D^{0{,}75} - \frac{18{,}42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0{,}25}}\right]}\right]$$

Ecuación 2. Metodología diseño de pavimento rígido por medio de la metodología AASHTO-93

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.
- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **D**, es el espesor de la losa del pavimento en pulgadas.
- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- Pt, es la serviciabilidad final.
- Sc, es el módulo de rotura del concreto en PSI.
- **J**, es el coeficiente de transferencia de carga.
- Cd, es el Coeficiente de drenaje.
- Ec, es el módulo de elasticidad del concreto, en PSI.
- k, es el módulo de reacción de la subrasante, en pci (PSI/in).

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en despejar el espesor de losa requerido

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 22. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 0.35.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 23. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es rígido se tomará una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.3, determinando que el ΔPSI es igual a 2.2.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_f
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Ilustración 24. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.4 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 25. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

✓ El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Ilustración 26. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.6 Número estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta:

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 10 años (W18)	2.345.000
Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,35
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Coeficiente de transmisión de carga	2.7
Coeficiente de drenaje	1.0
Módulo de rotura de concreto	4.5 MPa
Módulo de elasticidad del concreto	31000 MPa
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	170 pci
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG)	120 pci

Tabla 24. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos rígidos del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para ello, se plantean diferentes alternativas de mezclas de concreto y granulares como se presentan a continuación:

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG)

En el caso de Losas de Concreto MR-45, capa anti erosiva que en la práctica corresponde a una MD-19 de acuerdo a las especificaciones técnicas IDU ET 2018 sobre la cual se deberá incluir una lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), agregado reciclado AR-SBG50 y mejoramiento con geocelda H=15 cm con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	20	800-18	4.502.639 PSI	-
Lamina de polietilino de baja densidad 200 micras	-	ACI 302.1R - ASTM C171	-	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
CAPA ANTI EROSIVA MD-19	5	620-18	345.000 PSI	120 PCI
Agregado reciclado AR-SBG50	30	533-18	15.000 PSI	
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	8194.4 PSI	8194.4 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2842.74 PSI	

Tabla 25. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T2 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%

En el caso de las losas de concreto Mr-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%, y mejoramiento con geocelda H=15 con sello, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	20	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	8194.4 PSI	8194.4 PSI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2842.74 PSI	

Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T2 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La capa anti erosiva (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). La lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), con espesor mínimo de 200 micras, ubicada entre la losa de concreto MR-45 y la capa anti-erosiva MD-19, actúa como una barrera eficaz contra la pérdida de humedad durante las primeras horas de fraguado del concreto, lo que ayuda a controlar el proceso de curado, disminuye el riesgo de fisuración por retracción plástica y mejora la calidad superficial de la losa. Además, cumple una doble función al reducir el coeficiente de fricción en la interfaz losa-base y al impedir el ascenso de humedad desde las capas inferiores, lo que resulta especialmente beneficioso en zonas húmedas o con suelos poco drenantes. Esta recomendación se alinea con lo establecido por documentos técnicos como el ACI 302.1R y la especificación ASTM C171, y representa una solución de bajo

costo con un alto impacto positivo sobre la durabilidad y el comportamiento estructural del pavimento.

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con geocelda deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 412-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	$0.02\ s^{-1}$		$0.05\ s^{-1}$	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 27. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N

Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 28. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6.7 Características Geométricas de la Losa

Respecto al espesor definido anteriormente, se define la longitud máxima de la losa y se recomienda que la relación largo/ancho de la losa sea máximo 1,2 veces. De acuerdo con la revisión del diseño geométrico propuesto, se define la geometría de la losa de acuerdo a los anchos promedio de los segmentos:

CIV	ANCHO DE LOSA (m)	LARGO MÁXIMO DE LOSA (m)
4004724	3	3.2
4004691	3.2	3.4
4002208	2.35	2.5
4002173	2	2.2
4001687	3.7	3.9
4001620	3.4	3.6

Tabla 29. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

Nota: el ancho de la losa deberá ser verificado en campo con las condiciones reales del tramo vial y su largo no deberá superar las dimensiones anteriormente establecidas, las modificaciones realizadas en cuanto a geometría deberán ser consultadas previamente con el especialista. Así mismo, previo a la instalación del concreto, se resalta que la modulación con los detalles constructivos particulares, se entregaran durante la ejecución del segmento vial. Lo anterior previo a la instalación del concreto para validación y aprobación de la interventoría.

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas

Ante la presencia de estructuras hidráulicas se pueden presentar los siguientes casos:

a) Si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal, se debe remodular para que la junta transversal coincida con el eje del pozo.

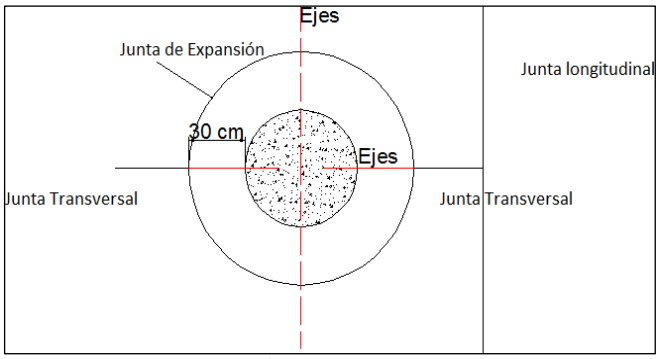


Ilustración 27. Junta en pozos

b) Si la junta de expansión coincide con la junta longitudinal, se debe modular las losas para que la junta transversal coincida con el eje del pozo

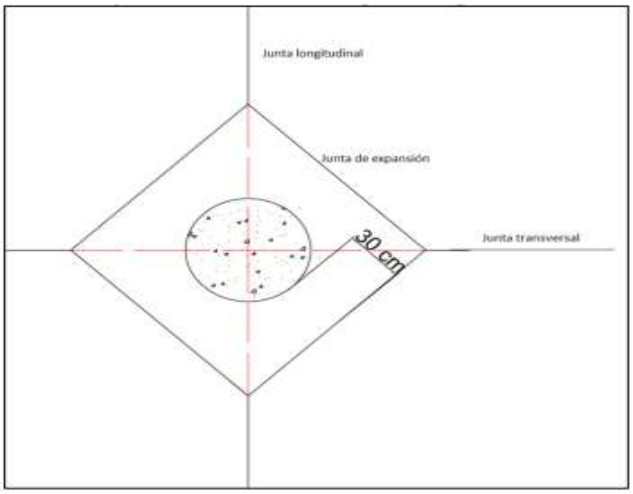


Ilustración 28. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos

c) Si hay la presencia de sumideros se debe garantizar que la junta transversal coincida con el eje de este:

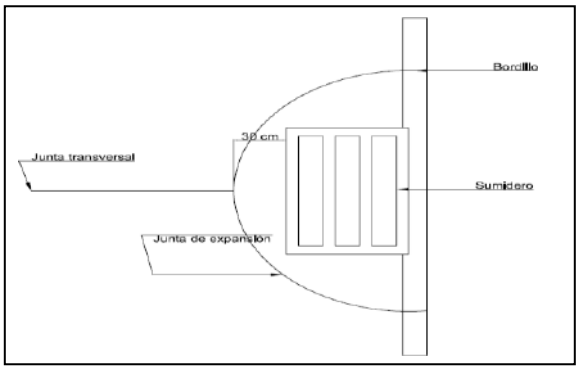


Ilustración 29. Junta en Sumideros

Las losas donde se presentan las estructuras hidráulicas deberán ser reforzadas. El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2). El diámetro de las barras debe ser de ½" con una separación de 25 cm ubicada al tercio superior de la losa. Esta recomendación también aplica para las losas irregulares.

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre

Respecto a las características de las barras de transferencia y de amarre, se definen las siguientes características:

El acero de transferencia debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.20 m
Tipo	Lisa
Diámetro comercial de las barras (in)	1"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	30
Largo de las barras (cm)	35

Tabla 30. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El acero de amarre debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.20 m
Tipo	corrugada
Diámetro comercial de las barras (in)	1/2"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	120
Largo de las barras (cm)	85

Tabla 31. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

6.10 Juntas de Transferencia

Las juntas deben tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	E= 0.20 m
Espaciamiento entre juntas (m)	Ver tabla 29 columnas de ancho normal y ancho máximo.
Profundidad de corte (cm)	6,67
Profundidad del material de sellado (cm)	1,33
Ancho de corte para la junta (cm)	0,67

Tabla 32. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El sello de juntas deberá cumplir con lo consignado en la especificación técnica 800-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

6.11 Juntas de Expansión

Estas juntas se construyen para aislar estructuras fijas como pozos y sumideros. También deben utilizarse cuando se presenten cambios en la dirección del pavimento y en rampas. En todos los cárcamos y sumideros debe construirse un bordillo.

Cuando se construyen en rampas se omiten los pasadores y se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, a continuación, se presentan esquemas de estas juntas:

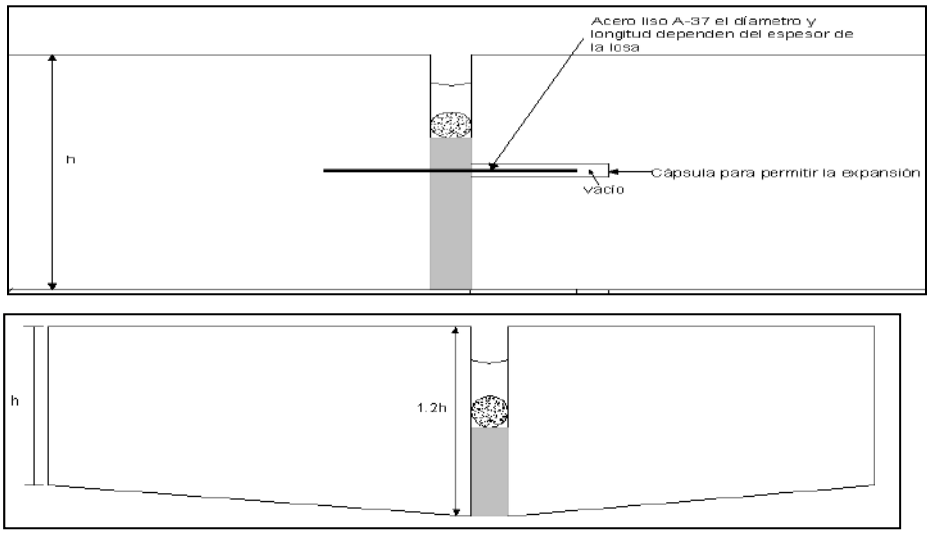


Ilustración30. Detalle Junta de expansión

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte

En el diseño y construcción de pavimentos rígidos, la correcta ejecución de las juntas de contracción es fundamental para controlar las fisuras no deseadas producto de los esfuerzos térmicos y de retracción del concreto. Uno de los aspectos más críticos en este proceso es la determinación adecuada de la ventana de corte, entendida como el intervalo de tiempo óptimo posterior al vaciado del concreto en el cual deben realizarse los cortes para formar las juntas.

Esta ventana de corte se sitúa en un punto de equilibrio entre dos riesgos principales: si los cortes se realizan de forma prematura, existe el peligro de que el concreto aún no haya alcanzado la resistencia necesaria para evitar el desportillamiento o el arrastre del material durante el corte; por otro lado, si se realizan de manera tardía, se incrementa significativamente la probabilidad de que el concreto fisure de forma aleatoria antes de que la junta pueda inducir la grieta controlada.

Generalmente, la ventana de corte comienza cuando el concreto ha alcanzado una resistencia mínima a la tracción indirecta, lo cual ocurre entre 4 y 12 horas después del vaciado, dependiendo de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiental, el

contenido de humedad, el uso de aditivos y las características del equipo de corte. Es recomendable realizar una verificación in situ mediante ensayos no destructivos o pruebas de dureza superficial, además de la observación directa del comportamiento del concreto durante las primeras horas de fraguado.

Existen dos tipos principales de corte: el corte temprano (early-entry), realizado con equipos especiales que permiten cortar incluso antes de las 4 horas; y el corte convencional, que se efectúa cuando el concreto ha adquirido mayor resistencia. En ambos casos, es imprescindible respetar la profundidad mínima de corte, que debe ser de al menos un cuarto del espesor total de la losa, y mantener una alineación precisa conforme a la geometría del diseño estructural del pavimento.

Para el sellado de juntas debe cumplirse lo siguiente:

- La tirilla de respaldo debe tener un diámetro de 9 mm - 1,5 mm.
- La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser cortada en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el desportillamiento. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para soportar los desmoronamientos en los bordes de la junta, generalmente esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de la construcción.
- La superficie del sello debe quedar entre 3 y 6 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar el desprendimiento del material de sello.
- La cavidad debajo de la junta siempre debe permanecer limpia y libre de cualquier tipo de material.

En Colombia, el material para el sello de juntas en pavimentos rígidos debe cumplir con las especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), dependiendo del tipo de proyecto (nacional o urbano). Los sellos de juntas se utilizan para evitar la infiltración de agua, ingreso de materiales incomprensibles y proteger la integridad de la losa de concreto. Se recomienda el uso de sellos de poliuretano bicomponente o silicona de bajo módulo, ya que ofrecen mejor desempeño a largo plazo, especialmente en condiciones climáticas variables y con tránsito pesado. Aunque su costo inicial es mayor, compensan con menor mantenimiento y mayor durabilidad

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se entrega en formato DWG en el anexo 8, los detalles constructivos que irán dentro de la modulación particular de cada segmento vial, estos son:

- Detalle de espesores y capas granulares, para casos sin mejoramiento y con mejoramiento.
- Detalle de modulación de losas para la zona de intervención.
- Disposición de refuerzo de losas irregulares.
- Detalle de ubicación de barras de transferencia lisas.
- Detalle constructivo de barras de amarre corrugadas.
- Detalle de corte inicial de juntas de juntas y corte final con instalación de sellante.
- Detalle de juntas de expansión contra estructuras existentes.
- Detalle de construcción de canastillas para soporte de barras de transferencia lisas.
- Detalle de empalme pavimento RÍGIDO. FLEXIBLE (PATA DE ELEFANTE)

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

7.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista

de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.

- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el

vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.

- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se

requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.
- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).
- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose

razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**

- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen

marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el

empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.

- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	20	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Subbase granular Tipo B (SBG-B) o Subbase Granular reciclada (AR-SBG) con Geocelda h=15cm	20	412-18	8194.4 PSI	8194.4 PSI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	2842.74 PSI	

Tabla 33. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una subbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior respecto a una configuración que incluye únicamente una capa anti-erosiva. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para la losa de concreto, mejorando el desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se

recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

    - La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

        - Cálculo de materiales por m^3 de sub-base

        Densidad del material granular:

        Densidad del material granular = 2052 kg/m3

        Cemento (1% en peso):

        Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

        Emulsión asfáltica (4% en peso):

        Emulsión = 0.04×2052 kg = 82.08 kg/m3

Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

- Resumen de materiales por m³ de mezcla

Material granular: 2052.00 kg

Cemento: 21 kg

Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 11
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4001620
FECHA: 2025-03-31
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO Y ASENTAMIENTOS						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**SC**	ARENA ARCILLOSA					11,93	20
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
0,55	0,55									
	0,60			LIMO CON GRAVA Y LADRILLO						
	0,65			HUMEDAD ALTA						
	0,70			CONSISTENCIA MEDIA						
0,75	0,75									
	0,80		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICI9DAD		5,12			16,21	21
	0,85			GRIS		1,50				
	0,90			HUMEDAD MEDIA						
	0,95			CONSISTENCIA MEDIA						
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

Luis Alirio Awad Ocko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4001620

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

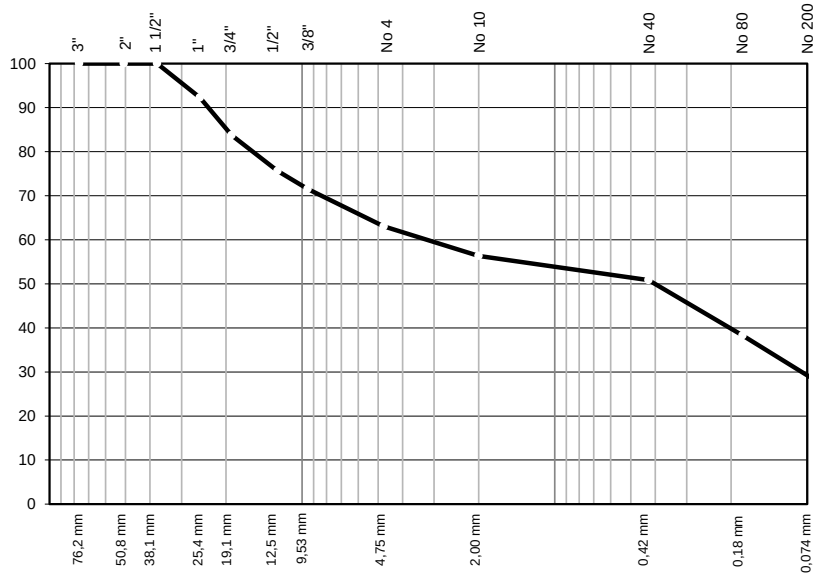
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARENA ARCILLOSA

SONDEO No: 11 MUESTRA No: 20 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,55



Gravas: 36,9%	Arenas: 38,3%	Finos: 24,8%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 2247,7

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	173,1	7,7	92
3/4"	191,9	8,5	84
1/2"	182,4	8,1	76
3/8"	93,1	4,1	72
No 4	189,4	8,4	63
No 10	151,8	6,8	56
No 40	123,5	5,5	51
No 80	282,2	12,6	38
No 200	302,9	13,5	24,8
Fondo	556,9	24,8	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	34	26	17
# Recipiente	B	RR	C
W_1 (g)	43,5	43,58	43,44
W_2 (g)	39,2	39,01	38,75
W_C (g)	20,91	20,76	20,83
% HUMEDAD	23,5	25,0	26,2

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	Q	2	W_N
W_1 (g)	30,1	30,12	300A
W_2 (g)	29,27	29,26	1035,8
W_C (g)	20,8	20,83	930,8
% HUMEDAD	9,8	10,2	50,4
			11,9

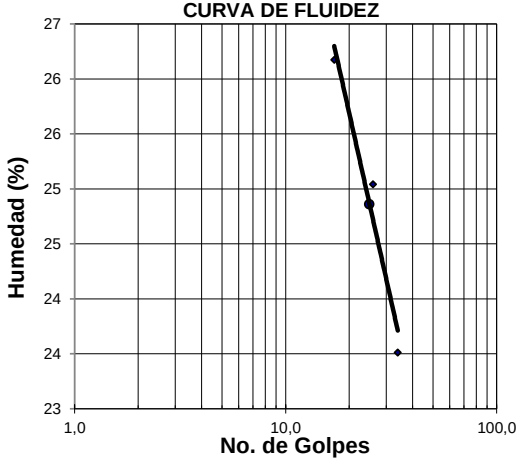
	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		25
Limite Plastico:		10
Indice de Plasticidad:		15
Humedad Natural:		11,9
Índice de Liquidez		0,1

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (0)**

U. S. C. S.: **SC**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-849

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4001620

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

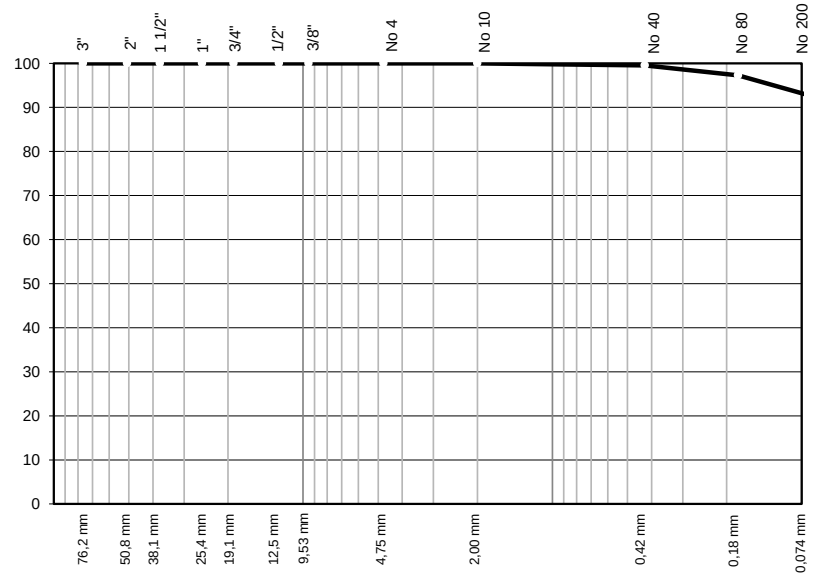
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 11 MUESTRA No: 21 PROFUNDIDAD (m): 0,75-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 8,8%	Finos: 91,2%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 325,8

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	1,4	0,4	100
No 80	7,4	2,3	97
No 200	19,8	6,1	91,2
Fondo	297,2	91,2	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

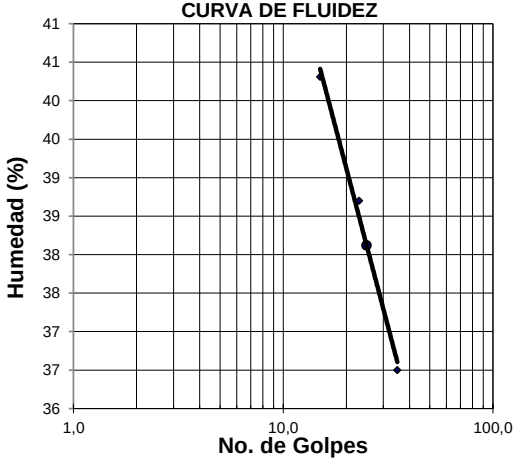
# Golpes	35	23	15
# Recipiente	7A	37A	14B
W_1 (g)	40,25	41,21	42,25
W_2 (g)	30,645	30,903	31,376
W_C (g)	4,33	4,27	4,4
% HUMEDAD	36,5	38,7	40,3

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	8A	2B1	W_N
W_1 (g)	30,28	28,99	50A
W_2 (g)	26,259	25,258	29,65
W_C (g)	4,18	4,15	26,12511
% HUMEDAD	18,2	17,7	4,38
			16,2

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		38
Limite Plastico:		18
Indice de Plasticidad:		20
Humedad Natural:		16,2
Índice de Liquidez		-0,1

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (18)**

U. S. C. S.: **CL**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Intervenidos

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE

PROYECTO:		OT:	97
UBICACIÓN:	CIV 40001620	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-01
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-03
Dir. CLIENTE:	ING DIEGO CABALLERO	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-08

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

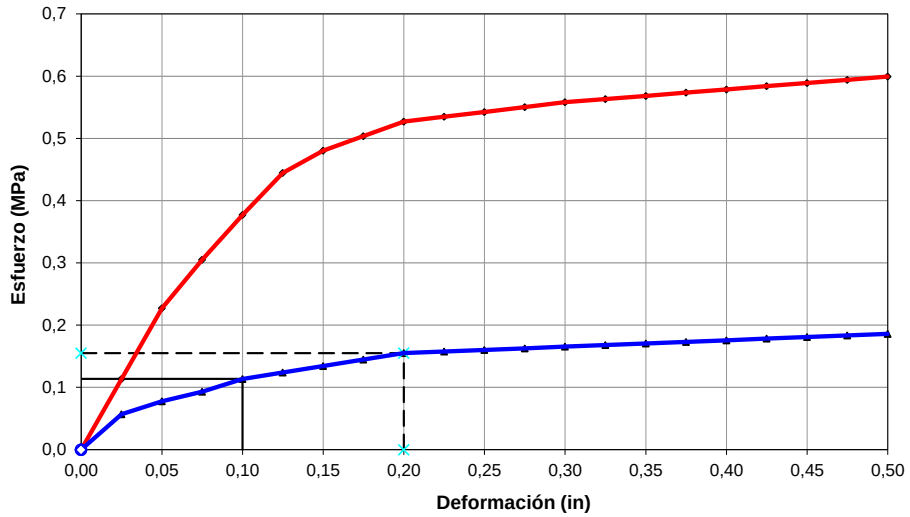
APIQUE No: 11 MUESTRA No: 21 PROFUNDIDAD (m): 0

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,220	0,114		0,110	0,057	
0,050	1,27		0,440	0,227		0,150	0,078	
0,075	1,91		0,590	0,305		0,180	0,093	
0,100	2,54	6,9	0,730	0,377	5,47	0,220	0,114	1,65
0,125	3,18		0,860	0,444		0,240	0,124	
0,150	3,81		0,930	0,481		0,260	0,134	
0,175	4,45		0,970	0,501		0,280	0,145	
0,200	5,08	10,3	1,020	0,527	5,12	0,300	0,155	1,50
0,300	7,62		1,080	0,558		0,320	0,165	
0,400	10,16		1,120	0,579		0,340	0,176	
0,500	12,70		1,160	0,599		0,360	0,186	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	50A
W_1	91,42
W_2	77,58
W_C	4,38
% Humedad	18,91

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	11B
W_1	84,95
W_2	68,39
W_C	4,32
% Humedad	25,85

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 8215 g
W. molde: 3430 g
W.muestra húmeda: 4785 g
Diámetro molde: 15,2 cm
Altura muestra: 13,0 cm
Densidad húmeda: 2,028 g/cm³
Densidad Seca: 1,706 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	3,0
Lectura 2° Dia	10,0
Lectura 3° Dia	12,0
Lectura 4° Dia	15,0
Expansión Total (Mm)	0,381
Expansión Total (%)	0,293

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	21
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-04-07
LOCALIZACIÓN:	CIV 4002208	INFORME PC Nº:	1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05									
	0,10									
0,13	0,15									
	0,20		**GC**	GRAVA LIMOSA					6,88	40
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40			TUBERIA DE 12" AL PARECER DE AGUAS NEGRAS						
	0,45									
0,50	0,50									
	0,55		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	5,40				4,90	41
	0,60			CONSOLIDADA O PRECONSOLIDADA	3,80					
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			CONSISTENCIA ALTA						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4002208

FECHA DE RECEPCION: ########

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: ########

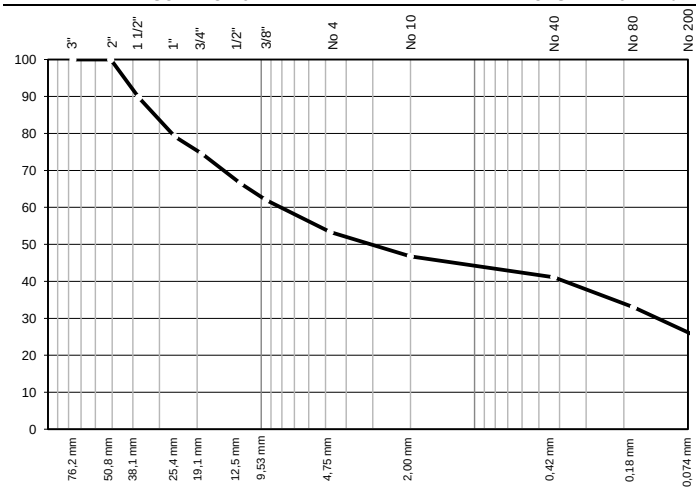
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: ########

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 21 MUESTRA No: 40 PROFUNDIDAD (m): 0,13-0,50



Gravas: 46,7%	Arenas: 30,5%	Finos: 22,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 6576,4

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	677,1	10,3	90
1"	694,8	10,6	79
3/4"	301,8	4,6	75
1/2"	532,8	8,1	66
3/8"	294,0	4,5	62
No 4	569,1	8,7	53
No 10	432,3	6,6	47
No 40	372,9	5,7	41
No 80	534,3	8,1	33
No 200	663,6	10,1	22,9
Fondo	1503,7	22,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

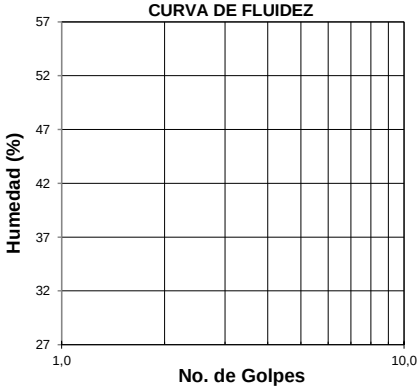
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			12A
W_1 (g)			780,6
W_2 (g)			733,6
W_C (g)			50,3
% HUMEDAD			6,9

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		6,9

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4002208

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-07

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

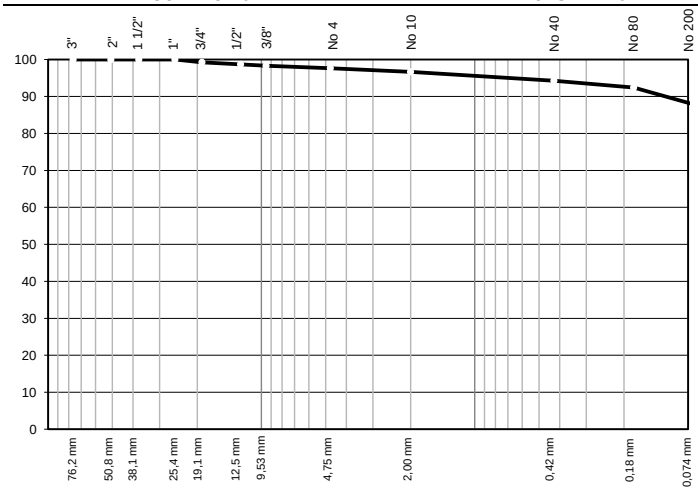
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2024-04-21

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 21 MUESTRA No: 41 PROFUNDIDAD (m): 0,50-1,50



Gravas: 2,4%	Arenas: 11,4%	Finos: 86,3%

Observaciones:

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 1716,8

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	13,5	0,8	99
1/2"	9,6	0,6	99
3/8"	5,9	0,3	98
No 4	11,5	0,7	98
No 10	16,6	1,0	97
No 40	41,3	2,4	94
No 80	31,4	1,8	92
No 200	106,1	6,2	86,3
Fondo	1478,9	86,1	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		31
Limite Plastico:		13
Indice de Plasticidad:		18
Humedad Natural:		4,9
Índice de Liquidez		-0,5

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (14)**

U. S. C. S.: **CL**

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

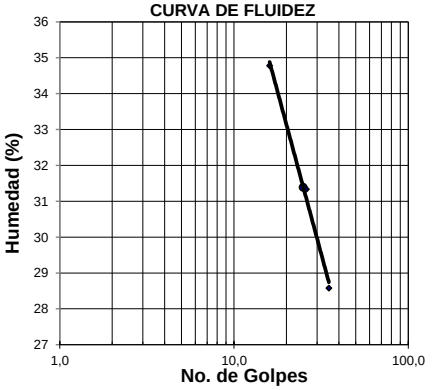
# Golpes	35	26	16
# Recipiente	4C	13A	44A
W_1 (g)	26,63	26,33	26,1
W_2 (g)	21,78	21,1	20,5
W_C (g)	4,81	4,41	4,4
% HUMEDAD	28,6	31,3	34,8

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	1B	48A
W_1 (g)	14,89	14,48
W_2 (g)	13,64	13,32
W_C (g)	4,19	4,5
% HUMEDAD	13,2	13,2

W_N
25
650,2
622,169
50,1
4,9

CURVA DE FLUIDEZ



Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

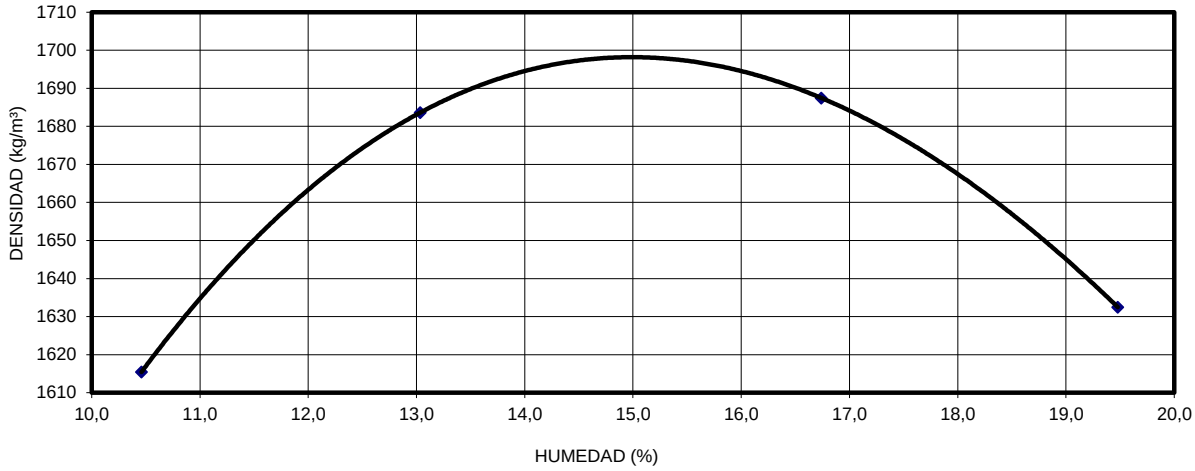
NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	986	308	177	727
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	790,5	829,5	788,3	819,3
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	723,4	744,3	692,9	707,7
M3= Masa Recipiente (g):	81,5	90,6	123,2	134,7
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9261	9514	9656	9615
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	3804	4057	4199	4158
Humedad en el horno (%):	10,5	13,0	16,7	19,5
Masa seca (g):	3444	3589	3597	3480
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,615	1,684	1,687	1,632
Densidad seca (kg/m³):	1615	1684	1687	1632

CURVA PROCTOR



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1698**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,698**
HUMEDAD OPTIMA (%): **14,8**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 4154

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de Suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

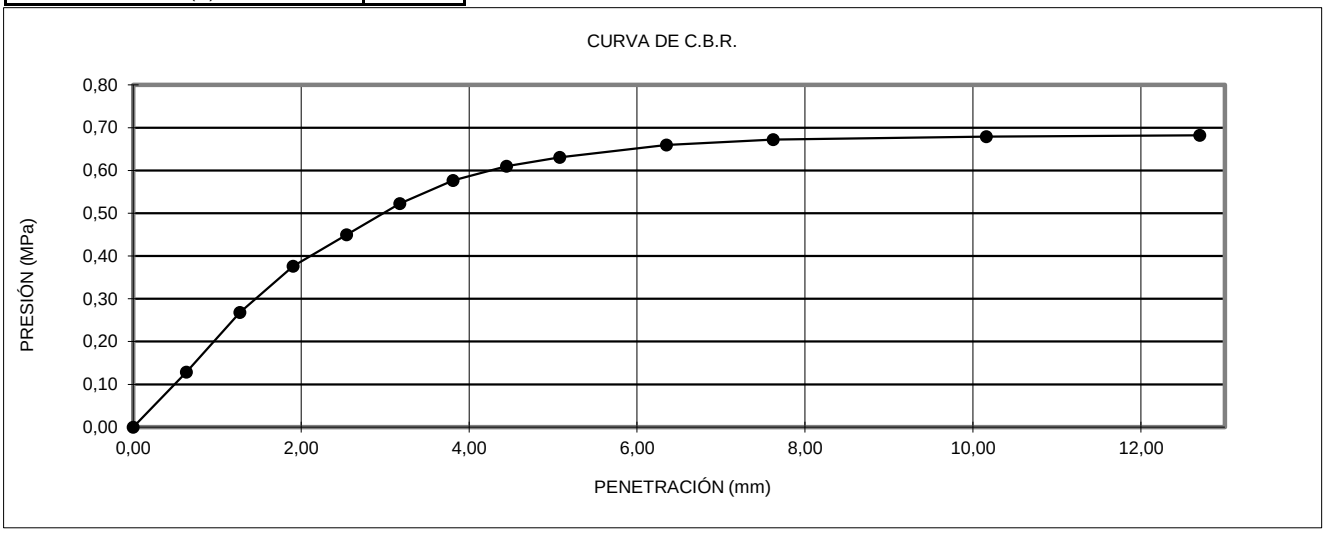
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	52
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9326
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13440
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4114
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2120
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1698
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	6,52
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	6,10
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5152
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,32
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,55
LECTURA 48 HORAS (mm)	2,89
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,02
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,33
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,20%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,49%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,60%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,87%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	0,25	0,2	0,13	1,3	18,6
1,3	0,050	0,52	0,5	0,27	2,7	38,9
1,9	0,075	0,73	0,7	0,38	3,8	54,6
2,5	0,100	0,87	0,9	0,45	4,6	65,2
3,2	0,125	1,01	1,0	0,52	5,3	75,7
3,8	0,150	1,12	1,1	0,58	5,9	83,7
4,4	0,175	1,18	1,2	0,61	6,2	88,4
5,1	0,200	1,22	1,2	0,63	6,4	91,5
6,4	0,250	1,28	1,3	0,66	6,7	95,6
7,6	0,300	1,30	1,3	0,67	6,9	97,4
10,2	0,400	1,31	1,3	0,68	6,9	98,5
12,70	0,500	1,32	1,3	0,68	7,0	98,9

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,84
DESPUES DE COMPACTACION	13,04
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	15,87
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	14,59
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2097



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S.
Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

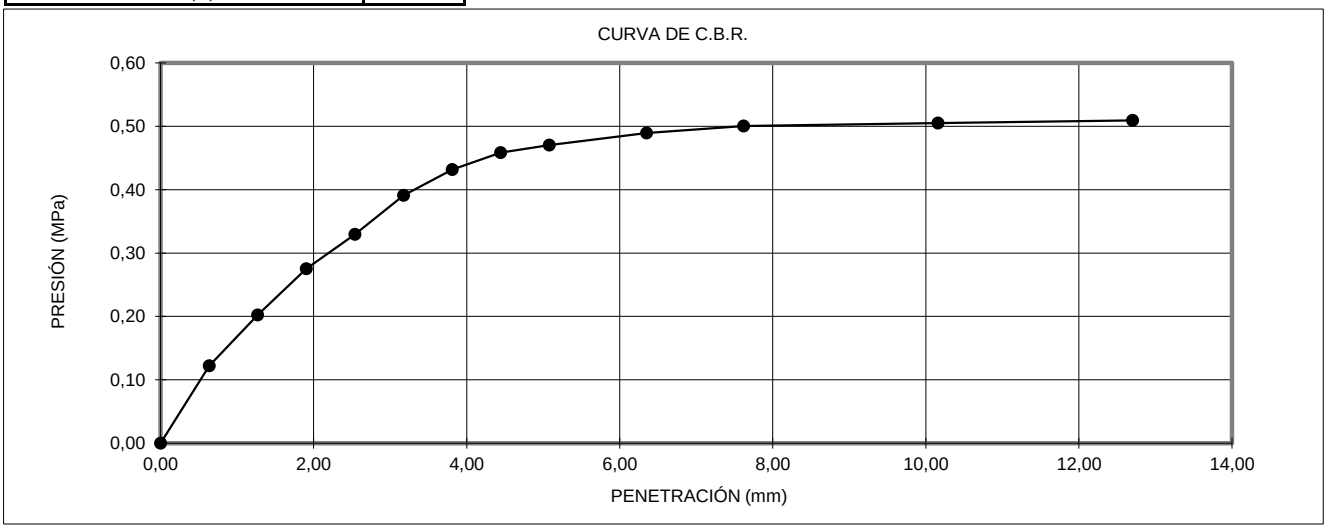
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	51
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9529
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13547
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4019
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2131
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,8
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1643
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**4,78**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**4,54**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4581
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,00
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,35
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,72
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,99
LECTURA 96 HORAS (mm)	2,41
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,30%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,62%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,85%
EXPANSION 96 HORAS (%)	1,21%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,24	0,2	0,12	1,2	18
1,3	0,050	0,39	0,4	0,20	2,1	29
1,9	0,075	0,53	0,5	0,28	2,8	40
2,5	0,100	0,64	0,6	0,33	3,4	48
3,2	0,125	0,76	0,8	0,39	4,0	57
3,8	0,150	0,84	0,8	0,43	4,4	63
4,4	0,175	0,89	0,9	0,46	4,7	66
5,1	0,200	0,91	0,9	0,47	4,8	68
6,4	0,250	0,95	0,9	0,49	5,0	71
7,6	0,300	0,97	1,0	0,50	5,1	73
10,2	0,400	0,98	1,0	0,50	5,1	73
12,70	0,500	0,99	1,0	0,51	5,2	74

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,81
DESPUES DE COMPACTACION	15,16
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	16,87
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	15,61
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1840



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S.
Laboratorio de suelos y pavimentos
Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

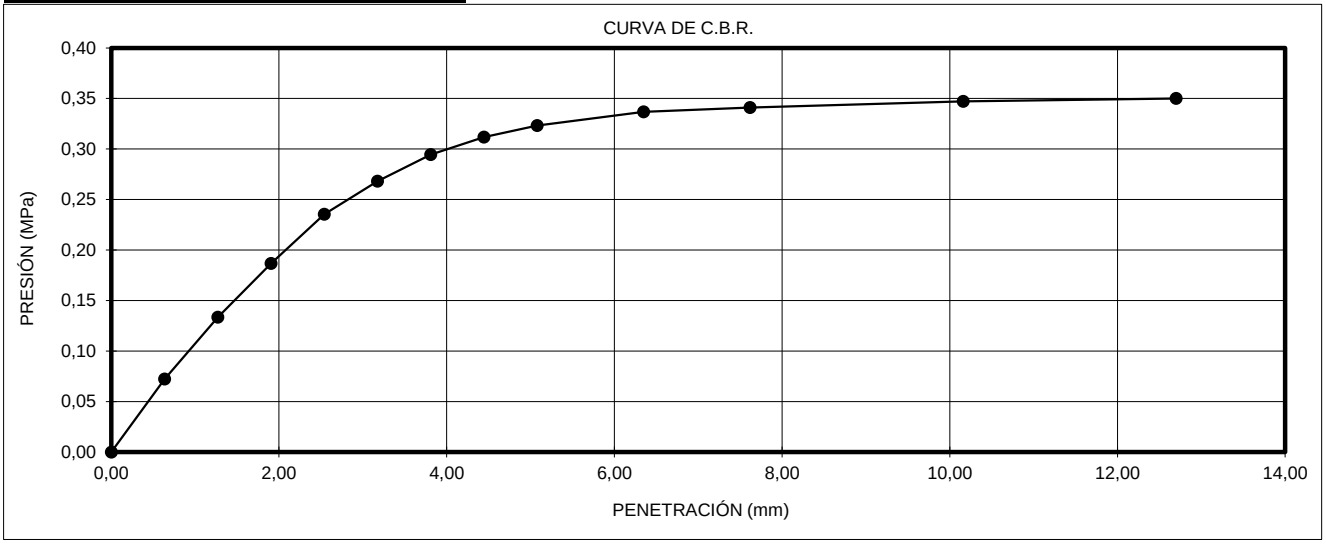
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	61
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9324
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13180
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3856
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2107
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,7
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1596
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**3,41**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**3,12**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5050
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,45
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,85
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,45
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,77
LECTURA 96 HORAS (mm)	4,18
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,35%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,87%
EXPANSION 72 HORAS (%)	1,14%
EXPANSION 96 HORAS (%)	1,50%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,14	0,1	0,07	0,7	10
1,3	0,050	0,26	0,3	0,13	1,4	19
1,9	0,075	0,36	0,4	0,19	1,9	27
2,5	0,100	0,46	0,5	0,24	2,4	34
3,2	0,125	0,52	0,5	0,27	2,7	39
3,8	0,150	0,57	0,6	0,29	3,0	43
4,4	0,175	0,60	0,6	0,31	3,2	45
5,1	0,200	0,63	0,6	0,32	3,3	47
6,4	0,250	0,65	0,7	0,34	3,4	49
7,6	0,300	0,66	0,7	0,34	3,5	49
10,2	0,400	0,67	0,7	0,35	3,5	50
12,70	0,500	0,68	0,7	0,35	3,6	51

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,68
DESPUES DE COMPACTACION	15,39
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	17,64
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	15,90
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2037



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

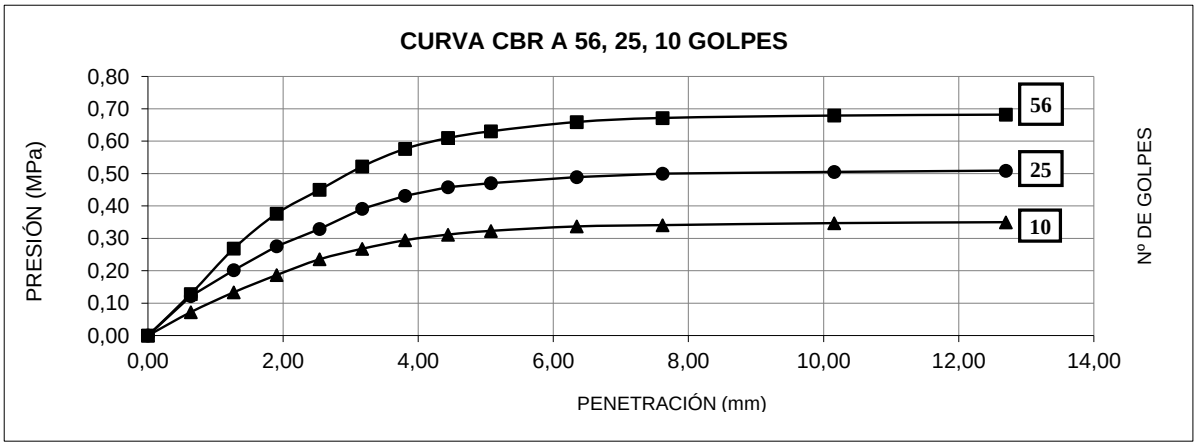
***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,07	0,12	0,13
1,27	0,050	0,13	0,20	0,27
1,91	0,075	0,19	0,28	0,38
2,54	0,100	0,24	0,33	0,45
3,18	0,125	0,27	0,39	0,52
3,81	0,150	0,29	0,43	0,58
4,45	0,175	0,31	0,46	0,61
5,08	0,200	0,32	0,47	0,63
6,35	0,250	0,34	0,49	0,66
7,62	0,300	0,34	0,50	0,67
10,16	0,400	0,35	0,50	0,68
12,70	0,500	0,35	0,51	0,68



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

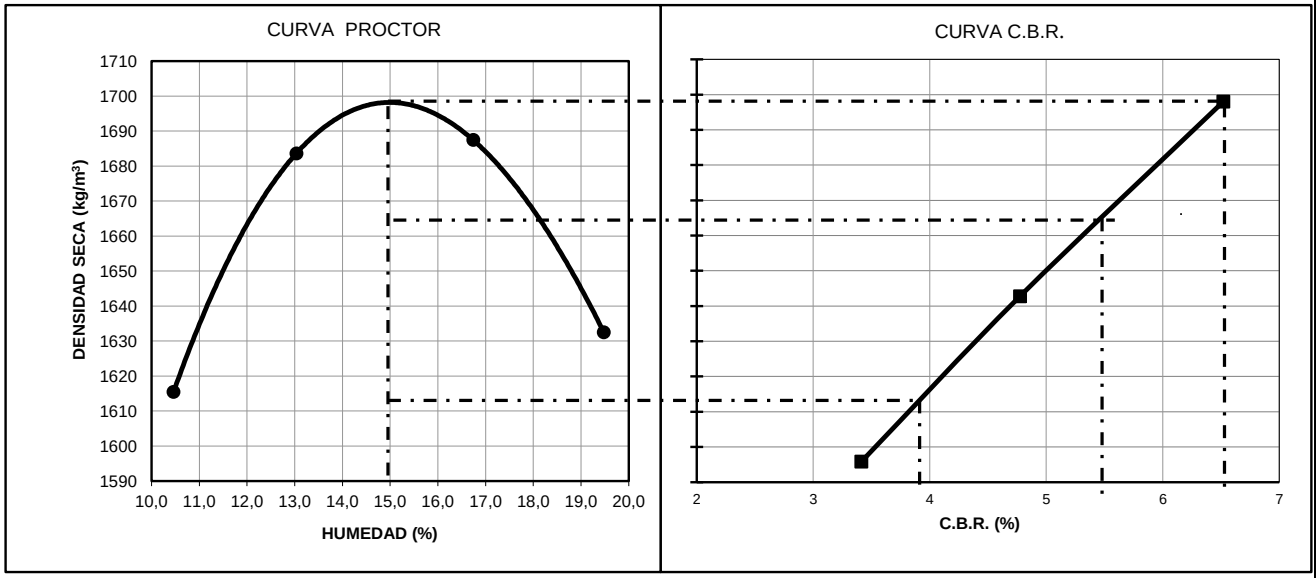
***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002208
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	41	APIQUE:	21
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1596	3,41	1,50%
25	1643	4,78	1,21%
56	1698	6,52	0,87%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1698**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1698	6,5
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1664	5,4
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1613	3,8

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO. NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4004691

APIQUE Nº. 18
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-04
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO, CON HUNDIMIENTO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GC-GM**	GRAVA ARCILLO LIMOSA					14,79	34
	0,25			AMARILLO OSCURO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
0,45	0,45									
	0,50			RAJON DE MAS DE 5"						
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
0,75	0,75									
	0,80		**MH**	LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD		2,56			65,48	35
	0,85			CAFÉ		1,91				
	0,90			HUMEDAD MEDIA						
	0,95			CONSISTENCIA BAJA						
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4004691

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

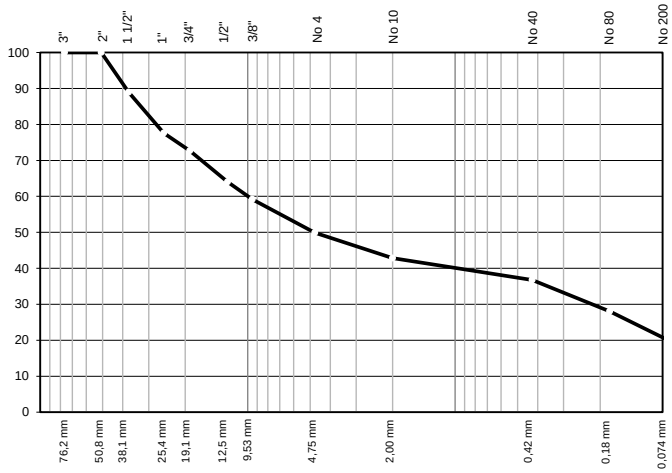
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 18 MUESTRA No: 34 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,45



Gravas: 50,1%	Arenas: 32,7%	Finos: 17,2%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			5449,5
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	602,4	11,1	89
1"	618,3	11,3	78
3/4"	267,0	4,9	73
1/2"	474,3	8,7	64
3/8"	261,6	4,8	59
No 4	506,4	9,3	50
No 10	384,9	7,1	43
No 40	331,8	6,1	37
No 80	475,5	8,7	28
No 200	588,0	10,8	17,2
Fondo	939,0	17,2	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		18
Limite Plastico:		14
Indice de Plasticidad:		4
Humedad Natural:		14,8
Índice de Liquidez		0,2

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

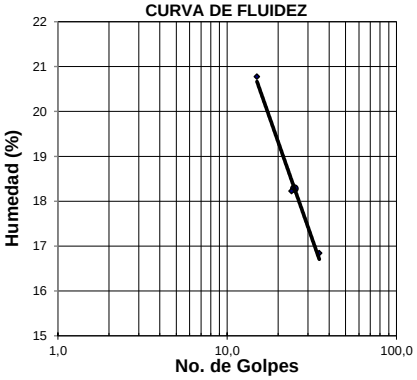
# Golpes	35	24	15
# Recipiente	7B	19A	54A
W_1 (g)	30,37	30,67	30,26
W_2 (g)	26,66	26,64	25,86
W_C (g)	4,63	4,53	4,68
% HUMEDAD	16,8	18,2	20,8

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	21A	1
W_1 (g)	18,41	18,41
W_2 (g)	16,72	16,69
W_C (g)	4,39	4,46
% HUMEDAD	13,7	14,1

W_N
K3
775,6
683
56,8
14,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GC-GM**

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4004691

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-04

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

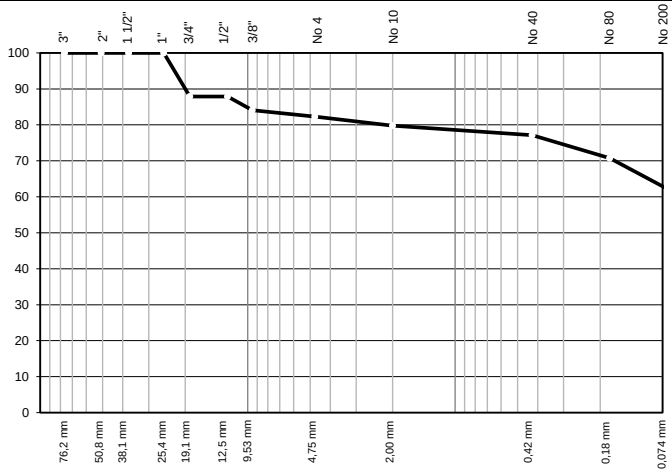
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD

SONDEO No: 18 MUESTRA No: 35 PROFUNDIDAD (m): 0,75-1,50



Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 166,7

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	20,2	12,1	88
1/2"	0,0	0,0	88
3/8"	6,3	3,8	84
No 4	3,0	1,8	82
No 10	4,2	2,5	80
No 40	4,4	2,6	77
No 80	10,6	6,4	71
No 200	19,5	11,7	59,1
Fondo	98,3	59,0	0

Gravas: 17,7%	Arenas: 23,2%	Finos: 59,1%

LIMITES DE ATTERBERG

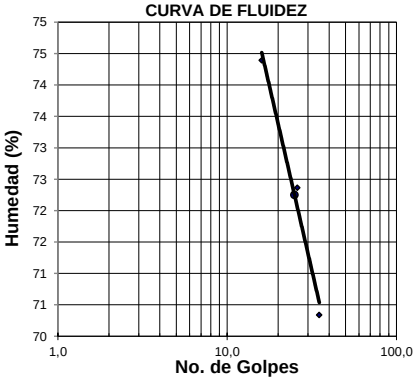
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	26	16
# Recipiente	57B	42A	JYJ
W_1 (g)	28,51	28,38	28,08
W_2 (g)	18,55	18,35	17,94
W_C (g)	4,39	4,49	4,31
% HUMEDAD	70,3	72,4	74,4

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	44A	12B	W_N
W_1 (g)	15,06	15,32	10B
W_2 (g)	12,02	12,28	83,26
W_C (g)	4,41	4,58	52,09
% HUMEDAD	39,9	39,5	4,49
			65,5

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		72
Limite Plastico:		40
Indice de Plasticidad:		32
Humedad Natural:		65,5
Índice de Liquidez		0,8

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (18)**

U. S. C. S.: **MH**

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97-1**
UBICACIÓN:	CIV 4004691	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-03
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
Dir. CLIENTE:	DIEGO CABALLERO ROJAS	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-16
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	LIMO DE ALTA COMPRESIBILIDAD		

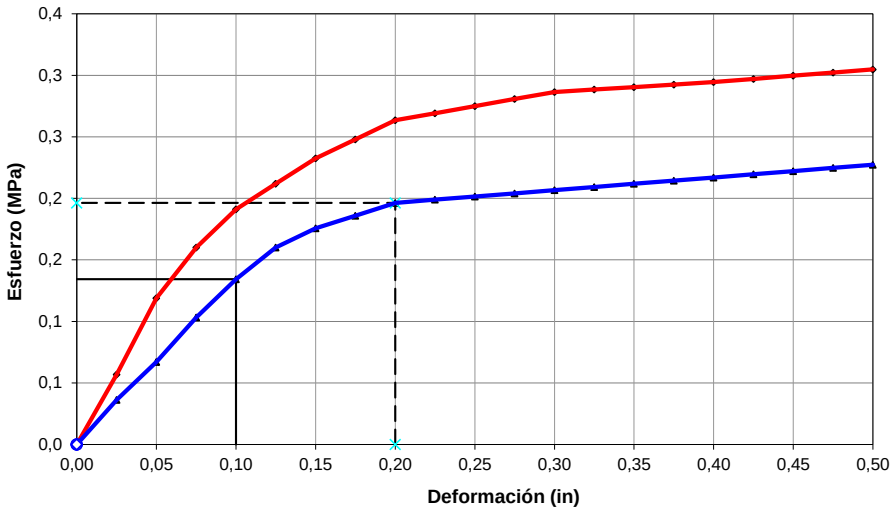
APIQUE No: 18 MUESTRA No: 35 PROFUNDIDAD (m): 0,75-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,110	0,057		0,070	0,036	
0,050	1,27		0,230	0,119		0,130	0,067	
0,075	1,91		0,310	0,160		0,200	0,103	
0,100	2,54	6,9	0,370	0,191	2,77	0,260	0,134	1,95
0,125	3,18		0,410	0,212		0,310	0,160	
0,150	3,81		0,450	0,233		0,340	0,176	
0,175	4,45		0,480	0,248		0,360	0,186	
0,200	5,08	10,3	0,510	0,264	2,56	0,380	0,196	1,91
0,300	7,62		0,554	0,286		0,400	0,207	
0,400	10,16		0,570	0,295		0,420	0,217	
0,500	12,70		0,590	0,305		0,440	0,227	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	10B
W_1	83,26
W_2	52,09
W_C	4,49
% Humedad	65,48

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	86A
W_1	79,11
W_2	46,17
W_C	4,59
% Humedad	79,22

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7705 g
W. molde: 4185 g
W.muestra húmeda: 3520 g
Diámetro molde: 15,2 cm
Altura muestra: 13,0 cm
Densidad húmeda: 1,492 g/cm³
Densidad Seca: 0,902 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	3,0
Lectura 2° Dia	5,0
Lectura 3° Dia	9,0
Lectura 4° Dia	15,0
Expansión Total (Mm)	0,381
Expansión Total (%)	0,293

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Revisó o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 10
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
FECHA: 2025-03-31

LOCALIZACIÓN: CIV 4001687
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
0,10	0,10									
	0,15		GC	GRAVA ARCILLOSA					13,06	18
	0,20			AMARILLO						
	0,25			HUMEDAD ALTA						
	0,30			SEMIDENSO						
	0,35									
	0,40									
	0,45									
0,48	0,50									
	0,55		SC	ARENA ARCILLOSA		7,60			14,31	19
	0,60			HABANO		5,40				
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			DENSO						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

Luis Alirio Alvazacko Reyes
Gerente Tcnico

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4001687

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLOSA

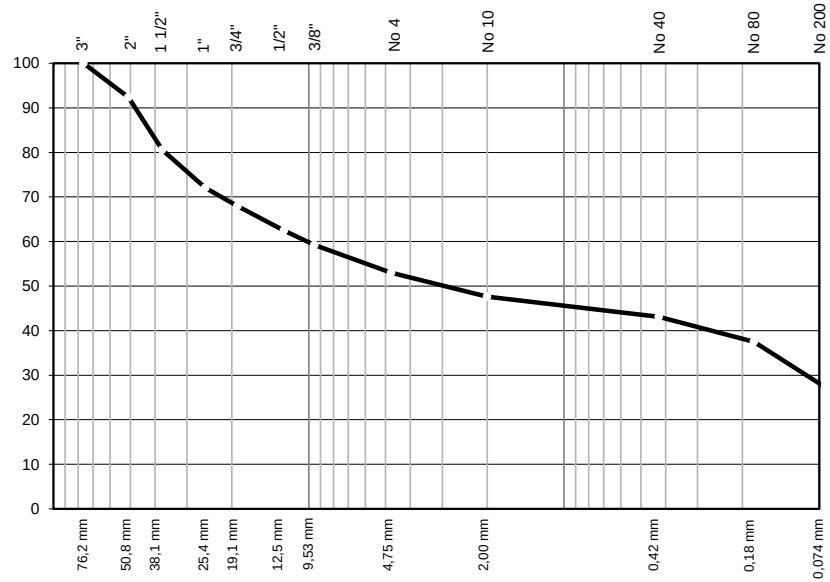
OT: 97

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-01

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03

FECHA DE EMISION: 2025-04-07

SONDEO No: 10 MUESTRA No: 18 PROFUNDIDAD (m): 0,10-0,48



Gravas: 47,0%	Arenas: 29,4%	Finos: 23,6%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):	8228,8		
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	627,6	7,6	92
1 1/2"	968,4	11,8	81
1"	706,0	8,6	72
3/4"	333,6	4,1	68
1/2"	452,4	5,5	62
3/8"	270,4	3,3	59
No 4	509,2	6,2	53
No 10	441,2	5,4	48
No 40	372,4	4,5	43
No 80	464,8	5,6	37
No 200	1142,8	13,9	23,6
Fondo	1940,0	23,6	0

LIMITES DE ATTERBERG

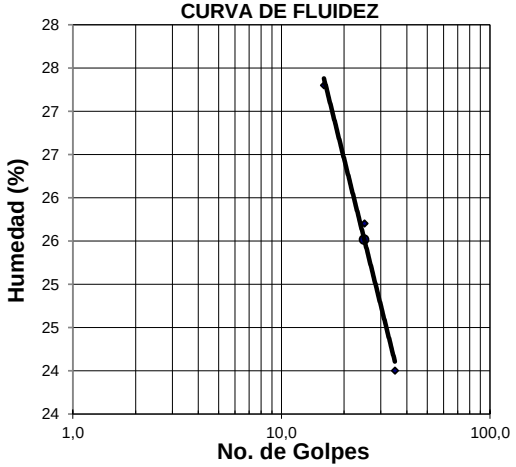
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	25	16
# Recipiente	3	P6	J
W_1 (g)	38,89	38,88	40,12
W_2 (g)	35,414	35,21	36,028
W_C (g)	20,93	20,93	21,04
% HUMEDAD	24,0	25,7	27,3

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	A	AZ	W_N
W_1 (g)	34,2	34,47	JZ
W_2 (g)	32,84	33,09	972,9
W_C (g)	20,92	21,08	865,4
% HUMEDAD	11,4	11,5	42,5
			13,1

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		26
Limite Plastico:		11
Indice de Plasticidad:		15
Humedad Natural:		13,1
Índice de Liquidez		0,1

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (0)**

U. S. C. S.: **GC**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

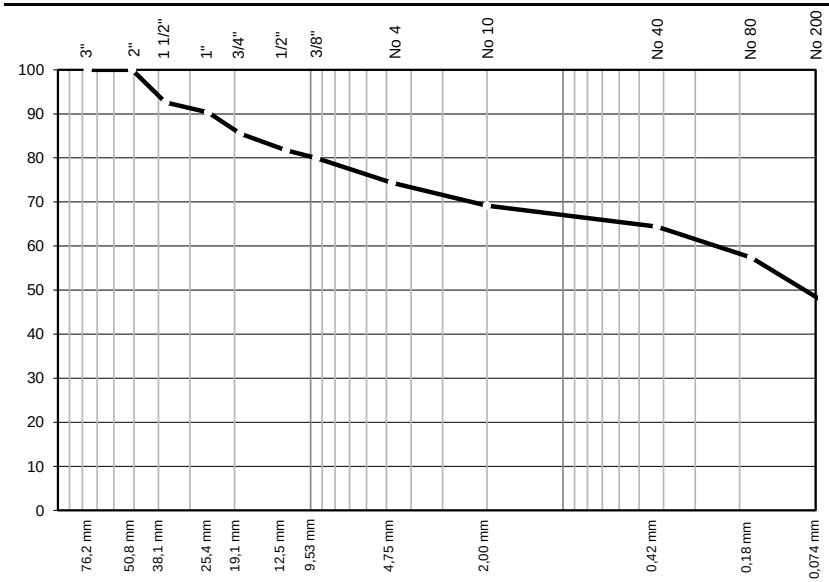
PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4001687
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO
FUENTE: OBRA
DESCRIPCION MUESTRA: ARENA ARCILLOSA

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-31
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-03
FECHA DE EMISION: 2025-04-07

SONDEO No: 10 MUESTRA No: 19 PROFUNDIDAD (m): 0,48-1,50



Gravas: 25,6%	Arenas: 30,2%	Finos: 44,1%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 1535,9

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	113,6	7,4	93
1"	34,5	2,2	90
3/4"	74,4	4,8	86
1/2"	58,0	3,8	82
3/8"	27,2	1,8	80
No 4	86,1	5,6	74
No 10	79,7	5,2	69
No 40	73,2	4,8	64
No 80	108,0	7,0	57
No 200	203,4	13,2	44,1
Fondo	677,6	44,1	0

LIMITES DE ATTERBERG

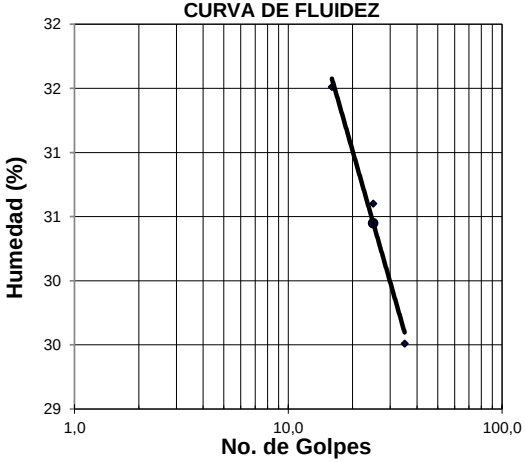
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	25	16
# Recipiente	8	DB	G
W_1 (g)	42,25	41,36	40,85
W_2 (g)	37,344	36,559	36,058
W_C (g)	20,72	20,87	20,85
% HUMEDAD	29,5	30,6	31,5

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	R3	F	W_N
W_1 (g)	30,66	30,22	J39
W_2 (g)	29,55	29,19	791,2
W_C (g)	20,8	20,94	698,6
% HUMEDAD	12,7	12,5	51,3
			14,3

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		30
Limite Plastico:		13
Indice de Plasticidad:		17
Humedad Natural:		14,3
Índice de Liquidez		0,1

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-6 (3)**
U. S. C. S.:	**SC**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

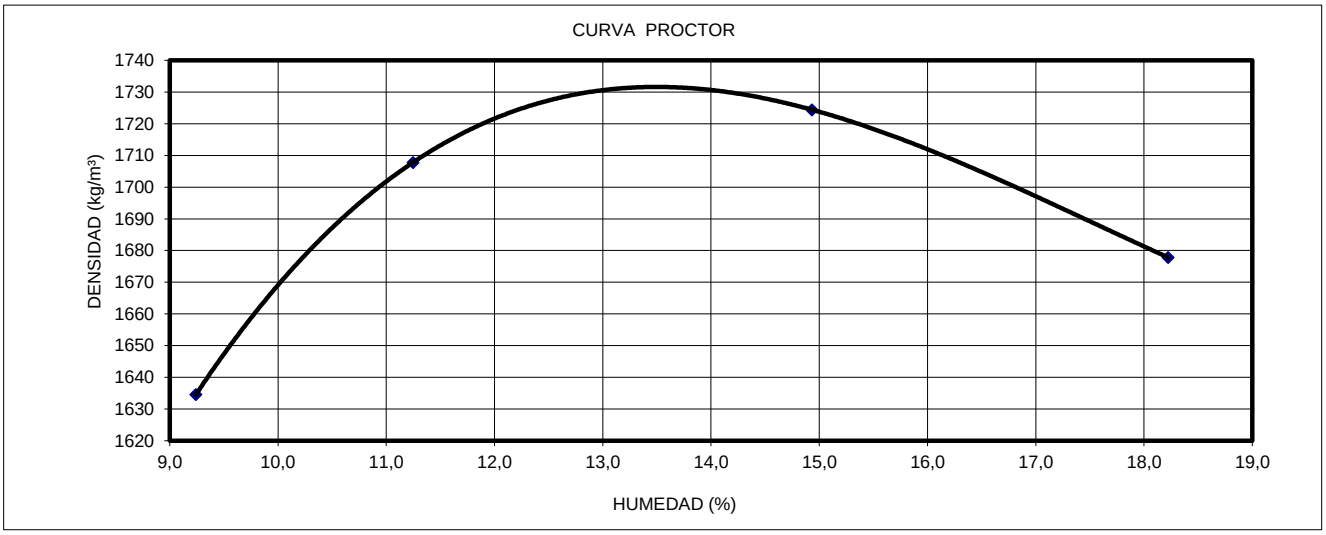
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	NSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	674	1009	550	877
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	769,0	854,2	755,6	808,7
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	712,2	779,2	672,6	706,7
M3= Masa Recipiente (g):	97,1	111,9	116,6	147,2
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9264	9507	9682	9685
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	3807	4050	4225	4228
Humedad en el horno (%):	9,2	11,2	14,9	18,2
Masa seca (g):	3484	3641	3676	3577
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,635	1,708	1,724	1,678
Densidad seca (kg/m³):	1635	1708	1724	1678



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1732**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,732**
HUMEDAD OPTIMA (%): **13,5**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 2582

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

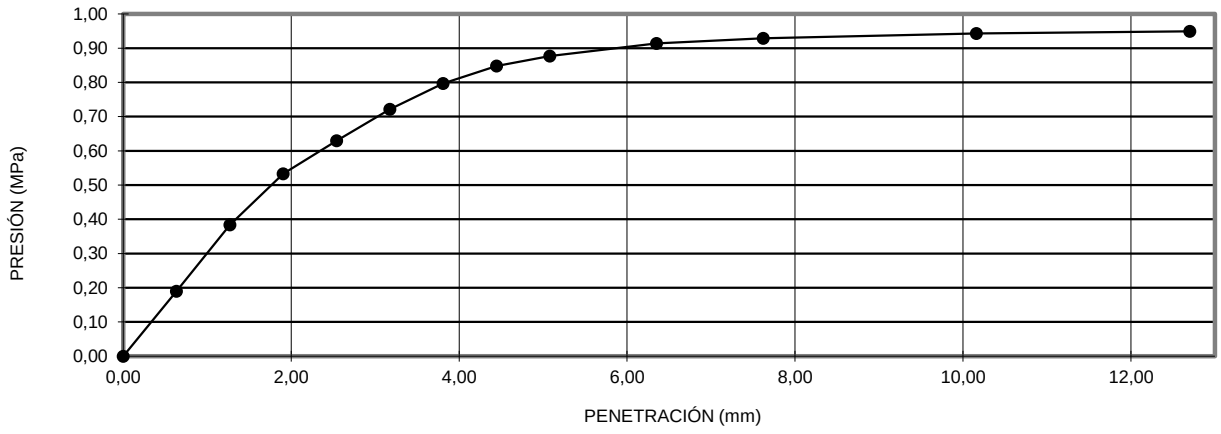
COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	40
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9520
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13710
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4190
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2117
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1732
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	9,12
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	8,47
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4958
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,85
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,06
LECTURA 48 HORAS (mm)	2,09
LECTURA 72 HORAS (mm)	2,11
LECTURA 96 HORAS (mm)	2,12
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,18%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,21%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,22%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,23%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	0,37	0,4	0,19	1,9	27,6
1,3	0,050	0,74	0,7	0,38	3,9	55,7
1,9	0,075	1,03	1,0	0,53	5,4	77,4
2,5	0,100	1,22	1,2	0,63	6,4	91,3
3,2	0,125	1,40	1,4	0,72	7,4	104,7
3,8	0,150	1,54	1,5	0,80	8,1	115,6
4,4	0,175	1,64	1,6	0,85	8,6	122,9
5,1	0,200	1,70	1,7	0,88	8,9	127,2
6,4	0,250	1,77	1,8	0,91	9,3	132,6
7,6	0,300	1,80	1,8	0,93	9,5	134,7
10,2	0,400	1,83	1,8	0,94	9,6	136,8
12,70	0,500	1,84	1,8	0,95	9,7	137,7

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	13,48
DESPUES DE COMPACTACION	12,45
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	14,54
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	13,49
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2045

CURVA DE C.B.R.



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de Suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

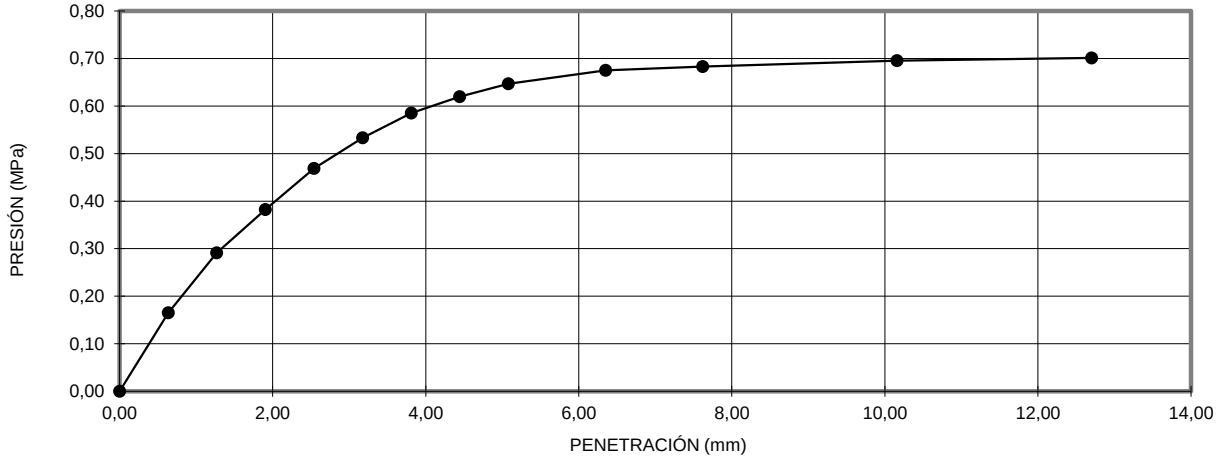
COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

MOLDE Nº:	7
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9407
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13467
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4060
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2137
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	13,4
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1676
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**6,80**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**6,25**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4703
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,85
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,50
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,52
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,52
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,52
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,56%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,58%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,58%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,58%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,32	0,3	0,17	1,7	24
1,3	0,050	0,56	0,6	0,29	3,0	42
1,9	0,075	0,74	0,7	0,38	3,9	55
2,5	0,100	0,91	0,9	0,47	4,8	68
3,2	0,125	1,03	1,0	0,53	5,4	77
3,8	0,150	1,13	1,1	0,59	6,0	85
4,4	0,175	1,20	1,2	0,62	6,3	90
5,1	0,200	1,25	1,3	0,65	6,6	94
6,4	0,250	1,31	1,3	0,68	6,9	98
7,6	0,300	1,32	1,3	0,68	7,0	99
10,2	0,400	1,35	1,3	0,70	7,1	101
12,70	0,500	1,36	1,4	0,70	7,2	102

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	13,40
DESPUES DE COMPACTACION	12,05
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	15,43
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	13,62
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1907

CURVA DE C.B.R.



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

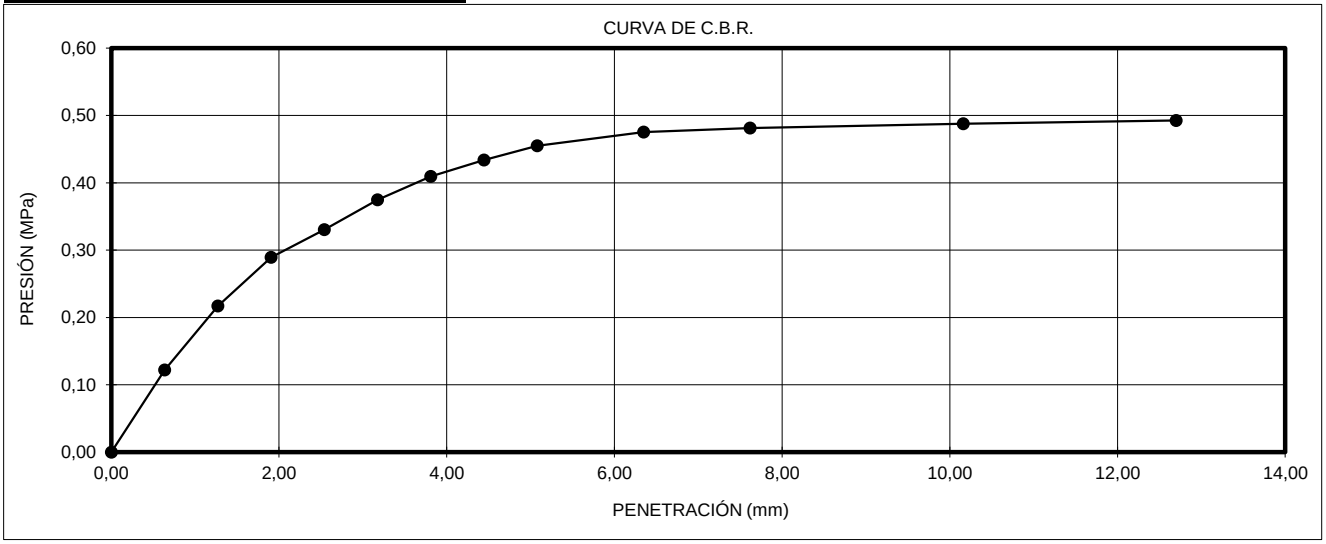
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

MOLDE Nº:	63
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9266
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13168
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3902
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2113
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	13,4
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1628
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**4,79**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**4,40**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5108
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	0,25
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,09
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,11
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,12
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,12
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,72%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,74%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,75%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,75%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,24	0,2	0,12	1,2	18
1,3	0,050	0,42	0,4	0,22	2,2	31
1,9	0,075	0,56	0,6	0,29	3,0	42
2,5	0,100	0,64	0,6	0,33	3,4	48
3,2	0,125	0,73	0,7	0,37	3,8	54
3,8	0,150	0,79	0,8	0,41	4,2	59
4,4	0,175	0,84	0,8	0,43	4,4	63
5,1	0,200	0,88	0,9	0,45	4,6	66
6,4	0,250	0,92	0,9	0,48	4,8	69
7,6	0,300	0,93	0,9	0,48	4,9	70
10,2	0,400	0,94	0,9	0,49	5,0	71
12,70	0,500	0,95	1,0	0,49	5,0	71

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	13,42
DESPUES DE COMPACTACION	13,31
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	16,52
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	14,42
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2075



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S.
Laboratorio de Suelos y Pavimentos
Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

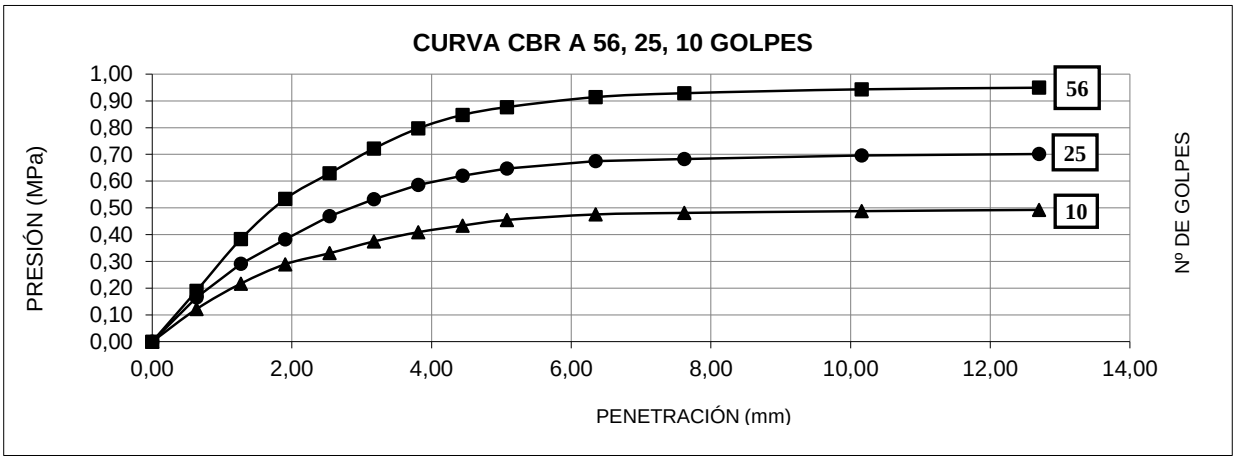
****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,12	0,17	0,19
1,27	0,050	0,22	0,29	0,38
1,91	0,075	0,29	0,38	0,53
2,54	0,100	0,33	0,47	0,63
3,18	0,125	0,37	0,53	0,72
3,81	0,150	0,41	0,59	0,80
4,45	0,175	0,43	0,62	0,85
5,08	0,200	0,45	0,65	0,88
6,35	0,250	0,48	0,68	0,91
7,62	0,300	0,48	0,68	0,93
10,16	0,400	0,49	0,70	0,94
12,70	0,500	0,49	0,70	0,95



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

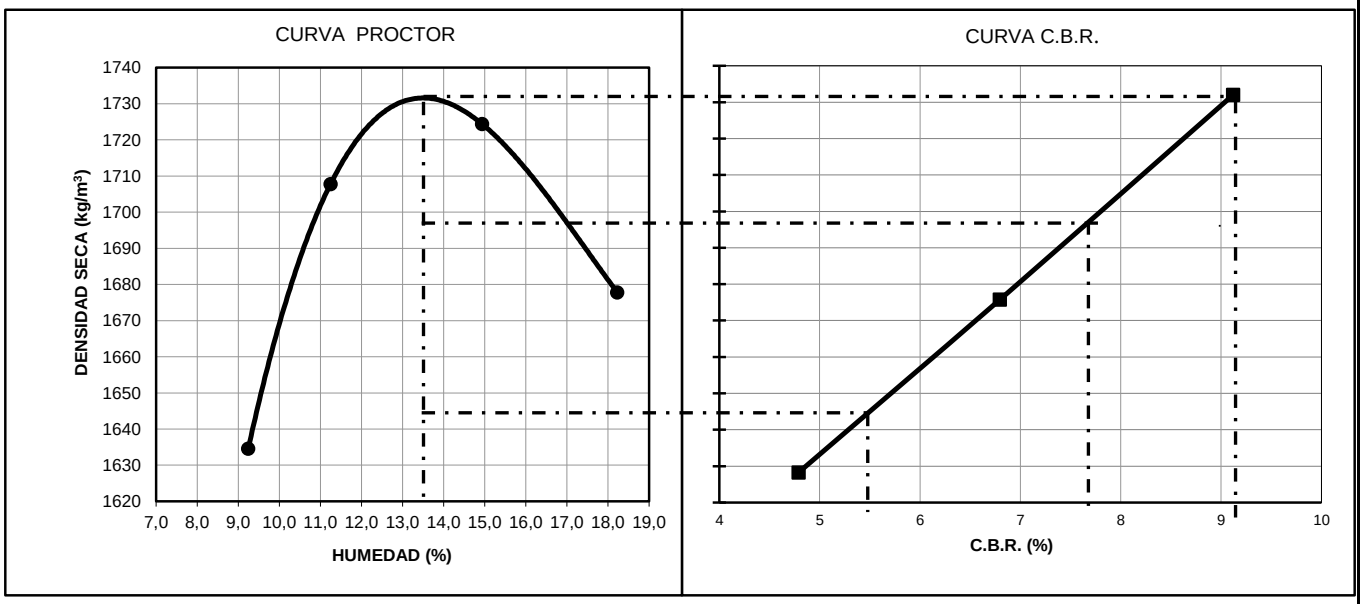
****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4001687
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS	FECHA DE TOMA:	2025-03-31
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-07
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	19	APIQUE:	10
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,48-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1628	4,79	0,75%
25	1676	6,80	0,58%
56	1732	9,12	0,23%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1732**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1732	9,1
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1697	7,6
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1645	5,4

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO. NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	APIQUE Nº.	22
DIRECCION:	CONOCIDA	PROFUNDIDAD (m):	1,50
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	NIVEL FREÁTICO (m):	NO
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA:	2025-04-07
LOCALIZACIÓN:	CIV 4002173	INFORME PC Nº:	1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CARPETA ASFALTICA EN RELATIVAMENTE NUEVA, BAJA DE COMPACTACION						
	0,10									
	0,15									
	0,20									
0,21	0,25									
	0,30		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	53,40				7,30	42
	0,35			VERDE CON VETAS GRISES	4,00					
	0,40			CONSOLIDADA O PRECONSOLIDADA						
	0,45			HUMEDAD MEDIA						
	0,50			CONSISTENCIA ALTA						
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
	0,95									
	1,00									
	1,05									
	1,10									
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4002173

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-07

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

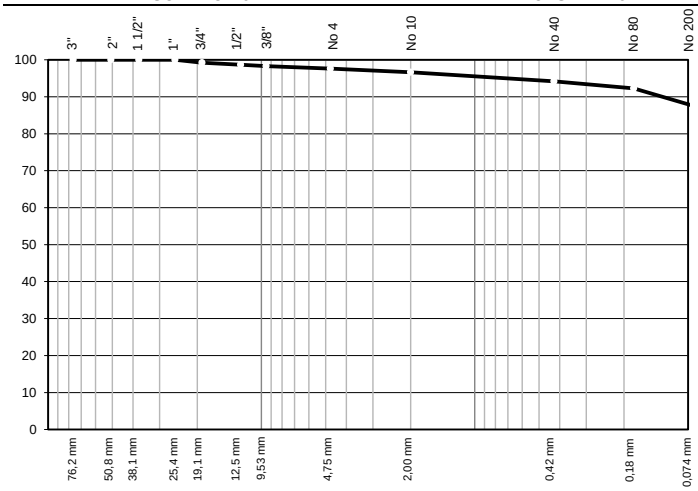
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-21

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 22 MUESTRA No: 42 PROFUNDIDAD (m): 0,21-1,50



Gravas: 2,4%	Arenas: 11,7%	Finos: 85,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 1583,4

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	12,7	0,8	99
1/2"	9,0	0,6	99
3/8"	5,5	0,3	98
No 4	10,8	0,7	98
No 10	15,6	1,0	97
No 40	38,9	2,5	94
No 80	29,6	1,9	92
No 200	101,9	6,4	85,9
Fondo	1359,3	85,8	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

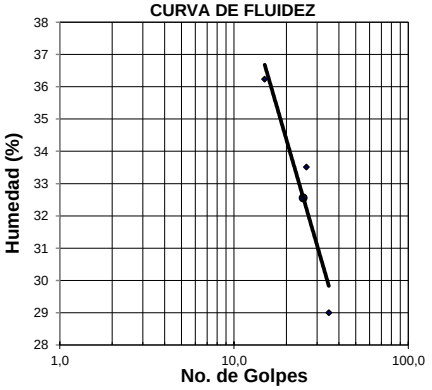
# Golpes	35	26	15
# Recipiente	14A	29A	D
W_1 (g)	26,46	26,57	26,2
W_2 (g)	21,53	21	20,45
W_C (g)	4,53	4,38	4,58
% HUMEDAD	29,0	33,5	36,2

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	38A	11A	W_N
W_1 (g)	15,86	15,86	K1
W_2 (g)	14,55	14,52	1015
W_C (g)	4,19	4,23	949,5
% HUMEDAD	12,6	13,0	51,8
			7,3

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		33
Limite Plastico:		13
Indice de Plasticidad:		20
Humedad Natural:		7,3
Índice de Liquidez		-0,3

CURVA DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (15)**

U. S. C. S.: **CL**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

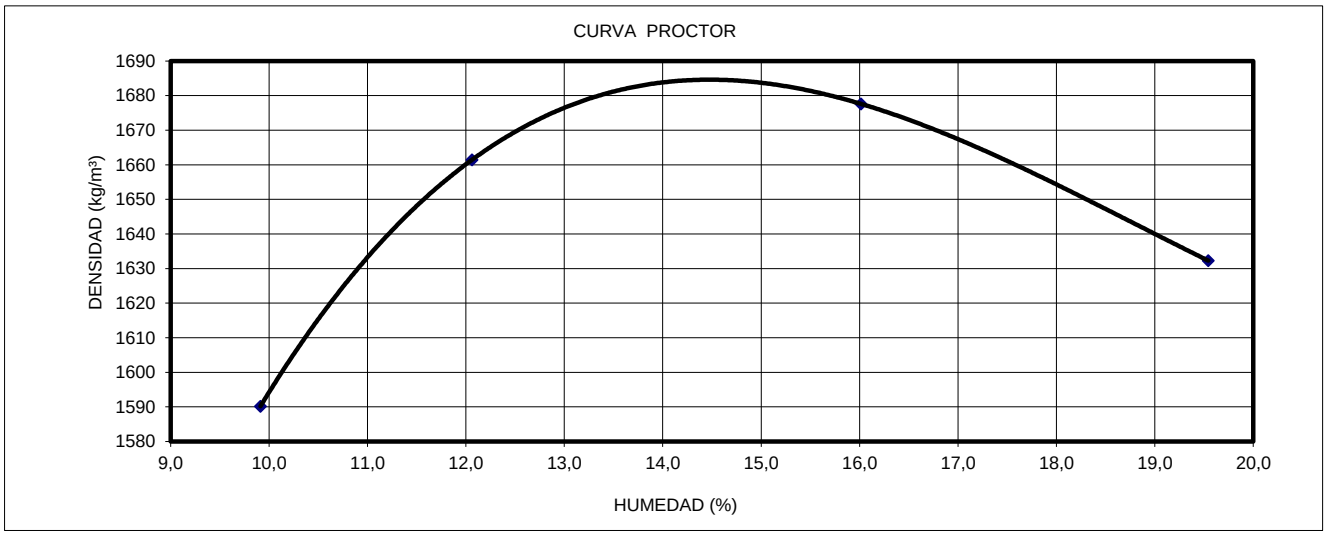
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4002173
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	42	APIQUE:	22
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,21-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	671	1108	494	1024
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	977,6	724,8	876,1	736,2
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	897,7	658,1	772,7	635,8
M3= Masa Recipiente (g):	92,1	105,4	127,1	121,8
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9183	9426	9606	9617
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	3726	3969	4149	4160
Humedad en el horno (%):	9,9	12,1	16,0	19,5
Masa seca (g):	3390	3542	3576	3480
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,590	1,661	1,678	1,632
Densidad seca (kg/m³):	1590	1661	1678	1632



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1685**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,685**
HUMEDAD OPTIMA (%): **14,5**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 3270

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de Suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

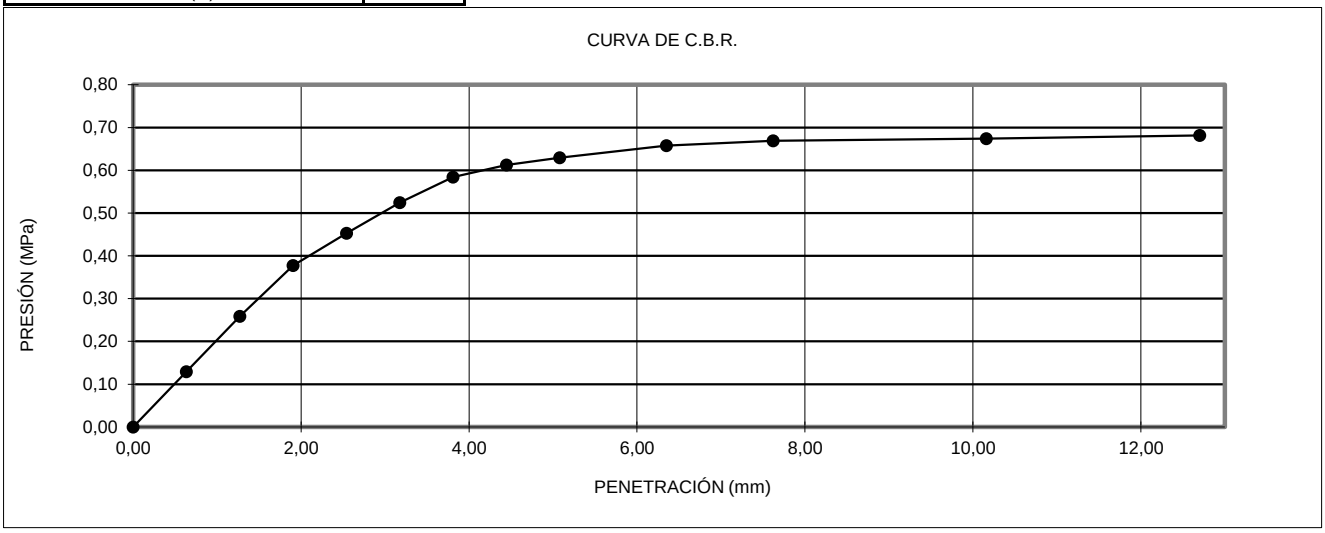
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002173
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	42	APIQUE:	22
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,50-1,50

MOLDE Nº:	28
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9245
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13311
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4067
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2112
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1685
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	6,56
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	6,08
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5233
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,52
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,70
LECTURA 48 HORAS (mm)	2,02
LECTURA 72 HORAS (mm)	2,15
LECTURA 96 HORAS (mm)	2,23
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,15%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,43%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,54%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,61%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	0,25	0,3	0,13	1,3	18,7
1,3	0,050	0,50	0,5	0,26	2,6	37,5
1,9	0,075	0,73	0,7	0,38	3,8	54,7
2,5	0,100	0,88	0,9	0,45	4,6	65,6
3,2	0,125	1,02	1,0	0,52	5,4	76,1
3,8	0,150	1,13	1,1	0,58	6,0	84,7
4,4	0,175	1,19	1,2	0,61	6,2	88,8
5,1	0,200	1,22	1,2	0,63	6,4	91,3
6,4	0,250	1,27	1,3	0,66	6,7	95,4
7,6	0,300	1,29	1,3	0,67	6,8	97,0
10,2	0,400	1,30	1,3	0,67	6,9	97,7
12,70	0,500	1,32	1,3	0,68	6,9	98,8

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,39
DESPUES DE COMPACTACION	13,87
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	15,34
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	14,53
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2149



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos, pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

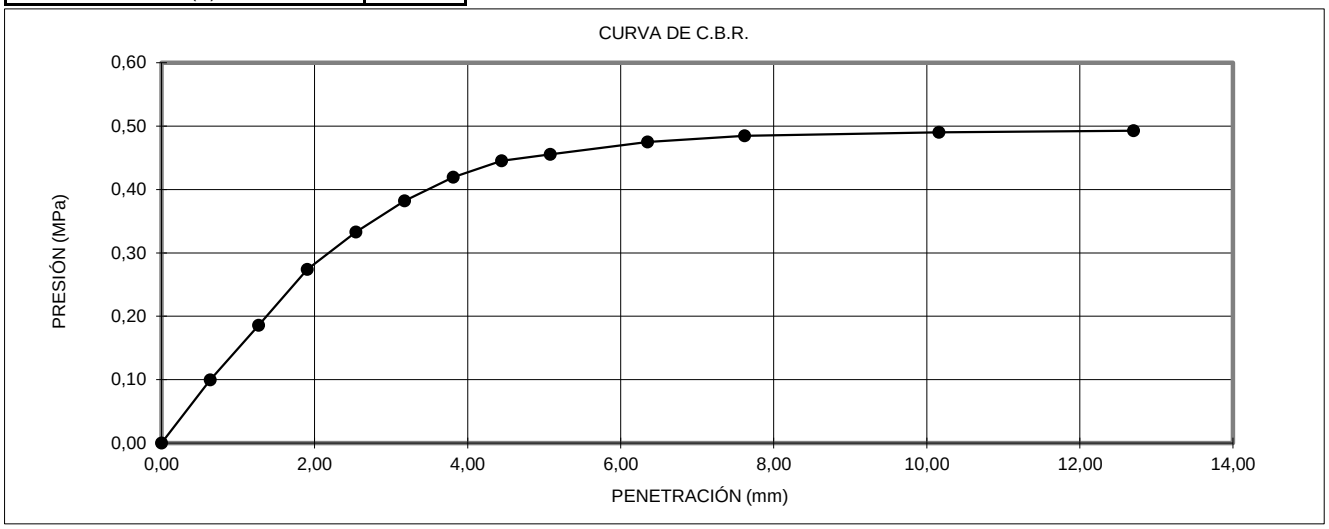
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002173
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	42	APIQUE:	22
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,21-1,50

MOLDE Nº:	35
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9432
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13350
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3918
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2102
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,3
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1630
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**4,82**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**4,40**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4678
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,25
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,65
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,00
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,15
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,36
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,34%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,65%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,78%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,96%

PENETRACIÓN		LECTURA DEL EQUIPO	CARGA SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA
mm	(pulg)	(kN)	P (kN)	(MPa)	(kgf/cm²)	(lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,19	0,2	0,10	1,0	14
1,3	0,050	0,36	0,4	0,19	1,9	27
1,9	0,075	0,53	0,5	0,27	2,8	40
2,5	0,100	0,64	0,6	0,33	3,4	48
3,2	0,125	0,74	0,7	0,38	3,9	55
3,8	0,150	0,81	0,8	0,42	4,3	61
4,4	0,175	0,86	0,9	0,45	4,5	65
5,1	0,200	0,88	0,9	0,46	4,6	66
6,4	0,250	0,92	0,9	0,48	4,8	69
7,6	0,300	0,94	0,9	0,48	4,9	70
10,2	0,400	0,95	0,9	0,49	5,0	71
12,70	0,500	0,95	1,0	0,49	5,0	71

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,31
DESPUES DE COMPACTACION	12,99
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	16,23
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	14,51
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1915



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Intervenidos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

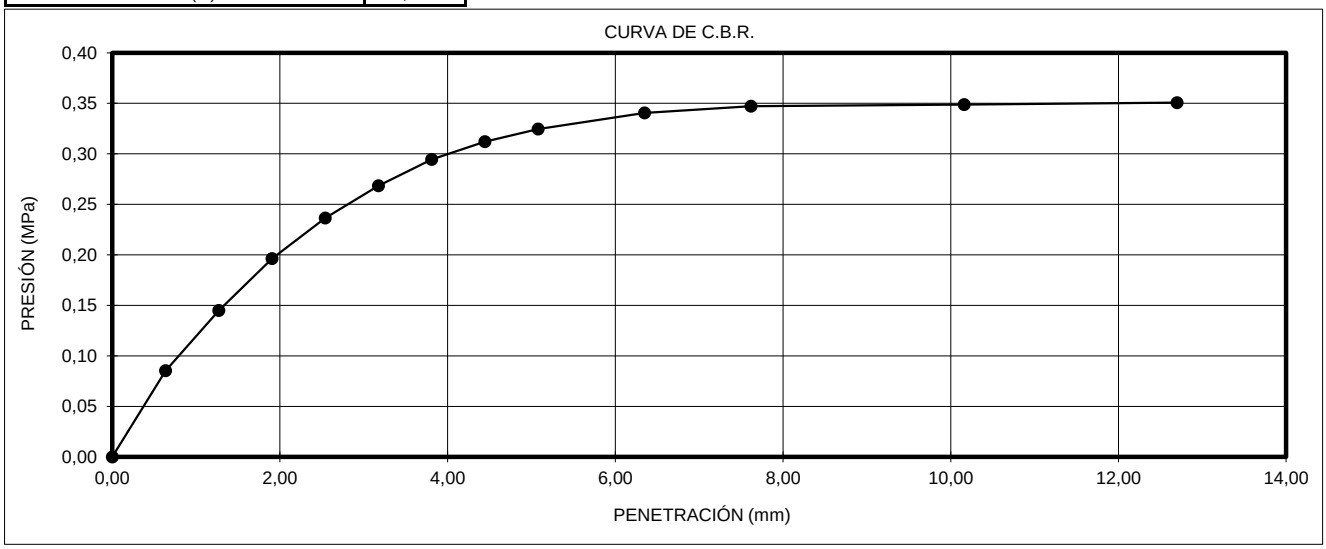
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4002173
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-04-07
DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-11
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	42	APIQUE:	22
INFORME PC Nº:	032-2024	PROFUNDIDAD (m):	0,21-1,50

MOLDE Nº:	14
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9459
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13260
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3801
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2102
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	14,2
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1583
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**3,43**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**3,14**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4915
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	2,55
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	2,82
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,20
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,65
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,94
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,23%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,56%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,95%
EXPANSION 96 HORAS (%)	1,20%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,17	0,2	0,09	0,9	12
1,3	0,050	0,28	0,3	0,14	1,5	21
1,9	0,075	0,38	0,4	0,20	2,0	28
2,5	0,100	0,46	0,5	0,24	2,4	34
3,2	0,125	0,52	0,5	0,27	2,7	39
3,8	0,150	0,57	0,6	0,29	3,0	43
4,4	0,175	0,60	0,6	0,31	3,2	45
5,1	0,200	0,63	0,6	0,32	3,3	47
6,4	0,250	0,66	0,7	0,34	3,5	49
7,6	0,300	0,67	0,7	0,35	3,5	50
10,2	0,400	0,68	0,7	0,35	3,6	51
12,70	0,500	0,68	0,7	0,35	3,6	51

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	14,20
DESPUES DE COMPACTACION	12,68
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	17,29
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	14,72
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	1994



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4002173

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-04-07

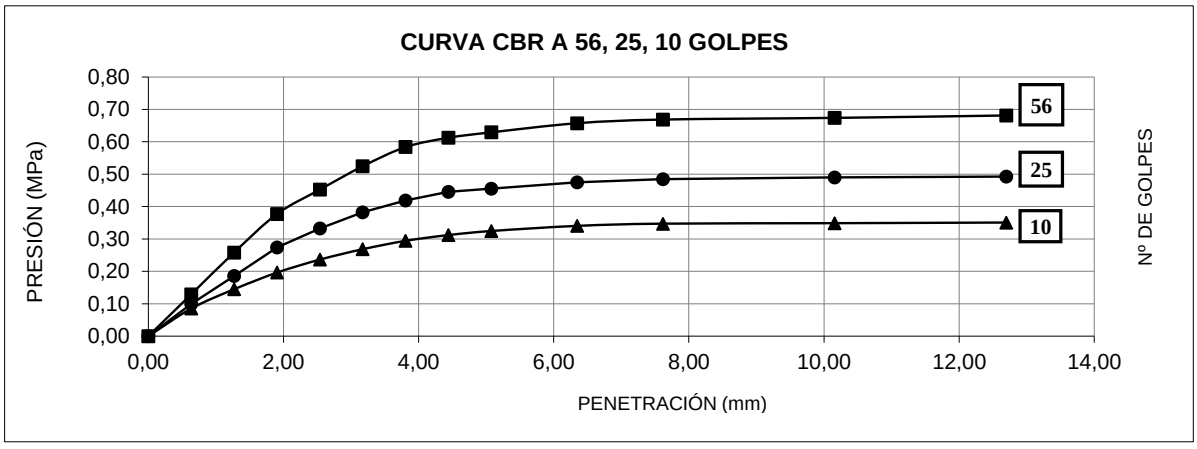
DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-11

CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.

MUESTRA Nº: 42 — APIQUE: 22

INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,21-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,09	0,10	0,13
1,27	0,050	0,14	0,19	0,26
1,91	0,075	0,20	0,27	0,38
2,54	0,100	0,24	0,33	0,45
3,18	0,125	0,27	0,38	0,52
3,81	0,150	0,29	0,42	0,58
4,45	0,175	0,31	0,45	0,61
5,08	0,200	0,32	0,46	0,63
6,35	0,250	0,34	0,48	0,66
7,62	0,300	0,35	0,48	0,67
10,16	0,400	0,35	0,49	0,67
12,70	0,500	0,35	0,49	0,68



OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4002173

INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-04-07

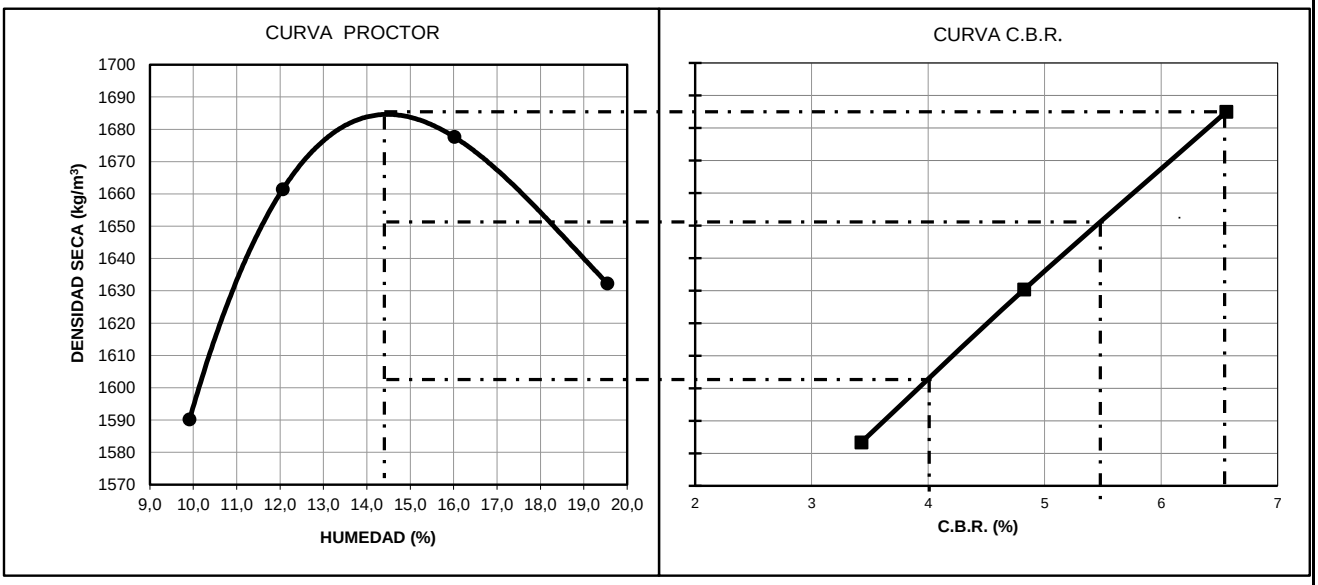
DESCRIPCIÓN: ARENA ARCILLOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-11

CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.

MUESTRA Nº: 42 — APIQUE: 22

INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,21-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1583	3,43	1,20%
25	1630	4,82	0,96%
56	1685	6,56	0,61%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1685**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1685	6,6
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1651	53,4
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1601	4,0

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO. NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ: DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (1) 245 17 77 Móvil: 310 806 10 72 Bogotá DC - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS** **PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS** **NORMA NTC 1504:2000**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
		VERSIÓN:	1
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4004724

APIQUE Nº. 17
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-04-01
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GC-GM**	GRAVA ARCILLO LIMOSA					12,14	32
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SUELTO						
0,40	0,40			SE ENCUENTRA CINTA DE TUBERIA A 0,40 m,						
	0,45			RAJON MAYOR A 8"						
	0,50									
	0,55									
	0,60									
	0,65									
	0,70									
	0,75									
	0,80									
	0,85									
0,90	0,90									
	0,95		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		1,00			30,00	33
	1,00			GRIS CON OXIDACION		0,40				
	1,05			HUMEDAD MEDIA						
	1,10			CONSISTENCIA BAJA						
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE DAPCIL SAS Y EL CLIENTE.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4004724

FECHA DE RECEPCION: 2025-04-03

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

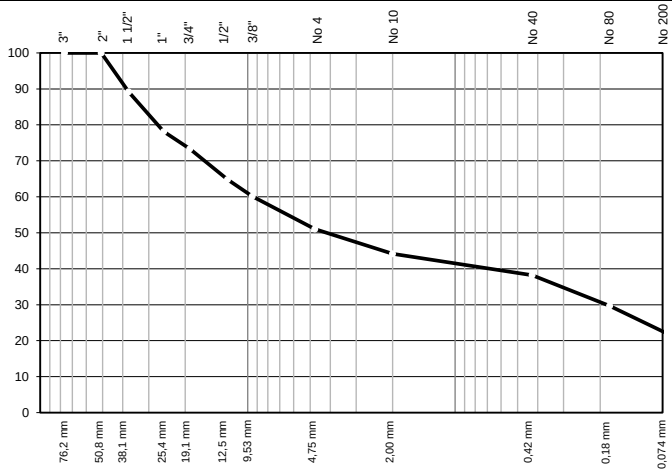
Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS

FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA ARCILLO LIMOSA

SONDEO No: 17 MUESTRA No: 32 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,40



Gravas: 49,0%	Arenas: 31,9%	Finos: 19,1%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			5913,3
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	638,7	10,8	89
1"	655,5	11,1	78
3/4"	283,2	4,8	73
1/2"	502,8	8,5	65
3/8"	277,5	4,7	60
No 4	537,0	9,1	51
No 10	408,0	6,9	44
No 40	351,9	6,0	38
No 80	504,3	8,5	30
No 200	623,4	10,5	19,1
Fondo	1129,8	19,1	0

LIMITES DE ATTERBERG

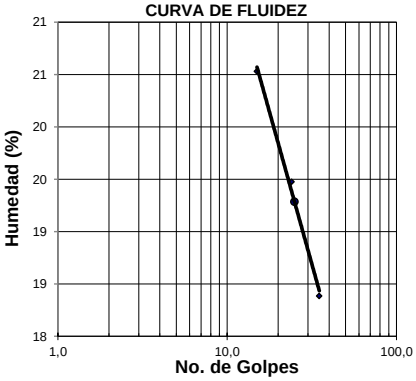
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	24	15
# Recipiente	37A	8A	12B
W_1 (g)	34	34,71	34,23
W_2 (g)	29,38	29,73	29,12
W_C (g)	4,25	4,16	4,23
% HUMEDAD	18,4	19,5	20,5

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	22A	47A	W_N
W_1 (g)	15,1	15,28	42
W_2 (g)	13,81	13,97	709,5
W_C (g)	4,39	4,41	640,4
% HUMEDAD	13,7	13,7	71
			12,1

CURVA DE FLUIDEZ



	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		19
Limite Plastico:		14
Indice de Plasticidad:		5
Humedad Natural:		12,1
Índice de Liquidez		-0,3

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.):	**A-4 (0)**
U. S. C. S.:	**GC-GM**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4004724
FECHA DE RECEPCION: 2025-07-03

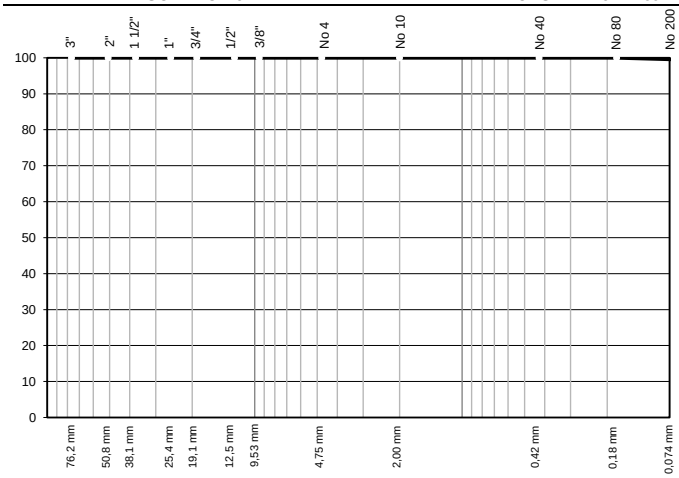
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
FECHA DE ENSAYO: 2025-04-11

Dir. CLIENTE: DIEGO CABALLERO ROJAS
FECHA DE EMISION: 2025-04-15

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 17 MUESTRA No: 33 PROFUNDIDAD (m): 0,90-1,50



Gravas: 0,0%	Arenas: 0,6%	Finos: 99,4%

Observaciones:

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 212,5

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	0,0	0,0	100
No 10	0,0	0,0	100
No 40	0,0	0,0	100
No 80	0,0	0,0	100
No 200	1,3	0,6	99,4
Fondo	211,2	99,4	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		34
Limite Plastico:		16
Indice de Plasticidad:		18
Humedad Natural:		30,0
Índice de Liquidez		0,8

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (18)**

U. S. C. S.: **CL**

LIMITES DE ATTERBERG

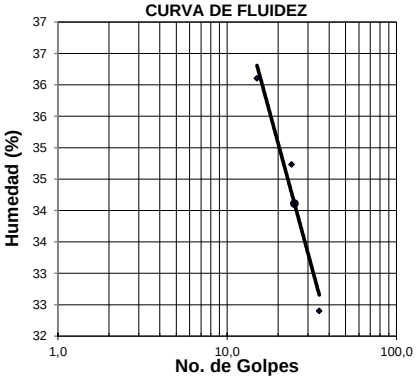
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	35	24	15
# Recipiente	29B	28A	13A
W_1 (g)	34,56	34,24	34,31
W_2 (g)	27,12	26,56	26,37
W_C (g)	4,16	4,45	4,38
% HUMEDAD	32,4	34,7	36,1

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	53B	27A	W_N 8A
W_1 (g)	16,76	16,31	95,02
W_2 (g)	15,08	14,67	74,05
W_C (g)	4,5	4,24	4,16
% HUMEDAD	15,9	15,7	30,0

CURVA DE FLUIDEZ



Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

***** FIN DE INFORME *****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo
CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA
Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO:	**REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**	OT:	**97-1**
UBICACIÓN:	CIV 4004724	FECHA DE RECEPCIÓN:	2025-04-03
CLIENTE:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-11
Dir. CLIENTE:	DIEGO CABALLERO ROJAS	FECHA DE EMISIÓN:	2025-04-16
FUENTE:	OBRA		
DESCRIPCIÓN MUESTRA:	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		

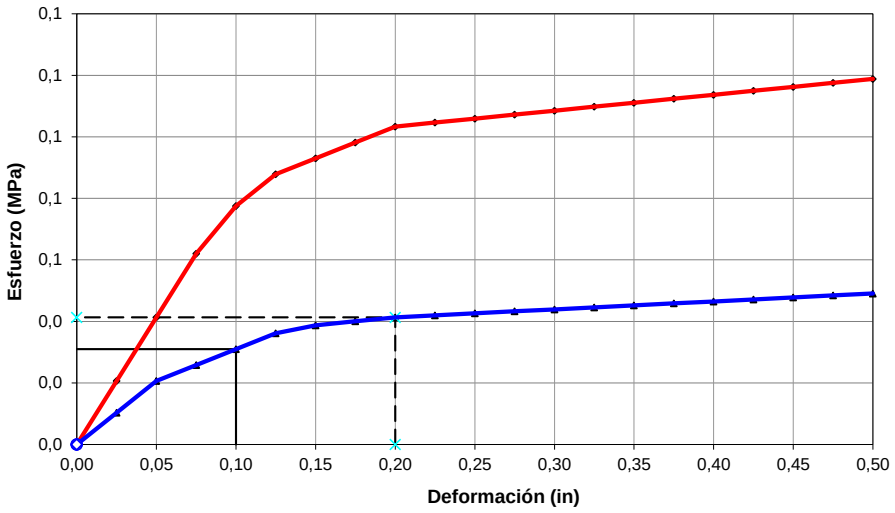
APIQUE No: 17 MUESTRA No: 33 PROFUNDIDAD (m): 0,90-1,50

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,040	0,021		0,020	0,010	
0,050	1,27		0,080	0,041		0,040	0,021	
0,075	1,91		0,120	0,062		0,050	0,026	
0,100	2,54	6,9	0,150	0,078	1,12	0,060	0,031	0,45
0,125	3,18		0,170	0,088		0,070	0,036	
0,150	3,81		0,180	0,093		0,075	0,039	
0,175	4,45		0,190	0,098		0,070	0,036	
0,200	5,08	10,3	0,200	0,103	1,00	0,080	0,041	0,40
0,300	7,62		0,210	0,109		0,085	0,044	
0,400	10,16		0,220	0,114		0,090	0,047	
0,500	12,70		0,230	0,119		0,095	0,049	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	8A
W_1	95,02
W_2	74,05
W_C	4,16
% Humedad	30,00

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	8C
W_1	86,11
W_2	59,38
W_C	4,38
% Humedad	48,60

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7735 g
W. molde: 3880 g
W.muestra húmeda: 3855 g
Diámetro molde: 15,2 cm
Altura muestra: 15,2 cm
Densidad húmeda: 1,398 g/cm³
Densidad Seca: 1,075 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	2,0
Lectura 2° Dia	5,0
Lectura 3° Dia	9,0
Lectura 4° Dia	13,0
Expansión Total (Mm)	0,330
Expansión Total (%)	0,217

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Revisó o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

***** FIN DE INFORME *****

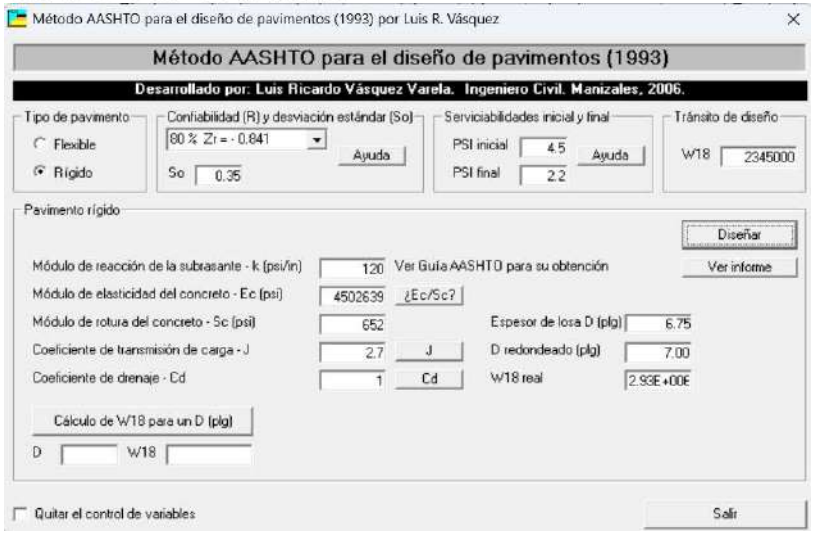
ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON CAPA ANTIEROSIVA

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CAPA ANITEROSIVA
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**2345000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K comb	**120**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.37	
		6.37	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado Excel)**	6.86	pulg
		17.43	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	18.00	cm
		7.09	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	19.00	cm
		7.48	pulg
	D (espesor losa construible)	20.00	cm
		7.87	pulg

VERIFICACION INVIAS	Tipo de subrasante	S3
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T2



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

Tránsito T2

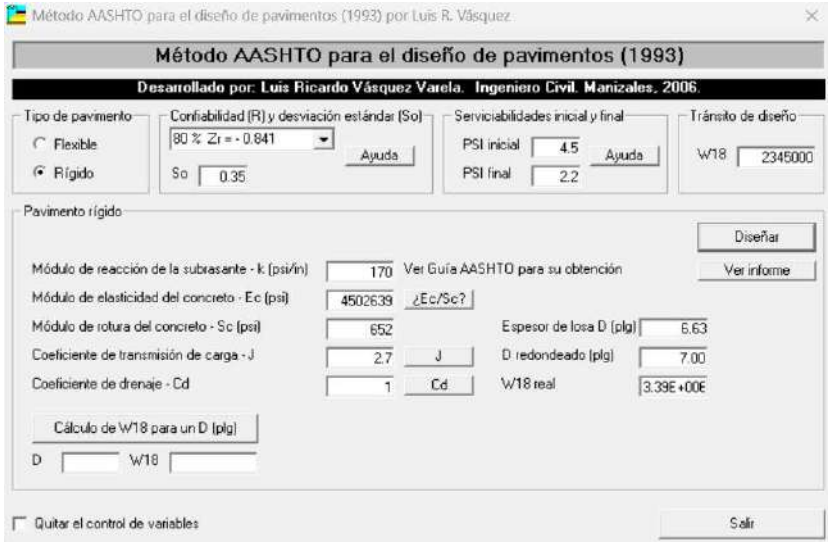
		S1				S2					S3			S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	25	29	25	29	24	28	24	28	22	26	22	26	22	25	22	25	21	25	22	25
	MR2	24	28	25	28	24	27	24	27	22	25	22	25	21	24	22	24	21	24	22	24
	MR3	24	27	25	27	24	28	26	28	21	24	22	24	20	23	22	23	20	23	22	23
	MR4	22	26	25	26	23	27	26	27	20	23	22	24	19	22	22	23	19	22	22	23
BG	MR1	24	28	24	28	23	27	23	27	22	25	22	25	21	25	22	25	21	24	21	24
	MR2	23	27	23	27	23	26	23	26	21	24	22	24	21	24	22	24	20	23	21	23
	MR3	22	26	23	26	23	27	25	27	20	24	22	24	20	23	22	23	20	23	21	23
	MR4	21	25	23	25	22	26	25	26	19	23	22	23	19	22	22	23	19	22	21	23
BEC	MR1	21	24	21	24	21	24	21	24	19	22	21	22	19	22	20	22	19	21	20	22
	MR2	20	23	21	23	20	23	21	23	19	21	21	22	18	21	20	22	18	20	20	22
	MR3	19	23	21	23	20	23	23	24	18	21	21	22	18	20	20	22	17	20	20	22
	MR4	18	22	21	23	19	22	23	24	17	20	21	22	17	19	20	22	17	19	20	22

ANEXO 3. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4003789 - 4003635 - 4000818

DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**2345000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K combinado	**150**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.37	
		6.37	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado)**	6.75	pulg
		17.15	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	18.00	cm
		7.09	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	17.00	cm
		6.69	pulg
	D (espesor losa construible)	20.00	cm
		7.8740	pulg



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

Tránsito T2

		S1				S2					S3			S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no E
SN	MR1	25	29	25	29	24	28	24	28	22	26	22	26	22	25	22	25	21	25	22	25
	MR2	24	28	25	28	24	27	24	27	22	25	22	25	21	24	22	24	21	24	22	24
	MR3	24	27	25	27	24	28	26	28	21	24	22	24	20	23	22	23	20	23	22	23
	MR4	22	26	25	26	23	27	26	27	20	23	22	24	19	22	22	23	19	22	22	23
BG	MR1	24	28	24	28	23	27	23	27	22	25	22	25	21	25	22	25	21	24	21	24
	MR2	23	27	23	27	23	26	23	26	21	24	22	24	21	24	22	24	20	23	21	23
	MR3	22	26	23	26	23	27	25	27	20	24	22	24	20	23	22	23	20	23	21	23
	MR4	21	25	23	25	22	26	25	26	19	23	22	23	19	22	22	23	19	22	21	23
BEC	MR1	21	24	21	24	21	24	21	24	19	22	21	22	19	22	20	22	19	21	20	22
	MR2	20	23	21	23	20	23	21	23	19	21	21	22	18	21	20	22	18	20	20	22
	MR3	19	23	21	23	20	23	23	24	18	21	21	22	18	20	20	22	17	20	20	22
	MR4	18	22	21	23	19	22	23	24	17	20	21	22	17	19	20	22	17	19	20	22

ANEXO 4. MEJORAMIENTO DE LA SUBRSANTE

CALCULO DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CIV'S 4006762 - 4007383 - 4003418- 4002492 - 4005710 - 4005677 - 4005511 - 4002396 - 4003789 - 4003635 - 4000818

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
3.43	261.94	3725.66

MEJORAMIENTO

GEOCELDA

$$E_2 = 0.2h^{0.45}E_3 * MIF$$

	h	E_3	MIF	E_2		$E_{CBR\ req}$	
	cm	kg/cm^2		kg/cm^2		kg/cm^2	
GEOCELDA	15	261.94	1.30	649.26	>	400.0	**OK**
SUBBASE	5	649.26	1.00	755.06	>	400.0	**OK**

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. VERIFICACIÓN DE MODULO COMBINADO K

VERIFICACIÓN DE MODULO EQUIVALENTE

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
7.55	769.95	10951.28

OPCION 1

MATERIAL ESTABILIZADO

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
769.95	5093.00	2.13	20	0.66	0.95	0.64	1757.7	17.58	70.25	258.79	219.37
								4.00			
								OK			

OPCION 2

SUBBASE GRANULAR

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
769.95	1054.00	1.13	30	0.99	0.84	0.64	951.0	9.51	56.91	209.64	135.95
								4.00			
								OK			

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 8. DETALLES CONSTRUCTIVOS DWG- PDF

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024 “REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE”



ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA N° 1136-2024

CONTRATISTA

CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL

DOCUMENTO TÉCNICO:

DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGMENTOS VIALES – CIV 4000774 CALLE 19 SUR ENTRE CARRERA 10 A ESTE Y CARRERA 10 A BIS ESTE – CIV 4000763 CALLE 19 SUR ENTRE CARRERA 10 BIS ESTE Y CARRERA 10 A ESTE – CIV 4000748 CALLE 19 SUR ENTRE CARRERA 10 ESTE Y CARRERA 10 BIS ESTE

BOGOTÁ D.C., MAYO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9

2. GENERALIDADES 14

2.1 Metodología 15

2.2 Normatividad Consultada 15

2.3 Condiciones Climáticas 16

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales 18

4. TRÁNSITO DE DISEÑO 23

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 32

5.1 Estratigrafía 33

5.2 Nivel freático 34

5.3 Ensayos de caracterización física 34

5.4 Análisis de potencial de expansión 37

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 38

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO 39

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES 40

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19 41

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG) 42

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4% 43

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K 45

6.3 Capacidad Estructural Requerida 49

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido 50

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr) 50

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado 51

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI) 51

6.4.4 Coeficientes de drenaje 52

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga 52

6.4.6 Número estructural (SN) 53

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido 53

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) 54

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4% 54

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción 55

6.7 Características Geométricas de la Losa 58

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas 58

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre 60

6.10 Juntas de Transferencia 61

6.11 Juntas de Expansión 61

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte 62

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 64

7.1 Equipos para los materiales granulares 65

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares 68

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento: 70

6.1.1. Preparación del Terreno 70

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla 71

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)* 71

6.1.4. Compactación 71

6.1.5. Curado y Protección 71

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas 72

8 CONCLUSIONES 74

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO 75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia) 14

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia) 19

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia) 22

Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000774 (Fuente: Propia) 22

Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000763 (Fuente: Propia) 22

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000748 (Fuente: Propia) 23

Tabla 7. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 24

Tabla 8. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia) 29

Tabla 9. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia) 29

Tabla 10. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)..... 30

Tabla 11. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia) 31

Tabla 12. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)..... 31

Tabla 13. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia) 32
Tabla 14. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio) 35
Tabla 15. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)..... 37
Tabla 16. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10) 37
Tabla 17. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)..... 37
Tabla 18. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)..... 38
Tabla 19. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)..... 38
Tabla 20. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013) 39
Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales 44
Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 48
Tabla 23. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia) 48
Tabla 24. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia) 49
Tabla 25. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia) 53
Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia) 54
Tabla 27. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia) 55
Tabla 28. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018 57
Tabla 28. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025 58
Tabla 29. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. 58
Tabla 30. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002..... 60
Tabla 31. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002..... 61

Tabla 32. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002. 61
Tabla 33. Alternativa recomendada Fuente Propia. 75

LISTA DE ILUSTRACIONES

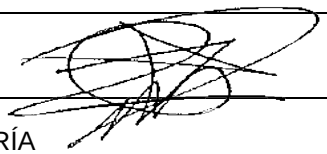
Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth) 19
Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000774. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4000763. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 20
Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4000748. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU) 21
Ilustración 5. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 25
Ilustración 6. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 27
Ilustración 7. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 27
Ilustración 8. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 28
Ilustración 9. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 28
Ilustración 10. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth) 33
Ilustración 11. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia) 34
Ilustración 12. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia) 36
Ilustración 13. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 41
Ilustración 14. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO) . 42
Ilustración 15. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO) 44
Ilustración 16. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO) 46
Ilustración 17. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO) 47
Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO) 51
Ilustración 19. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 51
Ilustración 20. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO) 52

Ilustración 21. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO) 52
Ilustración 22. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO) 53
Ilustración 23. Junta en pozos 59
Ilustración 24. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos 59
Ilustración 25. Junta en Sumideros 60
Ilustración26. Detalle Junta de expansión 62

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
1	TOTALIDAD	06/05/2025	AJUSTE DE ACUERDO A OFICIO CS-MVL-FDLSC-INTV-1144-2024-063-2025
2	TOTALIDAD	15/05/2025	AJUSTE DE ACUERDO A OFICIO CS-MVL-FDLSC-INTV-1144-2024-071-2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**	2	**fecha**	15/05/2025
	RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN	**CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL**		
	PROFESIONAL	**CARGO**	Firma	
	Diego Caballero Rojas	Especialista en pavimentos		
APROBACIÓN	Vo.Bo. INTERVENTORÍA			
	REVISÓ	**CARGO**	Firma	
		Especialista en pavimentos		

1. INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de Obra 1136-2024, suscrito entre la Alcaldía Local de SAN CRISTÓBAL y CONSORCIO J1 SAN CRISTÓBAL, se hace necesario realizar la verificación de los estudios y diseños de la infraestructura de la malla vial en concordancia con lo descrito en el anexo técnico, con el fin de ejecutar las obras necesarias, teniendo en cuenta las condiciones actuales de los tramos viales, el comportamiento del suelo, transito máximo para vías con bajos volúmenes de tránsito, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con las normas para la ciudad de Bogotá D.C.

Adicionalmente, se propondrán alternativas de estructuras de pavimento contemplando los diferentes factores existentes en los tramos tales como, redes sanitarias y pluviales, sumado al uso de materiales reciclados, con el fin de cumplir con la normativa ambiental vigente.

En el presente informe se describe la modelación y diseños estructurales de pavimentos para ser adoptados en la intervención de los segmentos viales identificados con los CIV's 4000774 – 4000763 – 4000748 al sur-oriente de la ciudad de Bogotá D.C., con base en el cual más adelante se proponen y modelan alternativas de diseño de la intervención para el mejoramiento de sus condiciones operacionales en su totalidad.

Así mismo, se presenta un estado general de los segmentos viales que se encuentran dentro del contrato:

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
4000597	Calzada	Carrera 6 Este	Calle 13 Sur	Calle 17A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	
4000774	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10A Este	Carrera 10A Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000763	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Bis Este	Carrera 10A Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000748	Calzada	Calle 19 Sur	Carrera 10 Este	Carrera 10 Bis Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4004724	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 16A Este	Carrera 16B Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4006762	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8F Este	Carrera 9 Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4007383	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8C Este	Carrera 8F Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003418	Calzada	Calle 36H Sur	Carrera 8Bis Este	Carrera 8C Este	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002492	Calzada	Carrera 9C Este	Calle 30A Sur	Calle 30B Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4002396	Calzada	Calle 30 Sur	Carrera 9 Este	Carrera 9A Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
4006585	Calzada	Calle 68 Sur	Carrera 11B Este	Diagonal 68 Bis Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	REHABILITACIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4006306	Calzada	Transversal 11 Bis Este	Carrera 11A Este	Carrera 11 Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006271	Calzada	Transversal 11A Bis Este	Calle 56 Sur	Carrera 11A Este	Los Libertadores	Local	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006227	Calzada	Calle 56 Sur	Carrera 11B Este	Transversal 13B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006237	Calzada	Calle 56 Sur	Transversal 13B Este	Transversal 13C Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	EN EJECUCIÓN POR EAAB	SIN INFORMACIÓN
4006327	Calzada	Transversa 13D Este	Diagonal 59 Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4006328	Calzada	Carrera 11B Este	Transversal 13C Este	Transversal 13D Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003789	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 38 Sur	Calle 38A Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4003635	Calzada	Carrera 7 Este	Calle 37C Bis Sur	Calle 37D Sur	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000818	Calzada	Calle 13 Sur	Carrera 17 Este	Carrera 18 Este	San Blas	Circuito de movilidad	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003156	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4003105	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 36 Sur	Calle 36A Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4008323	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4003047	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 34 Sur	Calle 36 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002996	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 32B Sur	Calle 34 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007440	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 31 Sur	Calle 32B Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002833	Calzada	Carrera 9 Este	Calle 30C Sur	Calle 31 Sur	San Blas	Arterial	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4000061	Calzada	Carrera 6	Calle 1 Sur	Calle 1A Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN
4008530	Calzada	Carrera 6	Calle 1A Sur	Calle 2 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000430	Calzada	Carrera 1C Este	Carrea 1A	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Flexible	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4005710	Calzada	Diagonal 50 Sur	Calle 49B Sur	Carrera 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005677	Calzada	Diagonal 50 Sur	Carrera 11A Este	Calle 49B Sur	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002208	Calzada	Callle 29 Sur	Carrera 9C Este	Carrera 9D Este	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4002173	Calzada	Callle 29 Sur	Carrrera 10 Este	Carrera 11 Este	San Blas	Local	Flexible	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004639	Calzada	Carrera 1 Este	Calle 47A Sur	Calle 48 Sur	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4006321	Calzada	Diagonal 58B Sur	Transversal 13D Este	Transversal 13G Este	Los Libertadores	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4007317	Calzada	Calle 31D Sur	Carrera 2	Carrera 2	20 de Julio	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	MANTENIMIENTO RUTINARIO
4000303	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2	Carrera 2BIS	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4000277	Espacio Público	Calle 7A Sur	Carrera 2BIS	Carrera 3	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución	RECONSTRUCCIÓN

CIV	DESCRIPCIÓN ELEMENTO	EJE	DESDE	HASTA	UPL	TIPO DE VÍA	TIPO DE PAVIMENTO	Estado	RESULTADO DIAGNÓSTICO
								sin reserva.	
4000359	Espacio Público	Carrera 2	Calle 7A Sur	Calle 9 Sur	Sosiego	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001233	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19C Sur	Calle 20 Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001209	Espacio Público	Carrera 12 Este	Calle 19B Sur	Calle 19C Sur	San Blas	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4005511	Calzada	Calle 48C Sur	Carrera 11 Este	Transversal 11B Este	Los Libertadores	Intermedia	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001687	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 27 Sur	Calle 27A Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4001620	Calzada	Carrera 8 Este	Calle 26 Sur	Calle 27 Sur	San Blas	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	RECONSTRUCCIÓN
4004691	Calzada	Calle 42 Sur	Carrera 14 Este	Carrera 15 Este	La Gloria	Local	Rígido	Disponible para ejecución sin reserva.	REHABILITACIÓN

Tabla 1. Información general de los segmentos viales contractuales (Fuente: Propia)

2. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la metodología y normativa consultada para la elaboración de los estudios y diseños de pavimento. Así mismo, la ubicación de las vías a diseñar. De acuerdo con el anexo técnico del contrato de obra 1136 de 2024, el presente informe acoge a las metodologías

convencionales ya sean de carácter analítico, mecanicistas o racionales. Para lo que compete a este diseño se realizará a través de la metodología AASHTO, Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C. y comprobación mediante la modelación de método mecanicista o racional.

2.1 Metodología

Para el desarrollo de la elaboración de los estudios y diseños, se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Revisión de la información contenida en el anexo técnico del respectivo contrato de consultoría.
- Verificación de las hipótesis de diseño y elaboración del diseño, acogiendo las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.
- Revisión de la Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.
- Análisis del estudio de tránsito y determinación de número de ejes equivalentes de diseño y evaluación del tránsito por cada segmento vial y de acuerdo con la *"Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales Para Bogotá D.C."* en la Tabla 4.4 *Categoría de tránsito de diseño.*
- Diseño de una estructura de pavimento por medio de la metodología AASHTO-93.
- Verificación estructural de esfuerzos y deformaciones por método racional.

2.2 Normatividad Consultada

Para realizar una apropiada elaboración del diseño, se tendrá en cuenta:

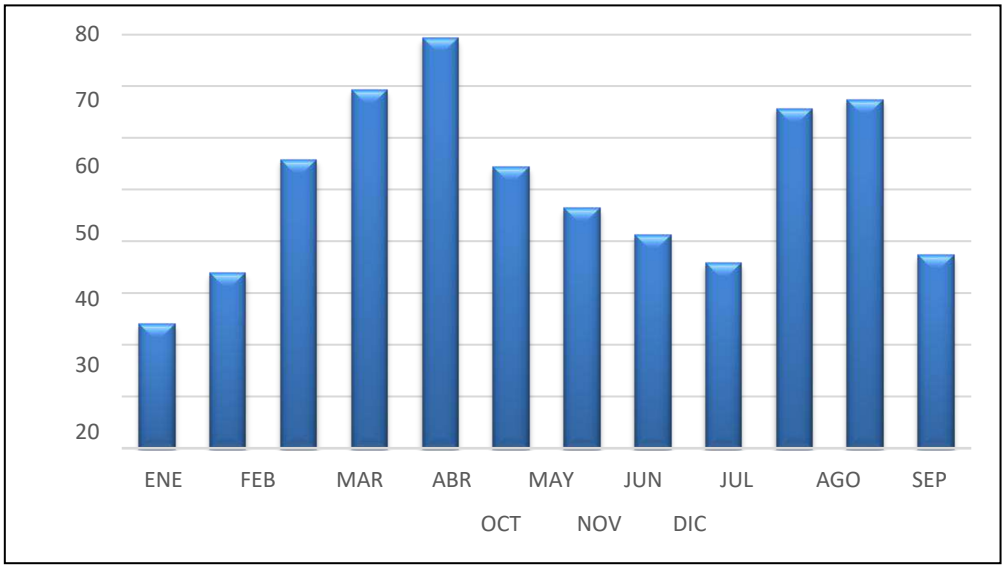
- Metodología de diseño de pavimentos The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, ampliamente utilizada en el medio colombiano.
- Guía Diseño de Pavimentos para Bajos Volúmenes de Tránsito y Vías Locales para Bogotá D.C.

- Resolución número 010910 DE 2019 que en su artículo 3, precisa que el documento ET-IC-01 -Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018) debe ser adoptado.

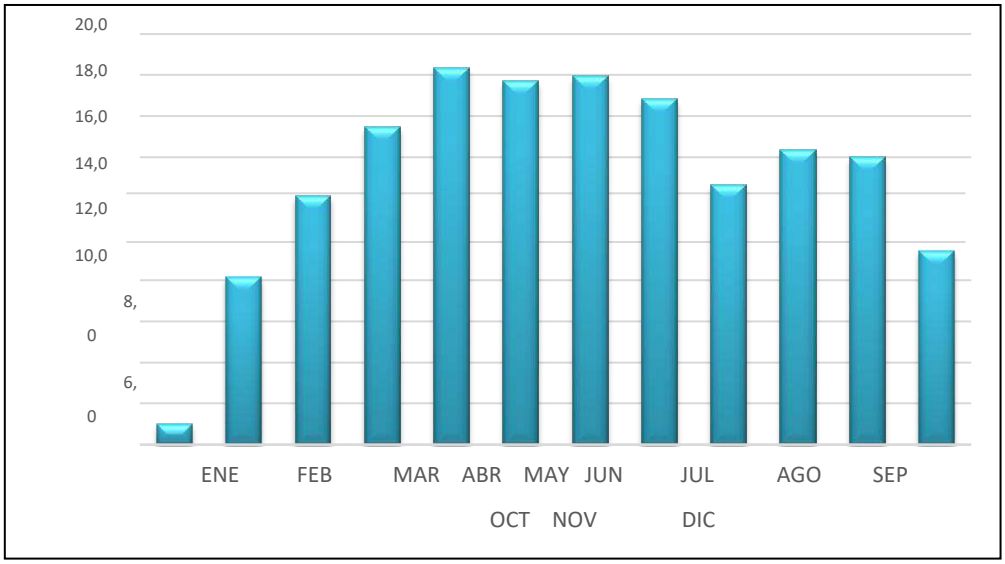
2.3 Condiciones Climáticas

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación Climatológica principal (CP) Doña Juana, ubicada en las coordenadas 4°30'0.0"N y 74°10'0.0"W a una altura de 2.700 metros sobre el nivel medio del mar, y que registra los siguientes parámetros (http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima):

- Precipitación anual: 603,7 mm
- Número de días con lluvia: 162
- Temperatura media: 9,3 ° C



Gráfica 1. Histograma de lluvias, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.



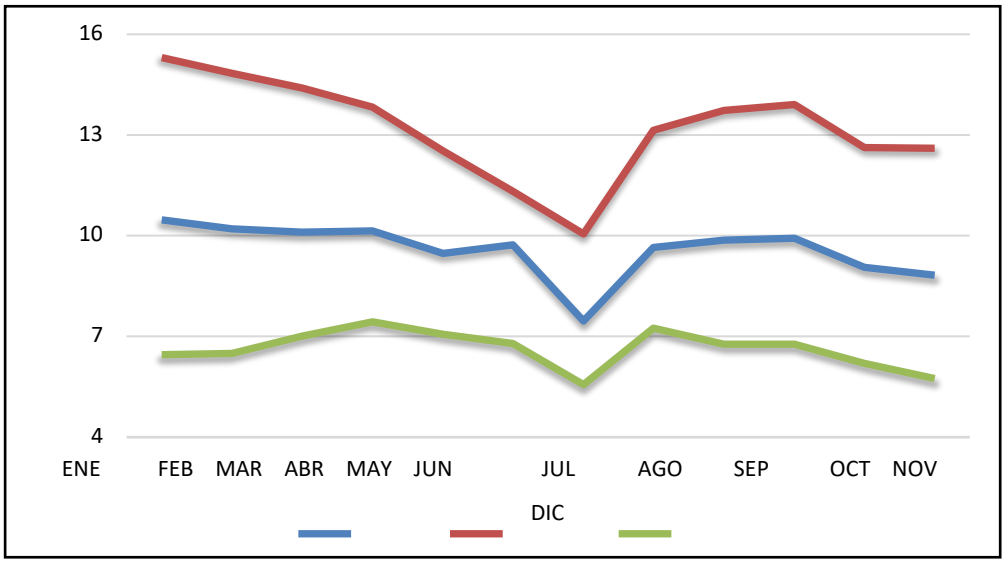
Gráfica 2. Días de lluvia en el año, estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima.

- Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio. Bajo estas condiciones el coeficiente de drenaje de los materiales granulares no tratados se define en $m_{SBG-BG} = 0.90$.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365}$$

$$\%tiempo = \frac{15.5 + 18.4 + 17.7 + 18 + 16.8 + 14.3 + 14}{365} = 31\%$$

Con respecto a la temperatura, en la gráfica se observa la variación de esta durante el año.



Gráfica 3. Temperaturas en el año, Estación Doña Juana. Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

2.4 Localización y descripción de los segmentos viales

Los segmentos viales que se relacionan a continuación, se encuentran en el sector SAN CRISTÓBAL SUR de la UPL SAN BLAS y se catalogan como malla vial intermedia. A continuación, se presenta su ubicación y las características geométricas más relevantes:



Ilustración 1. Ubicación segmentos viales (Fuente: Propia- Google Earth)

CIV	EJE	DESDE	HASTA	LONG (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)
4000774	CL 19 SUR	KR 10 A E	KR 10 A BIS E	28.63	7.21	206.42
4000763	CL 19 SUR	KR 10 BIS E	KR 10 A E	22.42	6.98	156.49
4000748	CL 19 SUR	KR 10 E	KR 10 BIS E	67.26	6.88	462.75

Tabla 2. Información general de los segmentos viales (Fuente: Propia)

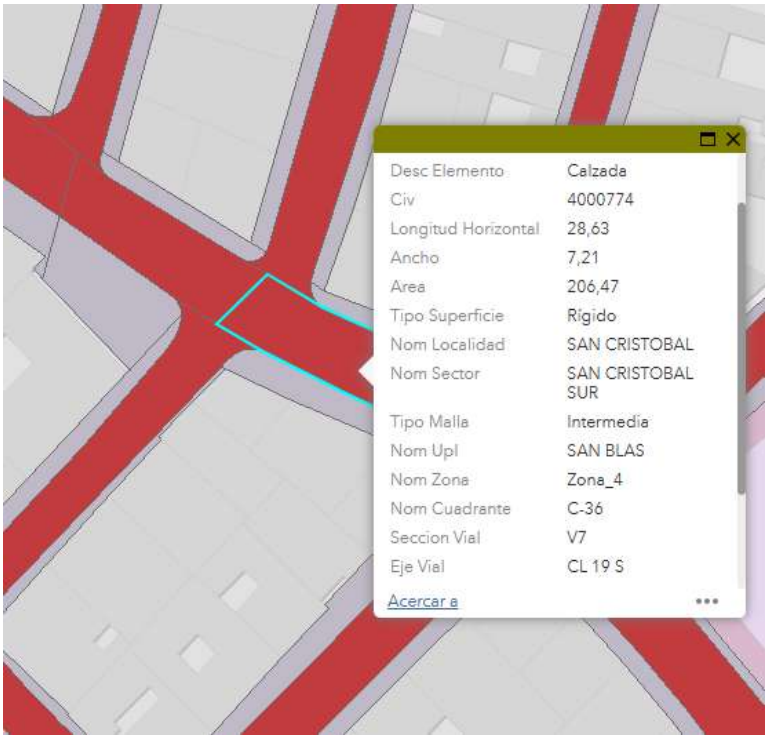


Ilustración 2. Ubicación Segmento vial 4000774. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

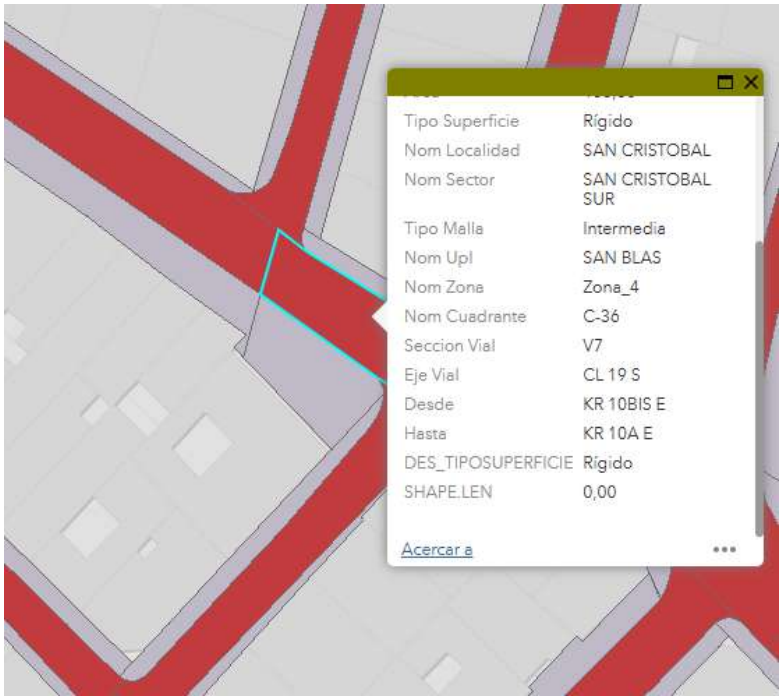


Ilustración 3. Ubicación Segmento vial 4000763. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

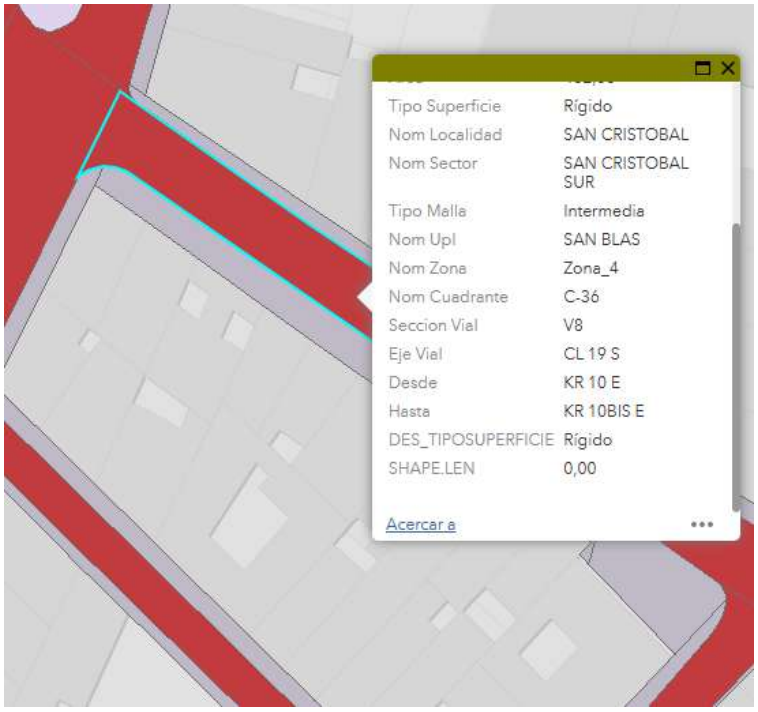


Ilustración 4. Ubicación Segmento vial 4000748. (fuente: Inventario Malla Vial – IDU)

3. DIAGNÓSTICO VIAL POR LA METODOLOGÍA PCI

En el presente apartado se muestra el panorama general del estado actual de los tramos viales de estudio, los cuales fueron mostrados en el documento DIAGNÓSTICO DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. Allí se evaluaron las condiciones de operación en términos de la estructura de pavimento y su condición superficial a partir de los lineamientos establecidos en la metodología Pavement Condition Index – PCI. De acuerdo con la evaluación funcional y estructural, en el diagnostico vial se recomendó una intervención del tipo REHABILITACIÓN debido al estado actual de las vías de acuerdo a los daños que fueron relacionados en el documento de diagnóstico. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los resultados de diagnóstico para cada uno de las unidades de muestreo que hacen parte de los segmentos viales:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE ESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000774	CL 19 SUR	KR 10 A E	KR 10 A BIS E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4000763	CL 19 SUR	KR 10 BIS E	KR 10 A E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN
4000748	CL 19 SUR	KR 10 E	KR 10 BIS E	RÍGIDO	REHABILITACIÓN

Tabla 3. Tipo de intervención del segmento vial de acuerdo a diagnostico (Fuente: Propia)





Tabla 4. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000774 (Fuente: Propia)





Tabla 5. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000763 (Fuente: Propia)

Tabla 6. Registro fotográfico segmento vial CIV 4000748 (Fuente: Propia)

4. TRÁNSITO DE DISEÑO

En general, el tránsito influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen una agresividad o daño a la estructura. En una vía local este parámetro de diseño influye en mayor magnitud, puesto que el tiempo de aplicación de la carga es mayor debido a que la velocidad de diseño es inferior si se compara con vías principales.

La evaluación del tránsito tiene en cuenta la clasificación y configuración de los vehículos, que permite diferenciar el flujo vehicular que puede circular en este tipo de vías. La clasificación de los vehículos se realiza acorde con su uso, comercial o no, y a su peso, vehículos livianos y pesados. La clasificación asociada al uso de los vehículos define la distribución de tránsito en una vía local rural. Por su parte, la clasificación según la carga permite evaluar el daño que los vehículos pesados imponen a la estructura de pavimento. En cuanto a su configuración, los vehículos pesados se clasifican por el número y tipo de eje que poseen (Resolución 4100 de 2004 modificada – Resolución 1782 de 2009 – Ministerio de Transporte). Para vías de las distintas localidades de Bogotá se estima que pasarán vehículos tipo 2 y tipo 3, puesto que vehículos pesados de una mayor clasificación necesitan de condiciones geométricas amplias difíciles de encontrar en este tipo de vías.

Los segmentos viales de la localidad de SAN CRISTÓBAL en su mayoría cuentan con un flujo vehicular entre un rango entre flujo bajo y medio. En su mayoría corresponden a vías locales de carácter residencial con tránsito de vehículos livianos, por consiguiente, si se tiene en cuenta que la vía se encuentra clasificada como Tipo de Malla Local, se asume el valor establecido por la Guía GU-IC-019 "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C. elaborada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU para un nivel de tránsito tipo T1-1.

De acuerdo con lo establecido en la guía anteriormente mencionada, la categoría de tránsito T1-1 comprende un número de vehículos comerciales inferiores a 50 y para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) inferior a 615.000 para pavimentos flexibles y menor a 2.345.000 para pavimentos rígidos, en un periodo de 10 y 20 años respectivamente. En cambio, la categoría de tránsito T2-1 comprende un número de vehículos comerciales mayores a 50 y menores o iguales 100; para el cual se espera un Número de Ejes Equivalentes (NEE) mayores a 2.345.000 y menores o iguales 4.690.000 para pavimentos rígidos pero mayores a 615.000 y menores o iguales 1.235.000 para el caso de pavimentos flexibles.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1–1	VDPo ≤ 50	NEE ≤ 2.345.000	NEE ≤ 615.000
T2–1	50 < VDPo ≤ 100	2.345.000 < NEE ≤ 4.690.000	615.000 < NEE ≤ 1.235.000
T2–2	100 < VDPo ≤ 150	4.690.000 < NEE ≤ 7.000.000	1.235.000 < NEE ≤ 1.855.000

Tabla 7. Número de ejes equivalentes para el segmento vial. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

Para la evaluación del transitó, y verificar los ejes equivalentes que serán utilizados para el diseño, se verificó la información disponible para la localidad de San Cristóbal de proyectos que hayan sido ejecutados durante la vigencia 2024. La consulta se realizó a través del portal de contratación SECOP 2: (https://community.secop.gov.co/Public/Tendering/ContractNoticeManagement/Index?currentLanguage=es-CO&Page=login&Country=CO&SkinName=CCE)

A partir de esto, se obtuvo la consulta para el proyecto enmarcado en la licitación pública FDLSC-LP-001-2023 cuyo objeto fue: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE". Dentro de la información pública y obtenida en el portal de contratación se tomó como soporte el siguiente documento: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA, de fecha 29 de agosto de 2023, información que permite dilucidar la siguiente evaluación del tránsito capítulo 3:

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Ilustración 5. Información de las zonas donde se realizaron conteo Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

4.1. Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

• Busetas
• Buses
• Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

4.2. Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Siendo,
i, el tipo de vehículo

4.3. Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

• Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
• Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

4.4. Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección:

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Ilustración 6. Factor direccional Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Se define un factor direccional típico de 1.

4.5. Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Ilustración 7. Factor de distribución por carril Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

4.6. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

4.7. Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Ilustración 8. Conteos Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Ilustración 9. Repeticiones de carga Fuente: Informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023

El informe de pavimentos FDLSC-LP-003-2023 se incluye en el anexo 4.

A partir de esto, y como verificación se procedió con la información obtenida a realizar la proyección de ejes equivalentes para 20 años, periodo de diseño para el pavimento rígido, obteniendo lo siguiente:

4.8. Transito promedio diario.

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO - TPD										
TPD			BUS	BUS PADRÓN	C_2P	C_2G	C_{3-C4}	C_5	$>C_5$	TOTAL
Aforos 2025 = TE			450	1	37	1	1	0	0	490
Otros Vehículos										0
Tránsito Atraído = T At	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Desarrollado = TD	3%		14	0	1	0	0	0	0	15
Tránsito Total			477	1	39	1	1	0	0	519
Tránsito de Construcción aparente CA							1			1
Total			477	1	39	1	2	0	0	520
Porcentaje	%		91.66%	0.20%	7.54%	0.20%	0.40%	0.00%	0.00%	100.0%
Factor Direccional Fd	100%									
Factor por Carril de Diseño Fca	100%									
Factor de Ajuste Fd x Fca	100%		477	1	39	1	2	0	0	520
Tasa de Crecimiento Anual	2.56%	2.56%								
TPD de Diseño		0	489	1	40	1	2	0	0	534

Tabla 8. Cálculo de TPD de diseño (Fuente: Propia)

4.9. Factor Camión

A continuación, se presenta las equivalencias para el cálculo del factor camión:

CALCULO DE FACTOR CAMIÓN			
TIPO	BUSETAS	CAMIONES	TOTAL
FC FLEXIBLE	1.01415	1.708046821	1.06854
FC RÍGIDO	0.97867	2.025216689	1.06182

Tabla 9. Cálculo de factor camión (Fuente: Propia)

TIPO DE VEHÍCULO		FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (FÓRMULA SIMPLIFICADA AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 1996)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2002)	FACTOR DAÑO PAVIMENTO FLEXIBLE (PESAJE 2003)
AUTOS	AUTOS	0.00136	0.00106	0.000	0.00076		
BUSES	BUSETA	0.36082	0.32934	0.400	0.28983		
	BUS	1.01415	1.04087	1.000	0.97867	1.00000	1.00000
	BUS METROPOLITANO	1.52969	1.58608	1.000	1.59502	1.00000	1.00000
C_2P	C_2P	1.47873	1.49385	1.140	1.56014	1.14000	1.14000
C_2G	C_2G	3.57649	3.92130	3.440	4.00133	2.81000	2.15000
C_3 Y C_4	C_3	4.77916	5.31029	3.760	9.58982	3.52000	3.15000
	C_2-S_1	6.66100	6.47658	3.370	7.58407	3.17000	3.13000
	C_4	5.11254	4.91393	6.730	9.86290	3.79000	3.15000
	C_3-S_1	8.02227	7.86557	2.220	13.31807	0.65000	2.33000
	C_2-S_2	8.02227	7.86557	3.420	13.31807	2.44000	2.27000
C_5	C_3-S_2	9.22494	9.25456	4.400	18.90656	3.70000	4.21000
$>C_5$	$>C_5$	6.31937	5.81287	4.720	13.56590	4.44000	5.31000

Tabla 10. Factores de equivalencia factor camión (Fuente AASHTO 93)

4.10. Cálculo de ejes equivalentes:

Para el calculo de los ejes equivalentes se utilizó la siguiente expresión:

$$NEE = 365 * TPD * \%VC * FC * Fd * Fca * Fp$$

Ecuación 1. Cálculo de ejes equivalentes. Fuente: Invias 2015

Donde:

TPD= Transito Promedio Diario

VC= Distribución de vehículos

FC= Factor Camión

Fd= Factor Direccional

Fca = Factor de distribución por Carril

Fp = Factor de Proyección = (1+r)^n -1 / ln (1+r)

r = Tasa de crecimiento

n = Año de proyección

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES		
EJES EQUIVALENTES PARA EL AÑO DE PROYECCIÓN	**EJES PAVIMENTO FLEXIBLE (CALCULADO AASHTO)**	**EJES PAVIMENTO RÍGIDO (CALCULADO AASHTO)**
NEE en 2026 (3 Años)	6.49.E+05	6.45.E+05
NEE en 2028 (5 Años)	1.11.E+06	1.10.E+06
NEE en 2030 (7 Años)	1.59.E+06	1.58.E+06
NEE en 2033 (10 Años)	2.37.E+06	2.35.E+06
NEE en 2038 (15 Años)	3.80.E+06	3.77.E+06
NEE en 2043 (20 Años)	5.42.E+06	5.38.E+06

Tabla 11. Cálculo de ejes equivalentes segmentos viales (Fuente: Propia)

Con base en la información obtenida se determina que una categoría T2-2 representa las condiciones reales del tránsito de los segmentos viales que correspondan a malla vial intermedia, por lo cual será usado el traficó obtenido de la proyección que corresponde a 5.380.000 Ejes equivalentes.

En el caso de los presentes tramos viales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al realizar la intervención de este tramo vial se atrae un tránsito de la zona adyacente al mismo, ya que es uno de los corredores de movilidad alternos.
- El número de ejes equivalentes se debe establecer teniendo en cuenta que el Fondo de Desarrollo Local no volverá a priorizar este corredor en 10 años como mínimo, y el tramo vial debe estar funcional en la medida de lo posible durante este período.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el número de ejes equivalentes para diseño de pavimento flexible y rígido se establecen a continuación:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	TIPO DE VÍA	CAT. TRANSITO	NEE RÍGIDO
4000774	CL 19 SUR	KR 10 A E	KR 10 A BIS E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4000763	CL 19 SUR	KR 10 BIS E	KR 10 A E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000
4000748	CL 19 SUR	KR 10 E	KR 10 BIS E	INTERMEDIA	T2-2	5.380.000

Tabla 12. Tránsito en los segmentos viales (Fuente: Propia)

5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El objetivo principal de la exploración del subsuelo es identificar la variación vertical de los diferentes tipos de suelos y/o unidades estratigráficas en la longitud del corredor vial en estudio, los espesores de las capas, el estado de las capas granulares que se identifican en profundidad y el tipo de subrasante que se tiene como en la parte inferior de la estructura de pavimento.

Para conocer las propiedades físicas, intrínsecas y los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en los tramos viales, se procedió a realizar la exploración directa mediante apiques, en ellos se tomaron muestras inalteradas para realizar los respectivos ensayos. Teniendo en cuenta la longitud de cada segmento vial, se tomaron apiques manuales ejecutados con profundidad de 1.50 metros, donde en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Pavimentos del IDU, los ensayos que se realizaron sobre las exploraciones son los siguientes:

- Ensayo de contenido de humedad (INV E-123)

- Límites de Atterberg (INV E-125, INV E-126)

- Análisis granulométrico (INV E-122)

- Ensayo CBR (INV E-132 para laboratorio e INV E-133 para campo)

CIV	COORDENADA APIQUE
4000774	4°34'11"N 74°04'53"W
4000763	4°34'11"N 74°04'54"W
4000748	4°34'13"N 74°04'56"W

Tabla 13. Ubicación de los apiques en los segmentos viales (Fuente: Propia)



Ilustración 10. Ubicación de apiques (Fuente: Propia – Google Earth)

A continuación, se presentan los perfiles estratigráficos encontrados y los resultados de los ensayos de laboratorio.

5.1 Estratigrafía

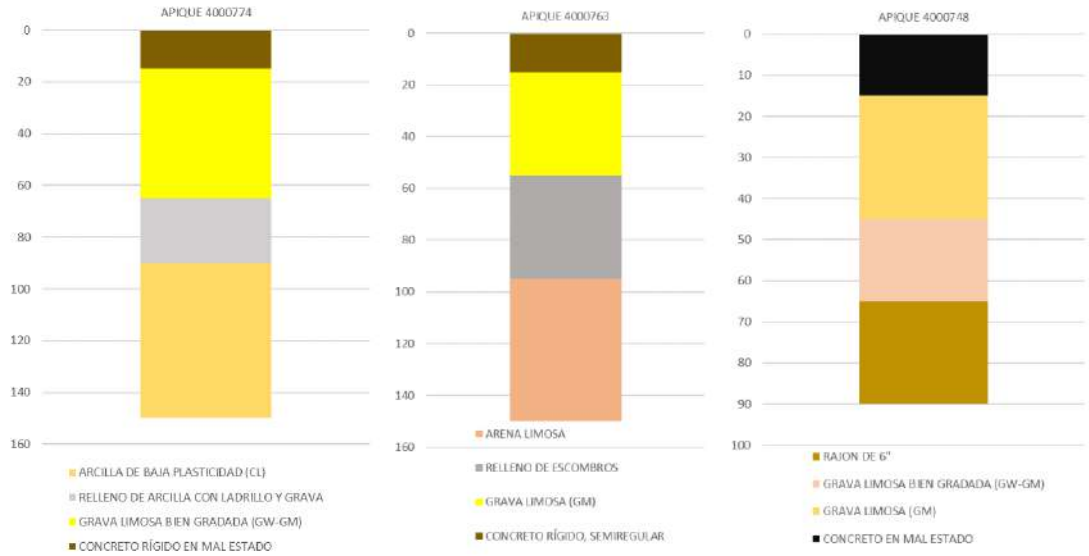


Ilustración 11. Perfiles Estratigráficos parte 2 (Fuente: Propia)

- En el apique 4000774 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa bien gradada (GW-GM) de 50 cm, una capa de relleno de arcilla con ladrillo y grava de 25 cm, una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 60 cm.
- En el apique 4000763 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto rígido, semiregular de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 40 cm, una capa de relleno de escombros de 40 cm, una capa de arena limosa (SM) de 55 cm.
- En el apique 4000748 se observó la existencia de un perfil conformado por una capa de concreto en mal estado de 15 cm, una capa de grava limosa (GM) de 30 cm, una capa de grava limosa bien gradada (GW-GM) de 20 cm, una capa de rajon de 6" de 25 cm, y una capa de arcilla de baja plasticidad (CL) de 60 cm,

En el anexo 5, se presenta el registro fotográfico de los apiques. Y en el anexo 7 se encuentran los certificados de los laboratorios.

5.2 Nivel freático

Con respecto al nivel freático, en ninguno de los apiques se reporta una condición de nivel freático hasta la profundidad de exploración.

5.3 Ensayos de caracterización física

Para el desarrollo del presente documento se realizaron apiques en donde se tomaron muestras alteradas y se realizaron ensayos índices de clasificación (humedad natural, límites de consistencia y gradación), y sobre las muestras inalteradas recuperadas en la subrasante se realizaron ensayos de CBR en laboratorio. A continuación, se muestran los resultados de los apiques realizados:

Característica	APIQUE 4000774	APIQUE 4000763	APIQUE 4000748
Profundidad (m)	0,9-1,5	0,95-1,5	0,9-1,5
Clasificación U.S.C.S.	CL	N/A	CL
Limite líquido (%)	37	N/A	36
Limite plástico (%)	19	N/A	17
Índice de plasticidad	18	N/A	19

Característica	APIQUE 4000774	APIQUE 4000763	APIQUE 4000748
Humedad natural (%)	18.5	7.2	15.7
Gravas (%)	1.1	43	1
Arenas (%)	5.4	36.7	4.8
Finos (%)	93.5	20.3	94.2
Expansión CBR (%)	0.12	0.12	0.22
Límite de contracción	15	N/A	13

Tabla 14. Características físicas de la subrasante. (Fuente: Adaptado de ensayos de laboratorio)

*Nota: el límite de contracción fue calculado a partir del límite líquido y el índice de plasticidad.

Como parámetro fundamental en el diagnóstico de la estructura de pavimento del tramo de estudio se hace necesaria la determinación de las características intrínsecas del subsuelo, en lo que respecta al perfil estratigráfico y el estado y condición de los mismos para ser aprovechados dentro de las intervenciones propuestas.

A partir de lo anterior, se presentan las curvas de gradación obtenidas en el laboratorio para los materiales granulares existentes en la estructura de la vía. Se superponen los límites establecidos por el IDU para una Subbase Granular (SBG) en líneas discontinuas color rojo, se observa que ninguno de los materiales encontrados en campo cumple con los criterios de gradación para una Subbase ya que sobrepasan el límite superior o inferior de la especificación indicando una presencia de finos muy superior e inferior al valor máximo establecido. Sin embargo, los materiales pueden ser reutilizados como capa de soporte para la cimentación de la nueva estructura.

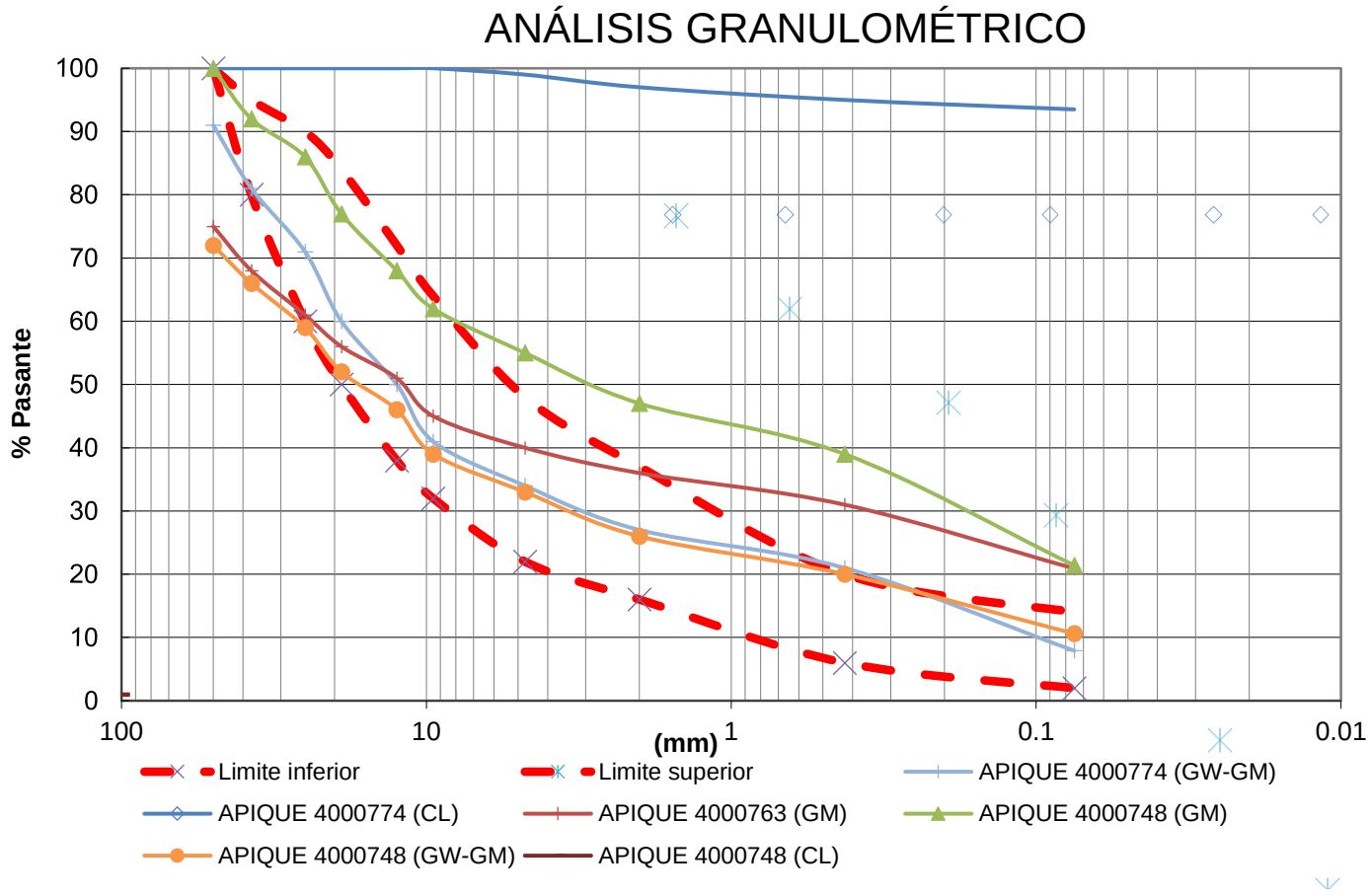


Ilustración 12. Análisis granulométrico materiales encontrados en los apiques en comparación a la especificación IDU para Subbase Granular (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo evidenciado en las curvas de gradación se determina que los materiales existentes y diferentes a la primera capa de material granular, se encuentran en condiciones para soportar la estructura de pavimento manteniendo un tipo de intervención de rehabilitación. Por lo que, se concluye lo siguiente:

CIV	EJE	DESDE	HASTA	DIAGNOSTICO INICIAL DE LA MALLA VIAL	CLASIFICACIÓN DE INTERVENCIÓN
4000774	CL 19 SUR	KR 10 A E	KR 10 A BIS E	REHABILITACIÓN	REHABILITACIÓN
4000763	CL 19 SUR	KR 10 BIS E	KR 10 A E	REHABILITACIÓN	REHABILITACIÓN
4000748	**CL 19 SUR**	**KR 10 E**	**KR 10 BIS E**	REHABILITACIÓN	REHABILITACIÓN

Tabla 15. Tipos de intervención. (Fuente: Propia)

5.4 Análisis de potencial de expansión

El potencial de expansión se evalúa por varios criterios en función a los límites de consistencia, medición del esfuerzo de expansión, entre otros. El análisis cualitativo de expansión se realiza bajo los criterios establecidos en la NSR-10, de acuerdo con los límites de consistencia.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm2	Límite Líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de Plasticidad IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	>30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 - 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 16. Clasificación de suelos expansivos. (Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR10)

En la siguiente tabla se presenta el análisis con base en el criterio anterior:

CIV	PROFUNDIDAD (m)	Expansión CBR (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LL (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LC (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Porcentaje de partículas menores de una micra (m)	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
APIQUE 4000774	0,9-1,5	0.12	Bajo	37	Bajo	15	Bajo	18	Medio	93.5	Muy alto
APIQUE 4000763	0,95-1,5	0.12	Bajo	N/A	Bajo	N/A	Bajo	N/A	Muy alto	20.3	Alto
APIQUE 4000748	0,9-1,5	0.22	Bajo	36	Bajo	13	Medio	19	Medio	94.2	Muy alto

Tabla 17. Potencial expansivo de la subrasante. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de lo anterior, se observa una alta presencia de material con partículas finas de alta plasticidad a lo largo del tramo vial, las cuales no muestran un comportamiento expansivo en el ensayo de CBR, por lo cual se puede determinar que el suelo no muestra un comportamiento claramente expansivo en comparación a los demás criterios de evaluación.

5.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo

En el caso de la capacidad de soporte de los segmentos viales mencionados anteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio de CBR inalterado, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

APIQUE	CBR NATURAL (%)	CBR SUMERG (%)
AP-400774	5.09	1.87
AP-4000763	15.67	11.25
AP-4000748	6.36	1.95
promedio	**9.04**	**5.02**
Desviación estándar	5.78	5.39
Percentil 75	***11.02***	***6.60***

Tabla 18. Resultados de ensayo CBR (Fuente: Propia)

A partir del análisis de datos de CBR presentado, se toman los siguientes datos para su análisis:

CBR SUMERGIDO (%)	Mr		
	MPa	**kg/cm2**	**PSI**
6.60	**66.00**	**673.02**	**9572.50**

Tabla 19. Cálculo CBR subrasante. (Fuente: Propia)

En el diseño de pavimentos para vías locales es fundamental utilizar un enfoque que permita obtener las condiciones geotécnicas más completas y representativas. Basado en la experiencia, se recomienda llevar a cabo múltiples ensayos de CBR aprovechando toda la información disponible, lo que permite estandarizar el diseño del pavimento en lugar de segmentarlo por tramos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación de las estructuras de pavimento teniendo en cuenta el valor de CBR real para los tramos a diseñar.

Para la evaluación del módulo de elasticidad de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio. Para estimar los valores del módulo de elasticidad a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada en la guía "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." define las correlaciones entre el CBR y el módulo de elasticidad de la subrasante, a partir de las siguientes ecuaciones:

	Valor de CBR	Módulo Resiliente (MPa)
1	CBR ≤ 4%	7.5 * CBR
2	4% < CBR ≤ 9%	10 * CBR

Tabla 20. Correlaciones entre CBR y MR. (Fuente: Guía GU-IC-019,2013)

La Guía IDU GU-IC-019 establece que se debe realizar mejoramiento en el suelo de la subrasante si los valores de resistencia del suelo son inferiores a un equivalente en términos de CBR del 4 % o un valor de módulo resiliente M_r = 40 MPa o 5800 psi. Para este caso, en específico y al tratarse de una rehabilitación que se cimentará sobre los materiales inmediatamente inferiores a la primera capa de material granular, no se requerirá mejoramiento de la subrasante a menos que el durante el proceso constructivo se evidencie la necesidad de implementarlo.

6 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño de pavimento rígido busca determinar un conjunto de capas de materiales que logren soportar las cargas de los vehículos durante el período de diseño, reutilizando los materiales existentes y generando una solución técnica y económicamente viable. A continuación, se presenta el método de diseño, las alternativas a diseñar y el cálculo de espesores.

6.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Dadas las condiciones de sitio y teniendo en cuenta el aprovechamiento de materiales reciclados que se enmarcan dentro del cumplimiento del plan de gestión de RCD (aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición) y la resolución 1115 de 2012 donde se realiza el aprovechamiento de este tipo de material toda vez que deberán cumplir con las especificaciones técnicas relacionadas en el anexo técnico. Además, el uso de materiales granulares con residuos de demolición de construcción contribuye a disminuir el impacto ambiental generado por el desecho de neumáticos usados y por las actividades constructivas a lo largo de la ciudad.

El anexo técnico del contrato de obra No. 1136 de 2024 establece que para el desarrollo de las intervenciones del proyecto se deberán cumplir con el documento ET-IC-01 - Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C.

De igual manera se resaltan Los valores típicos del módulo de elasticidad (E) y del módulo resiliente (Mr) para materiales granulares utilizados en bases y subbases de pavimentos en Colombia están especificados en los documentos técnicos del INVIAS, como el Manual de Diseño de Pavimentos para Baja, Media y Alta Transitabilidad, así como en pliegos de especificaciones generales.

A continuación, le presento los valores de referencia típicos según estos documentos:

Subbase granular (tipo INVIAS – SBG o equivalente):

Parámetro	Valor típico
Módulo de elasticidad (E)	80 – 200 MPa
Módulo resiliente (Mr)	80 – 250 MPa
CBR	≥ 30 % (mínimo)

Subbase estabilizada con emulsión asfáltica (BAE – Base Asfáltica Emulsionada)

Parámetro	Valor típico
Módulo resiliente (Mr)	300 – 800 MPa
Resistencia a tracción indirecta	150 – 400 kPa

A continuación, se presentarán los materiales de construcción típicos de la zona que serán utilizados en el presente documento y sus propiedades mecánicas:

6.1.1 Mezcla asfáltica MD-19

Las características mecánicas de las mezclas asfálticas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a1, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la mezcla asfáltica. A partir de lo anterior, el coeficiente a1 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO a una temperatura de 20°C:

$$a_1 = 0.184 * Ln(M_r asfalto) - 1.9547$$

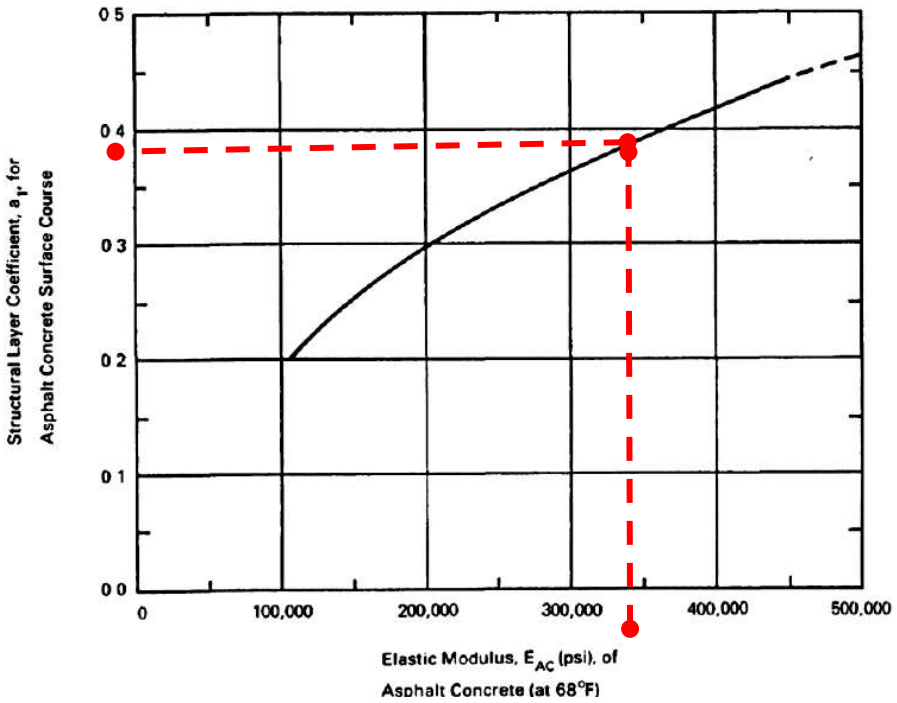


Ilustración 13. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor M_r convencional es 345.000 psi.

6.1.2 Subbase granular reciclada (AR-SBG)

Las características mecánicas de las subbases granulares no tratadas en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico del material. A partir de lo anterior, el coeficiente a3 se obtiene mediante la correlación establecida por AASHTO:

$$a_3 = 0.227 * Log(M_r SBG) - 0.839$$

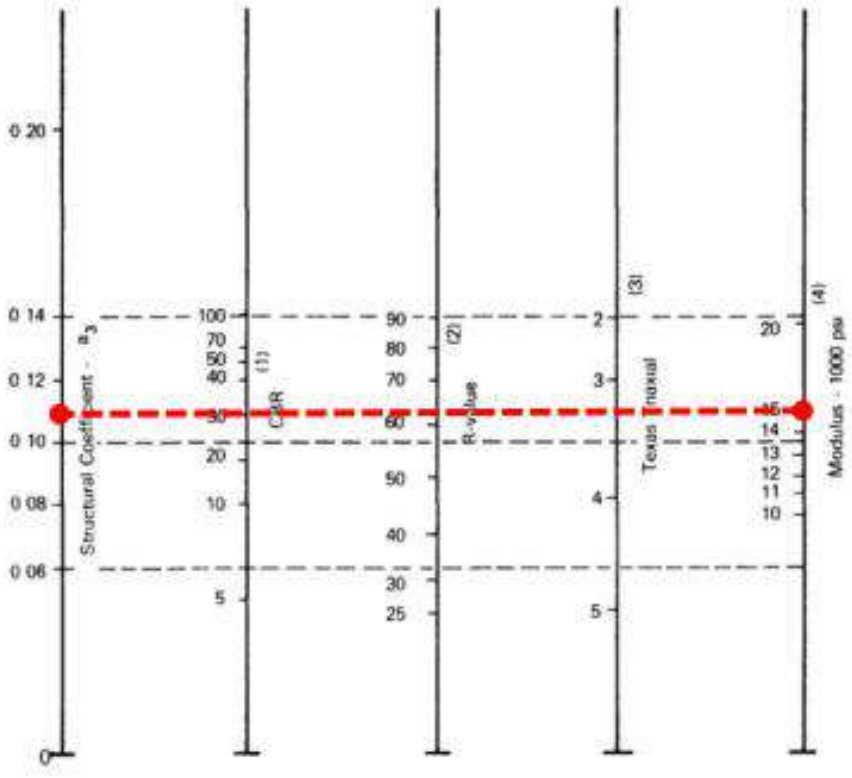


Ilustración 14. Gráfica Coeficiente estructural para capas asfálticas (Fuente: AASHTO)

Teniendo en cuenta lo anterior, si el valor Mr convencional es 15.000 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

6.1.3 Subbase granular reciclada AR-SBG estabilizada con cemento 1% y emulsión 4%

Se define como una mezcla de agregados reciclados provenientes de materiales previamente utilizados en estructuras viales, procesados y clasificados, a los cuales se les adiciona un 1% de cemento Portland (como agente hidráulico) y un 4% de emulsión asfáltica (como agente ligante), con el fin de mejorar la cohesión, resistencia mecánica y comportamiento frente al agua de la subbase granular. De acuerdo a la Especificación Técnica 520-18 del Instituto de Desarrollo Urbano se pueden utilizar aditivos para modificar las propiedades de los materiales, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir.

Características principales:

- AR-SBG: Agregado reciclado procesado que cumple con las especificaciones de granulometría y calidad de una subbase granular.
- Cemento 1%: Proporciona una estabilización hidráulica mínima, ayudando a mejorar la rigidez y reducir la deformación permanente.
- Emulsión asfáltica 4%: Mejora la cohesión entre partículas, aporta flexibilidad, reduce la permeabilidad y mejora el comportamiento a la fatiga.

Las características mecánicas de las bases granulares tratadas con cemento en la metodología AASHTO-93 se determinan a través del coeficiente estructural a3, el cual depende del valor del módulo resiliente o elástico de la base granular tratada con cemento. A partir de lo anterior, si el valor M_r convencional promedio para una subbase estabilizada con cemento y emulsión se calcula a partir de lo solicitado en la especificación técnica 520-18, respecto a la resistencia a la compresión a 7 días que debe ser de 4.5 MPa.

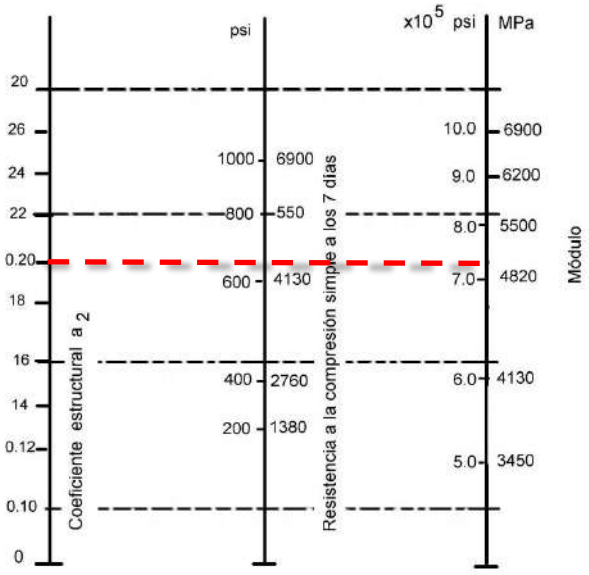


Ilustración 15. Gráfica Coeficiente estructural y modulo para bases y subbases estabilizadas. (Fuente: AASHTO)

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

CAPA	M_r / E (psi)
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500

Tabla 21. Propiedades mecánicas de los materiales

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor Mr convencional es 72500 psi, encontrándose dentro del rango de módulos descrito anteriormente.

Las Especificaciones Técnicas IDU 520-18 y 521-18 aborda las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica. Según esta especificación, el contenido óptimo de ligante residual debe determinarse mediante el ensayo de inmersión-compresión (norma INV E-738-07), aplicando los siguientes criterios:

- Resistencia de probetas curadas en seco: ≥ 2000 kPa.
- Resistencia conservada tras curado húmedo: ≥ 75%.

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo. En la práctica, una

dosificación del 4% de emulsión asfáltica ha demostrado ser efectiva para cumplir con estos requisitos, proporcionando una mezcla con adecuada cohesión y resistencia. La misma especificación indica que, en ocasiones, se adicionan llenantes activos, como el cemento Portland, para complementar la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Estos llenantes mejoran la adhesividad y la resistencia de la mezcla. Aunque no se establece un porcentaje específico, la práctica ha demostrado que una adición del 1% de cemento es suficiente para mejorar las propiedades mecánicas de la subbase sin comprometer su flexibilidad.

6.2 Cálculo Del Módulo De Reacción K

El módulo de reacción k de la plataforma de soporte se obtiene de la correlación entre el valor del CBR de la capa de subrasante y la capa de transición. Para determinar este módulo k se utiliza el procedimiento descrito en la guía de diseño de AASHTO-93. Para determinar el aporte combinado de subrasante y capa de cuerpo, se definen las siguientes alternativas para pavimento rígido:

- Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%
- Subbase granular reciclada (AR-SBG)

El valor del módulo de reacción combinado se obtiene de acuerdo con lo indicado anteriormente, y se ajusta a una pérdida de soporte LS = 1,0.

A continuación, se presentan los valores de K Combinado para la Base Reciclada (AR-SBG) tratada con cemento y emulsión (Color Azul) y Subbase Granular AR-SBG50 (Color Naranja):

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje de la izquierda con el valor del módulo de elasticidad de la subrasante.

- Siga una línea recta hasta el espesor del material granular o estabilizado (eje medio).
- Luego cruce una línea hasta el eje derecho correspondiente al módulo de elasticidad del material..
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

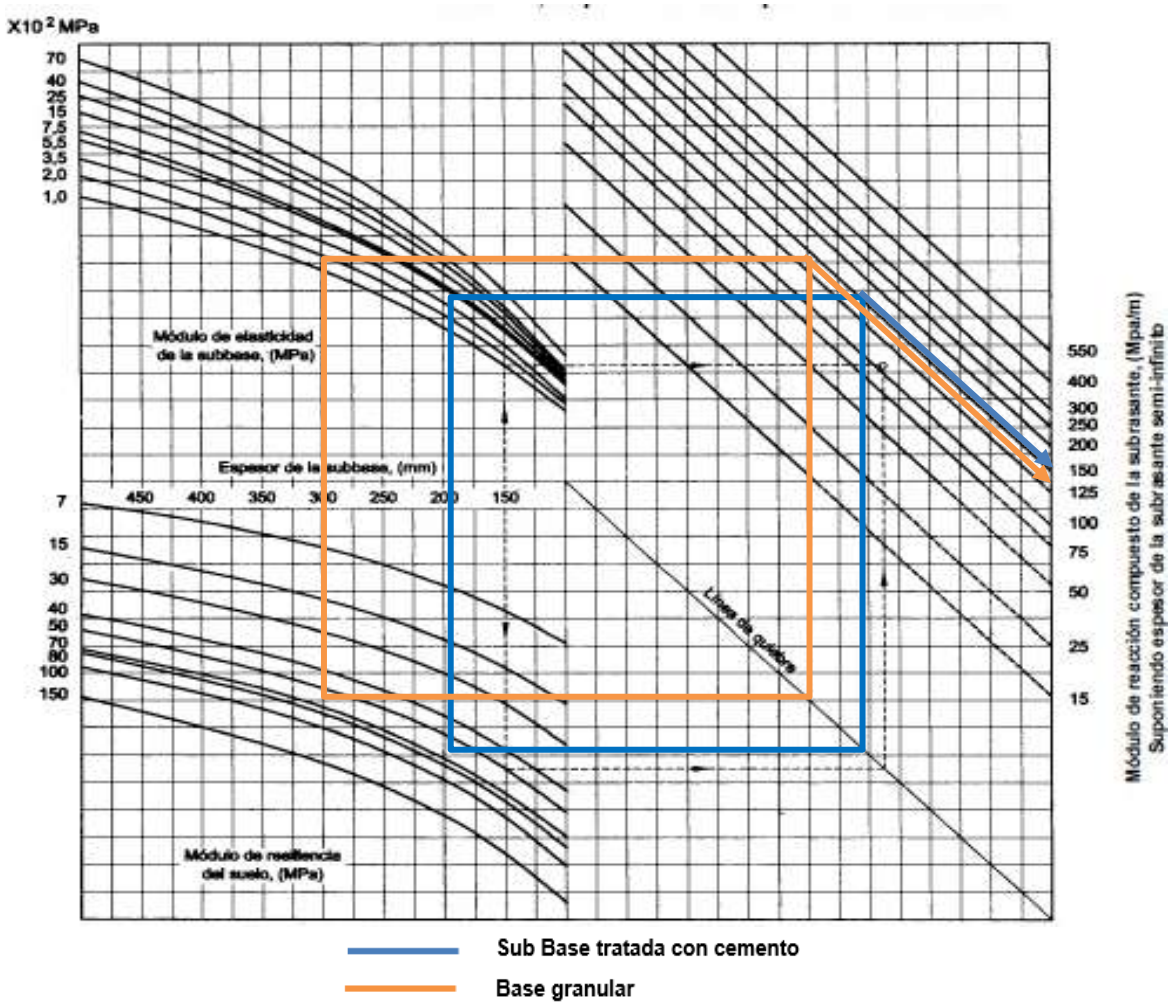


Ilustración 16. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. (Fuente: AASHTO)

Pasos en el nomograma:

- Localice el eje inferior con el valor del módulo k-eq (equivalente).
- Siga una línea recta hasta atravesar la línea de LS = 1
- Luego cruce una línea hasta el eje lateral correspondiente al módulo de elasticidad del material.
- El valor leído será el módulo k-eq (equivalente).

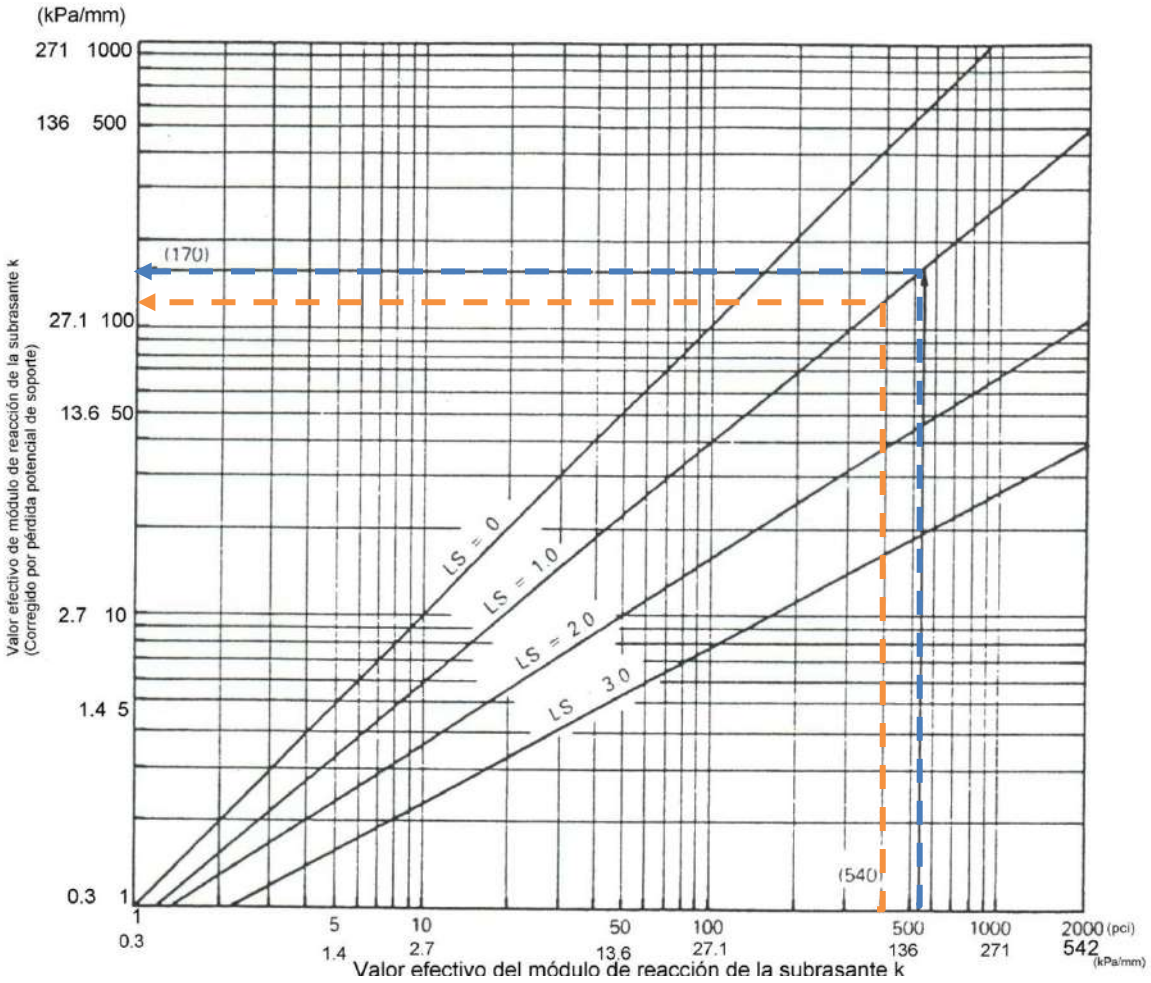


Ilustración 17. Cálculo de Módulo de Reacción combinado (Fuente: AASHTO)

A partir de lo anterior y con el fin de brindar espesores de capa constructivos, se empleará una capa Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 22. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

Adicionalmente en el anexo 6, se presenta la verificación del módulo a través de la ecuación de IVANOV:

$$\mathrm{E}_{1-2} = \frac{E_2}{1 - \frac{2}{\pi}\left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) tan^{-1}(n)(\frac{h_1}{2a})} \qquad n = \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{\frac{1}{2.5}}$$

Ecuación 2. Cálculo de capacidad portante equivalente. Fuente: Ivanov, N (1.973)

El módulo de la subrasante se calcula por medio de la fórmula propuesta por Shell (1978), y para el mejoramiento se obtiene por medio de la ecuación del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) (Lister 1987), adoptada en el proyecto NCHRP 1-37ª, y con base al coeficiente propuesto en la Guía GU-IC-019 (2013).

$$M_r = 10 * 7.5 * CBR\ (kg/cm^2)$$

Ecuación 3. Correlación Para Determinar Módulo de la subrasante. Fuente: Adaptado Shell (1.978)

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}\ (psi)$$

Ecuación 4. Correlación Para determinar módulo del mejoramiento. Fuente: Lister (1.987)

Obteniendo que los valores de diseño calculados a partir de los nomogramas AASHTO se encuentran acordes, a la comprobación.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	205.84 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	130.91 pci

Tabla 23. Cálculo de módulo combinado material estabilizado y granular mediante IVANOV (Fuente: Propia)

Teniendo en cuenta lo anterior se considera utilizar como factor de seguridad los valores obtenidos mediante los nomogramas de la metodología AASHTO.

CAPA	E (psi)	ESPESOR	*k*
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	72500	20 cm	170 pci
Subbase Granular Reciclada (AR-SBG)	15000	30 cm	120 pci

Tabla 24. Valores de módulo combinado material estabilizado y granular (Fuente: Propia)

6.3 Capacidad Estructural Requerida

En este caso se acudió a la metodología AASHTO 1993 para diseño de pavimentos rígidos para establecer el espesor de estructura de pavimentos requerida por la vía, con base en los resultados de los ensayos y análisis ya presentados; el dimensionamiento de los espesores se efectuó empleando el método de la AASHTO 1993, según el cual la capacidad del pavimento es función del número de ejes equivalentes en el período de diseño, el número estructural, la pérdida de serviciabilidad en el tiempo y del módulo de resiliencia de la subrasante, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7{,}35\log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}\right)}{\frac{1{,}624 \times 10^7}{(D+1)^{8{,}46}}} + (4{,}22 - 0{,}32P_t)\log\left[\frac{\frac{S_c' C_d}{D^{0{,}75}} - 1{,}132)}{215{,}63\, J\left[D^{0{,}75} - \frac{18{,}42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0{,}25}}\right]}\right]$$

Ecuación 2. Metodología diseño de pavimento rígido por medio de la metodología AASHTO-93

Donde:

- **W18**, es el número de aplicaciones de carga de 18 kips, (80 kN) previstas.
- **ZR**, es el área bajo la curva de distribución estandarizada para una confiabilidad R, que considera la probabilidad de que el índice de servicio del pavimento sea superior a pt durante el periodo de diseño.
- **So**, es la desviación estándar de la distribución normal de las variables asociadas a todas las variables.
- **D**, es el espesor de la losa del pavimento en pulgadas.

- **ΔPSI**, es la pérdida del servicio prevista en el diseño.
- Pt, es la serviciabilidad final.
- Sc, es el módulo de rotura del concreto en PSI.
- **J**, es el coeficiente de transferencia de carga.
- Cd, es el Coeficiente de drenaje.
- Ec, es el módulo de elasticidad del concreto, en PSI.
- k, es el módulo de reacción de la subrasante, en pci (PSI/in).

El procedimiento para determinar la estructura que supla las solicitaciones del tránsito, consiste en despejar el espesor de losa requerido

6.4 Parámetros de alternativas de diseño en pavimento rígido

A continuación, se presentan cado uno de los parámetros requeridos para el diseño de pavimentos flexibles mediante la metodología AASHTO – 93:

6.4.1 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (Zr)

La confiabilidad se entiende como el grado de seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de carga que sea aplicada durante su vida útil, según la guía AASHTO, recomienda unos valores de acuerdo al tipo de vía que se esté analizando, para nuestro caso, que son vías locales rurales se debe adoptar una confiabilidad entre 50% y 80%. En este caso se adopta una confiabilidad de 80%.

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad *R* (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 – 99.9	80.0 – 99.9
Arterias principales	80.0 – 99.9	75.0 – 95.0
Colectoras	80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Locales	50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Zr	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Ilustración 18. Valores recomendados de confiabilidad (Fuente: AASHTO)

6.4.2 Confiabilidad – Error normal combinado

Teniendo en cuenta que la predicción del tránsito es confiable, que los equipos con que se va a construir la estructura de pavimento son adecuados y se encuentran en buenas condiciones debido a la magnitud del proyecto y que los materiales que se van a implementar cumplen con las especificaciones técnicas tenidas en cuenta para el diseño, se toma como valor de desviación estándar 0.35.

Proyecto de pavimento	S_0	
	Flexible	Rígido
	0.40 – 0.50	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Ilustración 19. Valores recomendados de confiabilidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.3 Índices de serviciabilidad (ΔPSI)

Según la AASHTO la serviciabilidad es la habilidad específica de una sección de pavimento para servir al tráfico. Debido a que la estructura de pavimento a diseñar es rígido se tomará una serviciabilidad inicial (Pi) de 4.5 y también debido a que es una vía principal en la zona se toma una serviciabilidad final (Pf) de 2.3, determinando que el ΔPSI es igual a 2.2.

TIPO PAVIMENTO	SERVICIABILIDAD INICIAL, Po
Concreto	4.5
Asfalto	4.2

Fuente: AASHTO Guide for design of pavement structures. Washington D.C., 1993. p. II–10.

Tipo de vía	Servicialidad final, P_t
Autopista	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 – 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 – 2.0

Ilustración 20. Valores recomendados de Servicialidad AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.4 Coeficientes de drenaje

La calidad del drenaje se evalúa mediante coeficientes de drenaje (Cd) para las cappas de base y subbase granular. Los valores se seleccionan con base en las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en el que la estructura del pavimento está expuesta a altos niveles de humedad. En estructuras semirrígidas el coeficiente de drenaje se asume como 1.0 por ser impermeable.

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Ilustración 21. Valores recomendados de drenaje AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.5 Coeficientes de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

✓ El coeficiente de transferencia de carga (J) es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

Condición	J
Junta con pasadores – Losa confinada	2.7
Junta con pasadores – Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores – Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores – Losa no confinada	4.4

Ilustración 22. Valores recomendados de transferencia de carga AASHTO (Fuente: AASHTO)

6.4.6 Número estructural (SN)

A continuación, se presentan los parámetros de análisis que se tendrán en cuenta:

PARÁMETROS	VALOR
Ejes equivalentes 8.2 ton proyectados a 10 años (W18)	5.380.000
Confiabilidad (R)	80%
Desviación estándar (S_0)	0,35
Índice de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Coeficiente de transmisión de carga	2.7
Coeficiente de drenaje	1.0
Módulo de rotura de concreto	4.5 MPa
Módulo de elasticidad del concreto	31000 MPa
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	170 pci
Modulo combinado Subbase reciclada (AR-SBG)	120 pci

Tabla 25. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido. (Fuente: Elaboración propia)

6.5 Alternativas de diseño de pavimento rígido

Basados en los parámetros antes mencionados, se procede a calcular el número estructural y espesores de capas del diseño a partir de la ecuación para pavimentos rígidos del "AASHTO Guide for design of pavement structures 1993". Para ello, se plantean diferentes alternativas de mezclas de concreto y granulares como se presentan a continuación:

6.5.1 Alternativa 1: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG)

En el caso de Losas de Concreto MR-45, capa anti erosiva que en la práctica corresponde a una MD-19 de acuerdo a las especificaciones técnicas IDU ET 2018 sobre la cual se deberá incluir una lámina de polietileno de baja densidad (LDPE) y agregado reciclado AR-SBG50 se obtienen los siguientes resultados (Anexo 2):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Lamina de polietilino de baja densidad 200 micras	-	ACI 302.1R - ASTM C171	-	-
CAPA ANTI EROSIVA MD-19	5	620-18	345.000 PSI	120 PCI
Agregado reciclado AR-SBG50	30	533-18	15.000 PSI	
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	9572.5 PSI	

Tabla 26. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 1 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.5.2 Alternativa 2: Losa de concreto MR-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%

En el caso de las losas de concreto Mr-45, Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%, se obtienen los siguientes resultados (Anexo 3):

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
cemento 1% y emulsión 4%				
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	9572.5 PSI	

Tabla 27. Espesores de diseño de pavimento rígido método AASHTO, alternativa 2 (Fuente: Propia)

Así mismo, en el anexo 2 se encuentra la verificación a través de las tabla 4-4 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal para el espesor de losa arrojado.

6.6 Especificaciones Técnicas De Materiales De Construcción

Para efectos de aplicación todos los materiales incluidos en este diseño deberán cumplir lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018):

- La capa anti erosiva (MD-19) deberá cumplir con todo lo señalado en la sección 620-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). La lámina de polietileno de baja densidad (LDPE), con espesor mínimo de 200 micras, ubicada entre la losa de concreto MR-45 y la capa anti-erosiva MD-19, actúa como una barrera eficaz contra la pérdida de humedad durante las primeras horas de fraguado del concreto, lo que ayuda a controlar el proceso de curado, disminuye el riesgo de fisuración por retracción plástica y mejora la calidad superficial de la losa. Además, cumple una doble función al reducir el coeficiente de fricción en la interfaz losa-base y al impedir el ascenso de humedad desde las capas inferiores, lo que resulta especialmente beneficioso en zonas húmedas o con suelos poco drenantes. Esta recomendación se alinea con lo establecido por documentos técnicos como el ACI 302.1R y la especificación ASTM C171, y representa una solución de bajo

costo con un alto impacto positivo sobre la durabilidad y el comportamiento estructural del pavimento.

- La capa de subbase granular mejorada con cemento hidráulico deberá ser un tipo SBG-CH, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 520-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018). Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- La capa de subbase granular deberá ser un tipo SBG, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 510-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 610-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El riego de imprimación deberá ser un tipo CRL-0 o CRL-1, la cual deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 611-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

- El material de mejoramiento con rajón deberá cumplir con todo lo señalado en la Sección 410-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y

Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

Un geotextil es un geosintético permeable elaborado con materiales textiles, los geotextiles no pueden ser considerados como productos textiles tradicionales, debido a que son elaborados con fibras sintéticas con un amplio rango de propiedades, los principales polímeros usados para su fabricación son el polipropileno, poliéster, polietileno, polietileno y poliamida. Los filamentos, o fibras pueden ser monofilamento, multifilamento, discontinuas, cortadas, bicomponente, y se ensamblan para formar hilos. Al menos un 95% de las fibras en masa deben ser sintéticas, y deben ser protegidas contra la descomposición. Los geotextiles se clasifican basados en la forma de colocación de los hilos para formar los hilos en tejido y no tejidos. Los geotextiles tejidos son formados por un entretejido uniforme regular de hilos en dos direcciones, son fabricados a partir de hilos conformando un patrón uniforme con aberturas visibles, que mantienen su posición relativa entre ellas.

El geotextil debe ser un geotextil tejido con multifilamentos de poliéster, que garantice un desempeño mecánico e hidráulico. Este geotextil deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Tabla 411.1
Requerimientos de propiedades mínimos para geotextiles

Propiedad	Norma de Ensayo	Separación VMPR		Estabilización VMPR	
		Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos	Geotextiles Tejidos	Geotextiles No Tejidos
Elongación	ASTM D 4632	< 50%	> 50%	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1100 N	700 N	1400 N	900 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	990 N	630 N	1200 N	810 N
Resistencia a la punción o penetración estática 50 mm.	ASTM D 6241	2200 N	1375 N	2750 N	1925 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	400 N	250 N	500 N	350 N
Permitividad	ASTM D 4491	$0.02\ s^{-1}$		$0.05\ s^{-1}$	
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	0.60 mm		0.43 mm	
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50% después de 500 h de exposición		50% después de 500 h de exposición	

Tabla 28. Propiedades mínimas del geotextil a utilizar. Fuente: IDE ET-2018

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor mínimo requerido (Tejido)	Valor típico T2100
Elongación	ASTM D 4632	< 50 %	15 %
Resistencia a la tensión Grab	ASTM D 4632	1,400 N	1140 N– 1600 N
Resistencia a la costura	ASTM D 4632	1,200 N	3400 N – 5000 N
Resistencia a la punción (50 mm)	ASTM D 6241	2,750 N	3200 N – 5,000 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D 4533	500 N	500 N – 1,200 N
Permittividad	ASTM D 4491	0.05 s^{-1}	0.02 – 0.05 s^{-1}
Tamaño de Abertura Aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.43 mm	0.30 – 0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta (esfuerzo retenido)	ASTM D 4355	50 % después de 500 h	≥ 70 % después de 500 h

Tabla 29. Propiedades recomendadas del geotextil a utilizar. Fuente: Proveedores, 2025

6.7 Características Geométricas de la Losa

Respecto al espesor definido anteriormente, se define la longitud máxima de la losa y se recomienda que la relación largo/ancho de la losa sea máximo 1,2 veces. De acuerdo con la revisión del diseño geométrico propuesto, se define la geometría de la losa de acuerdo a los anchos promedio de los segmentos:

ANCHO DE LOSA (m)	LARGO MÁXIMO DE LOSA (m)
3.6	4.0

Tabla 30. Ancho de losa por CIV en mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

Nota: el ancho de la losa deberá ser verificado en campo con las condiciones reales del tramo vial y su largo no deberá superar las dimensiones anteriormente establecidas, las modificaciones realizadas en cuanto a geometría deberán ser consultadas previamente con el especialista. Así mismo, previo a la instalación del concreto, se resalta que la modulación con los detalles constructivos particulares, se entregaran durante la ejecución del segmento vial. Lo anterior previo a la instalación del concreto para validación y aprobación de la interventoría.

6.8 Modulación ante la Presencia de Estructuras Hidráulicas

Ante la presencia de estructuras hidráulicas se pueden presentar los siguientes casos:

a) Si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal, se debe remodular para que la junta transversal coincida con el eje del pozo.

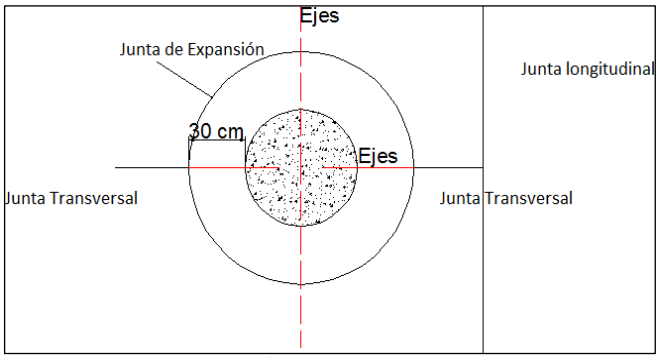


Ilustración 23. Junta en pozos

b) Si la junta de expansión coincide con la junta longitudinal, se debe modular las losas para que la junta transversal coincida con el eje del pozo

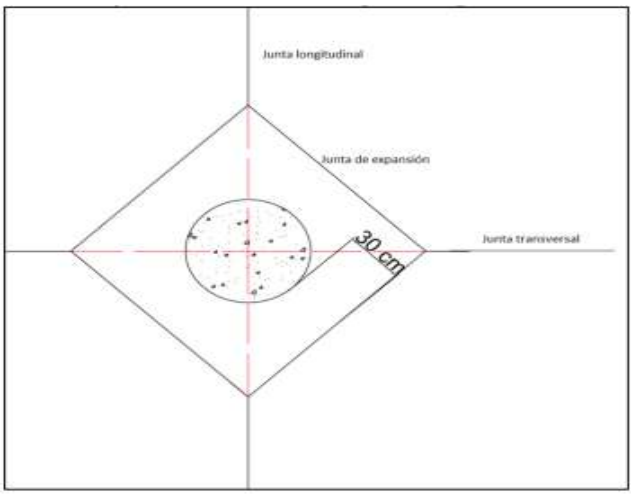


Ilustración 24. Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 19. Junta en Pozos

c) Si hay la presencia de sumideros se debe garantizar que la junta transversal coincida con el eje de este:

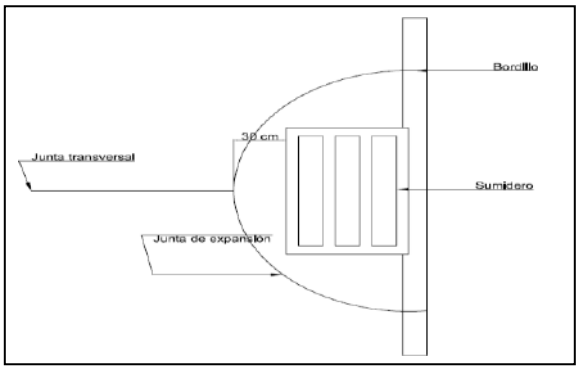


Ilustración 25. Junta en Sumideros

Las losas donde se presentan las estructuras hidráulicas deberán ser reforzadas. El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2). El diámetro de las barras debe ser de ½" con una separación de 25 cm ubicada al tercio superior de la losa. Esta recomendación también aplica para las losas irregulares.

6.9 Características de las Barras de Transferencia y Amarre

Respecto a las características de las barras de transferencia y de amarre, se definen las siguientes características:

El acero de transferencia debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	Lisa
Diámetro comercial de las barras (in)	1 1/8"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	30
Largo de las barras (cm)	40

Tabla 31. Características de las barras de transferencia. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El acero de amarre debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (fy) de 280 MPa (2800 kg/cm2):

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Tipo	corrugada
Diámetro comercial de las barras (in)	1/2"
Profundidad de las barras (cm)	11
Separación de las barras (cm)	120
Largo de las barras (cm)	85

Tabla 32. Características de las barras de amarre. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

6.10 Juntas de Transferencia

Las juntas deben tener las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	E= 0.22 m
Espaciamiento entre juntas (m)	3.6-4.0
Profundidad de corte (cm)	7.34
Profundidad del material de sellado (cm)	1,46
Ancho de corte para la junta (cm)	0,67

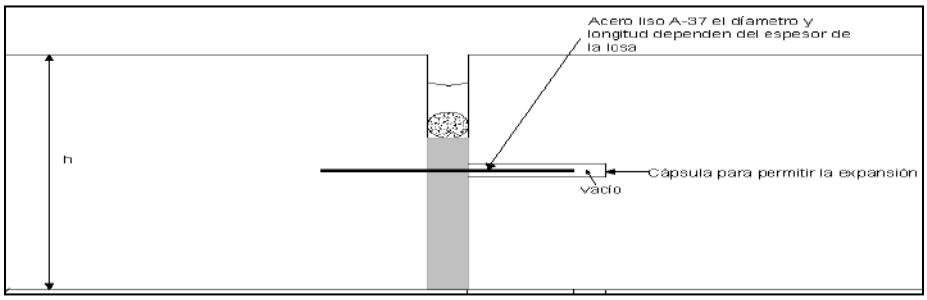
Tabla 33. Características de las juntas. Fuente: Adaptado de Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, 2002.

El sello de juntas deberá cumplir con lo consignado en la especificación técnica 800-18 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C. (2018).

6.11 Juntas de Expansión

Estas juntas se construyen para aislar estructuras fijas como pozos y sumideros. También deben utilizarse cuando se presenten cambios en la dirección del pavimento y en rampas. En todos los cárcamos y sumideros debe construirse un bordillo.

Cuando se construyen en rampas se omiten los pasadores y se aumenta el espesor de la losa para absorber los esfuerzos de borde no transferidos, a continuación, se presentan esquemas de estas juntas:



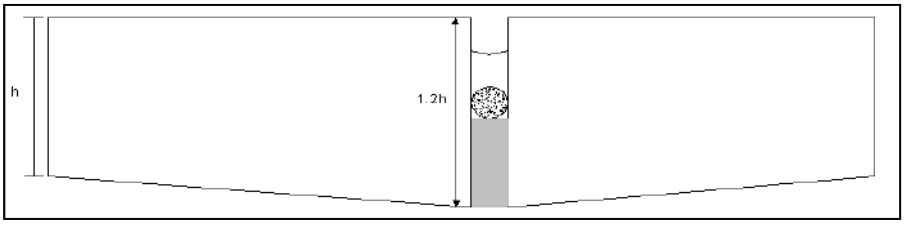


Ilustración26. Detalle Junta de expansión

6.12 Sellado de Juntas y ventana de corte

En el diseño y construcción de pavimentos rígidos, la correcta ejecución de las juntas de contracción es fundamental para controlar las fisuras no deseadas producto de los esfuerzos térmicos y de retracción del concreto. Uno de los aspectos más críticos en este proceso es la determinación adecuada de la ventana de corte, entendida como el intervalo de tiempo óptimo posterior al vaciado del concreto en el cual deben realizarse los cortes para formar las juntas.

Esta ventana de corte se sitúa en un punto de equilibrio entre dos riesgos principales: si los cortes se realizan de forma prematura, existe el peligro de que el concreto aún no haya alcanzado la resistencia necesaria para evitar el desportillamiento o el arrastre del material durante el corte; por otro lado, si se realizan de manera tardía, se incrementa significativamente la probabilidad de que el concreto fisure de forma aleatoria antes de que la junta pueda inducir la grieta controlada.

Generalmente, la ventana de corte comienza cuando el concreto ha alcanzado una resistencia mínima a la tracción indirecta, lo cual ocurre entre 4 y 12 horas después del vaciado, dependiendo de factores como el tipo de cemento, la temperatura ambiental, el contenido de humedad, el uso de aditivos y las características del equipo de corte. Es recomendable realizar una verificación in situ mediante ensayos no destructivos o pruebas de dureza superficial, además de la observación directa del comportamiento del concreto durante las primeras horas de fraguado.

Existen dos tipos principales de corte: el corte temprano (early-entry), realizado con equipos especiales que permiten cortar incluso antes de las 4 horas; y el corte convencional, que se efectúa cuando el concreto ha adquirido mayor resistencia. En ambos casos, es imprescindible respetar la profundidad mínima de corte, que debe ser de al menos un cuarto del espesor total de la losa, y mantener una alineación precisa conforme a la geometría del diseño estructural del pavimento.

Para el sellado de juntas debe cumplirse lo siguiente:

- La tirilla de respaldo debe tener un diámetro de 9 mm - 1,5 mm.
- La relación ancho/profundidad del sellador de silicón deberá ser como mínimo 1:1 y máximo 2:1.
- La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá ser cortada en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o el desportillamiento. El corte se iniciará tan pronto como el concreto haya desarrollado la suficiente resistencia para soportar los desmoronamientos en los bordes de la junta, generalmente esto sucede de 6 a 8 horas después de colocado el concreto. El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después de la construcción.
- La superficie del sello debe quedar entre 3 y 6 mm por debajo de la superficie de la losa para evitar el desprendimiento del material de sello.
- La cavidad debajo de la junta siempre debe permanecer limpia y libre de cualquier tipo de material.

En Colombia, el material para el sello de juntas en pavimentos rígidos debe cumplir con las especificaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano), dependiendo del tipo de proyecto (nacional o urbano). Los sellos de juntas se utilizan para evitar la infiltración de agua, ingreso de materiales incomprensibles y proteger la integridad de la losa de concreto. Se recomienda el uso de sellos de poliuretano bicomponente o silicona de bajo módulo, ya que ofrecen mejor desempeño a

largo plazo, especialmente en condiciones climáticas variables y con tránsito pesado. Aunque su costo inicial es mayor, compensan con menor mantenimiento y mayor durabilidad

7 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Se entrega en formato DWG en el anexo 8, los detalles constructivos que irán dentro de la modulación particular de cada segmento vial, estos son:

- Detalle de espesores y capas granulares, para casos sin mejoramiento y con mejoramiento.
- Detalle de modulación de losas para la zona de intervención.
- Disposición de refuerzo de losas irregulares.
- Detalle de ubicación de barras de transferencia lisas.
- Detalle constructivo de barras de amarre corrugadas.
- Detalle de corte inicial de juntas de juntas y corte final con instalación de sellante.
- Detalle de juntas de expansión contra estructuras existentes.
- Detalle de construcción de canastillas para soporte de barras de transferencia lisas.
- No se presenta el detalle de empalme pavimento RÍGIDO. FLEXIBLE (PATA DE ELEFANTE)

Antes de la conformación de la capa de mejoramiento, se debe retirar el material de desecho de construcción y/o materia orgánica existente en la superficie que pueda generar contaminación

En caso de encontrarse fallos puntuales en la subrasante o la presencia de limos/arcillas con alto contenido orgánico (comúnmente color negro y/o con presencia de raíces), se deberá reemplazar el material por un espesor mínimo de 30 cm en material de rajón.

Además en casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición , relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan

con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

Para la selección de la estructura más adecuada para la intervención, el área técnica del contratista de obra en conjunto con la interventoría deberá evaluar presupuestalmente las alternativas anteriormente presentadas y elegir aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto.

7.1 Equipos para los materiales granulares

Para la instalación de materiales granulares, ya sean no tratadas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte de los materiales: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Extensión y conformación: el equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados debe estar conformado por motoniveladoras, terminadoras, u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se pueden utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Contratista de Obra debe poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el

dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras. Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejorados con cemento hidráulico y aditivo químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: los agregados pétreos se deben transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deben estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.
- Producción en sitio: se permite la utilización de motoniveladoras o cualquier otro equipo que permita elaborar la mezcla en sitio, la mezcla debe ser homogénea en características.
- Extensión y conformación: se debe permitir el uso de motoniveladoras para extensión y conformación de la mezcla, garantizando que no se produzca segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.
- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la

vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.

- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carro tanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

Para la instalación de materiales granulares mejoradas con cementos asfálticos se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Transporte: la mezcla de granular mejorado con cemento asfáltico elaborada en planta se debe transportar en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Sobre la superficie interna del platón se debe aplicar un producto antiadherente, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla asfáltica a éste, estar libre de fosfatos, de pH neutro, no tóxico, no inflamable, y preferiblemente biodegradable, cuya composición y cantidad debe ser aprobadas por el Interventor. Para los casos en los que no se emplee un equipo para la transferencia de la mezcla conforme a lo definido en el numeral 500.4.6.2, la forma y altura del platón deben ser tales que, durante el vertido de la mezcla a la tolva de la pavimentadora, el platón sólo, la toque a través de los rodillos previstos para ello. Las volquetas deben estar siempre provistas de un cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.
- Extensión y conformación: la extensión de la mezcla de granulas mejorado con cemento asfáltico se debe hacer con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un

mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deben ser adecuadas para el tipo de trabajo a desarrollar. La pavimentadora debe estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores; debe tener un equipo de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. El equipo debe tener dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Debe ser ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

- Compactación: se deben utilizar compactadores de rodillos metálicos vibratorios, dotados de inversores de marcha suaves. Los compactadores de rodillos metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios deben disponer de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.
- Actividades accesorias: el equipo accesorio debe estar constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión del material granular.

7.2 Proceso constructivo general para materiales granulares

- Preparación de la superficie para el uso de material granular: la colocación de una capa de material granular sólo debe ser autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto o definidas

por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje y subdrenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares. No se debe extender ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente.

- Colocación y extensión para materiales granulares: la colocación y extensión de la mezcla se debe realizar tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar debe ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en la especificación ET-500-18, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permite que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación. La humedad del material, durante el proceso de extensión, debe ser acorde a lo establecido en el diseño de la mezcla o la fórmula de trabajo. La cantidad de material extendido debe ser tal que, el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm), ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual, y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).
- Compactación para materiales granulares: una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se debe conformar ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad exigida. Si se considera necesario, se deben aplicar riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa. La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del

rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer desde el borde inferior al superior. Los cambios de dirección de los equipos de compactación se deben realizar sobre el material ya compactado, y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida. La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no puede ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se debe verificar, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

7.3 Proceso constructivo general para material estabilizado con emulsión y cemento:

La base estabilizada con cemento y emulsión asfáltica es una técnica eficiente para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento. A continuación, se describe el proceso constructivo para su correcta ejecución en campo.

6.1.1. Preparación del Terreno

- Se realiza la limpieza y nivelación del terreno para garantizar una superficie uniforme.
- Se compacta la subrasante o la capa inferior existente según especificaciones del proyecto.
- Se verifica la humedad óptima del suelo base para facilitar la mezcla con la emulsión y el cemento.

6.1.2. Dosificación y Preparación de la Mezcla

- Se dosifica la emulsión asfáltica en un **4%** y el cemento en un **1%** respecto al peso seco del material granular.
- La mezcla puede realizarse **in situ** mediante maquinaria.

6.1.3. Extensión y Mezclado en Campo *(Método In Situ)*

- Se extiende el material granular sobre la superficie a estabilizar con el espesor requerido.
- Se incorpora el cemento uniformemente utilizando una maquinaria que permita esparcir el material.
- Se riega la emulsión asfáltica con un camión cisterna de distribución controlada.
- Se realiza el mezclado con una recicladora o estabilizadora de suelos para asegurar la homogeneidad del material.
- Se controla la humedad para asegurar una compactación eficiente.

6.1.4. Compactación

- Se inicia la compactación con un rodillo neumático para la reubicación de partículas.
- Se continúa con rodillos vibratorios para lograr la densidad especificada (mínimo 95% del Proctor Modificado**).**
- Se finaliza con un rodillo liso para sellar la superficie.

6.1.5. Curado y Protección

- Se mantiene la humedad de la base estabilizada con riegos periódicos durante al menos 72 horas para garantizar una correcta hidratación del cemento y la emulsión.

7.4 Proceso constructivo general para mezclas asfálticas

- Preparación de la superficie existente: la instalación de riegos asfálticos y mezclas asfálticas no se debe realizar mientras no se haya validado que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deben ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar cualquier mezcla asfáltica, se debe verificar que haya ocurrido el curado del riego asfáltico instalado previamente, sin que haya quedado restos de fluidificante, ni de agua en la superficie.
- Extensión de la mezcla: la mezcla se debe extender con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor. A menos que se expida una instrucción contraria, la extensión se debe realizar en franjas longitudinales, comenzado de los bordes de la calzada, en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La pavimentadora debe ser regulada, de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en las especificaciones. Por ningún motivo se debe permitir el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella. No se debe permitir la segregación de materiales. La extensión de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora conforme la disponibilidad de la mezcla que llega a obra, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. La colocación de la mezcla se debe realizar con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Cuando existe

intermitencia en el trabajo, y se está extendiendo mezclas calientes o tibias, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no esté por debajo de la temperatura mínima en la descarga indicada en el informe del diseño de la mezcla; de lo contrario, se debe desechar la mezcla fría y ejecutar una junta transversal.

- Compactación: la compactación se debe realizar longitudinalmente de manera continua y sistemática. Debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado debe avanzar del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior. Los rodillos deben llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se deben hacer con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deben estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos; no se permiten, sin embargo, excesos de agua. Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final se debe realizar con equipo de neumáticos para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente, o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo de los equipos de compactación aprobados durante el tramo experimental, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida.
- Juntas de trabajo: todas las juntas deben presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deben cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de

contacto de franjas construidas con anterioridad, se les debe aplicar manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente. El borde de la capa extendida con anterioridad debe ser cortado verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual se debe pintar como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación, se debe extender contra ella la nueva mezcla, compactar, y dar terminado con elementos adecuados, antes de permitir el paso definitivo del equipo de compactación. En las capas que funcionen como rodadura, las juntas transversales se deben compactar transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación. Los bordes de las juntas longitudinales que sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deben ser cortados para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se debe añadir mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, deben ser compactadas mecánicamente. Se debe procurar que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente informe de pavimentos, se recomienda la siguiente alternativa de intervención para el pavimento para la zona de estudio en mención:

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Losa de concreto MR-45	22	800-18	4.502.639 PSI	-

MATERIAL	ESPESOR REQUERIDO (cm)	ESPECIFICACIÓN IDU	VALOR DE MODULO	VALOR DE MODULO COMBINADO
Subbase reciclada (AR-SBG) estabilizado con cemento 1% y emulsión 4%	20	533-18	72.500 PSI	170 PCI
Geotextil tejido tipo T2100 (consultar especificaciones tabla 28 y 29)	-	411-18	-	
Subrasante	-	-	9572.5 PSI	

Tabla 34. Alternativa recomendada Fuente Propia.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, la utilización de una subbase estabilizada con cemento y emulsión en una estructura de pavimento rígido representa una solución técnica superior respecto a una configuración que incluye únicamente una capa anti-erosiva. Esta estabilización mejora significativamente la capacidad portante de la estructura, proporciona una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y reduce el riesgo de deformaciones permanentes, fisuración por reflexión y bombeo de finos, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte. Además, la subbase estabilizada actúa como una plataforma uniforme y de mayor rigidez para la losa de concreto, mejorando el desempeño estructural del pavimento y aumentando su vida útil. Por otro lado, esta solución ofrece mayor resistencia a la erosión y al ingreso de humedad, condiciones críticas que comprometen la durabilidad de la estructura en climas variables.

9 RECOMENDACIONES DE INTERVENCIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

- Se utilizan subbases tratadas con cemento teniendo en cuenta la erosionabilidad que se produce en los pavimentos rígidos, para el uso de la subbase tratada con cemento más aditivo químico se recomienda realizar el diseño de mezcla correspondiente, de acuerdo a la especificación técnica 520-18.

- Para el refuerzo de la subrasante se recomienda un geotextil tejido biaxial fabricado en poliéster por inserción de trama, lo anterior con la finalidad de proceder con la labor de

separación y filtro en la base de apoyo del sistema. Este geotextil deberá ser instalado entre la capa de mejoramiento y las capas granulares superiores.

- En caso de presentarse fallos puntuales en la subrasante que afecten un máximo del 30% del área total de un segmento vial, será necesario reemplazar el material afectado por un espesor mínimo de 30 cm de rajón. Este material ha sido recomendado debido a su capacidad para mejorar la estabilidad de la subrasante, como se explicó en el presente documento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de esta medida puede presentar ciertas dificultades técnicas, como la disponibilidad de material adecuado, la logística para su colocación, o los costos asociados al proceso de reemplazo.

- En casos donde se encuentren fallos y se necesite realizar el reemplazo con material de rajón se podrá utilizar del producto de reciclaje de la demolición, relleno granular y las placas de concreto existente; siempre y cuando estos materiales a instalar, cumplan con las especificaciones de las sección 413-18, lo anterior con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 1115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales, para las actividades de aprovechamiento, y tratamiento de los residuos de construcción, y demolición en el distrito capital.

- Para la construcción de las obras se recomienda la implementación de sistemas de drenajes y filtros en los sectores donde se requieran de acuerdo con las consideraciones que sean presentadas por el especialista hidráulico. Especialmente se recomienda que estos elementos sean construidos en zonas adyacentes a parques, zonas verdes, o áreas abiertas donde pueda haber infiltración de agua superficial.

- Debe verificarse y diagnosticar la condición actual de las estructuras de drenaje y/o demás estructuras de servicios públicos de la vía, en caso de requerirse, se realizará la reposición de cunetas u otras obras de drenaje. En el comportamiento de la estructura de pavimento, es necesario tener en cuenta la notable influencia de ciertos factores en las propiedades mecánicas de los materiales. Elementos como la vegetación se pueden encontrar a los costados del tramo vial en estudio, los cuales

pueden repercutir negativamente en el comportamiento geotécnico de la estructura y el adecuado funcionamiento de los sistemas de drenaje por lo que se recomienda su limpieza periódica.

- La dosificación del material corresponde al siguiente cálculo, basado en datos históricos de la densidad de los materiales a estabilizar:

  - Cálculo de materiales por m³ de sub-base

  Densidad del material granular:

  Densidad del material granular = 2052 kg/m3

  Cemento (1% en peso):

  Cemento = 0.01×2052 kg = 20.52 kg/m3 = 21 kg/m3

  Emulsión asfáltica (4% en peso):

  Emulsión = 0.04×2052 kg = 82.08 kg/m3

  Teniendo en cuenta que la densidad de la emulsión es 1 kg/lt el valor de emulsión es 83 lt/m3.

  - Resumen de materiales por m³ de mezcla

  Material granular: 2052.00 kg
  Cemento: 21 kg
  Emulsión asfáltica CRL-1: 83 lt

ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4000774

APIQUE Nº. 6
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-27
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,13	0,15									
	0,20		**GW-GM**	GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA					10,60	12
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
	0,55									
	0,60									
0,65	0,65									
	0,70			RELLENO DE ARCILLA CON LADRILLO Y GRAVA						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
0,90	0,90									
	0,95		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		4,72			18,52	13
	1,00			CAFÉ CON VETAS DE OXIDACION		1,71				
	1,05			HUMEDAD MEDIA						
	1,10			CONSISTENCIA MEDIA						
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazaeko Reyes
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000774

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

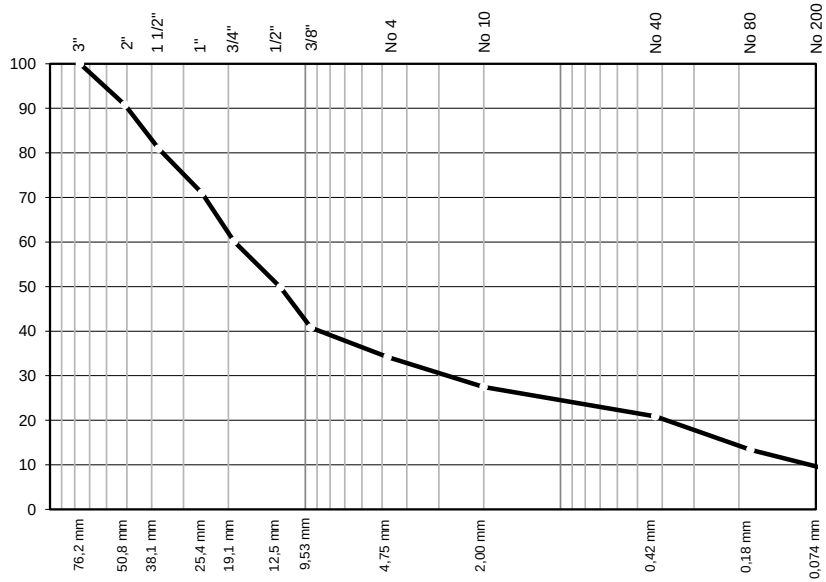
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA

SONDEO No: 6 MUESTRA No: 12 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 65,8%	Arenas: 26,3%	Finos: 7,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 9469,3

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	877,6	9,3	91
1 1/2"	925,5	9,8	81
1"	946,5	10,0	71
3/4"	1025,5	10,8	60
1/2"	978,7	10,3	50
3/8"	855,6	9,0	41
No 4	621,2	6,6	34
No 10	640,2	6,8	27
No 40	621,9	6,6	21
No 80	712,8	7,5	13
No 200	520,2	5,5	7,9
Fondo	743,6	7,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

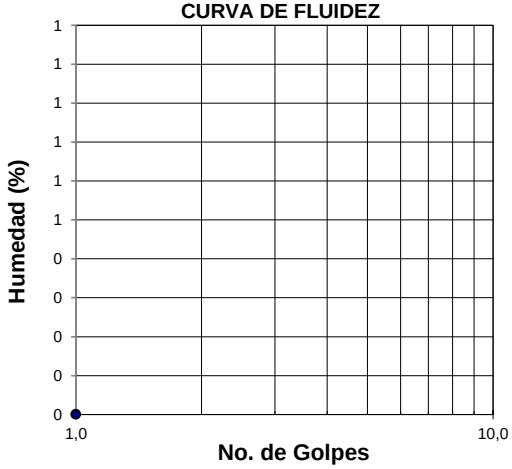
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			125
W_1 (g)			777,7
W_2 (g)			712,6
W_C (g)			98,3
% HUMEDAD			10,6

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		10,6

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (1)**

U. S. C. S.: **GW-GM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000774

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

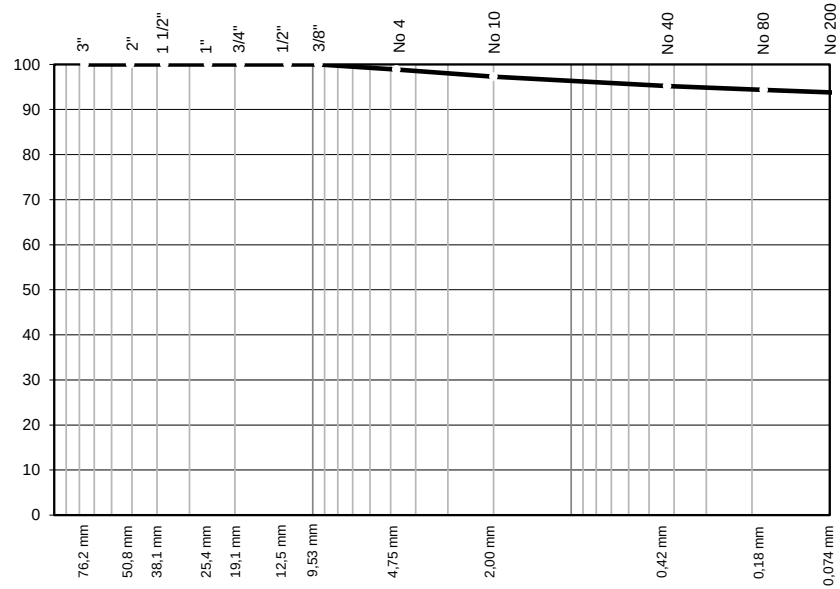
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 6 MUESTRA No: 13 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 1,1%	Arenas: 5,4%	Finos: 93,5%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 199,4

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	2,2	1,1	99
No 10	3,2	1,6	97
No 40	4,1	2,1	95
No 80	1,8	0,9	94
No 200	1,6	0,8	93,5
Fondo	186,5	93,5	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	16	17	18
W_1 (g)	39,67	38,98	41,68
W_2 (g)	34,85	33,8	35,6
W_C (g)	21,2	20,12	20,35
% HUMEDAD	35,3	37,5	39,7

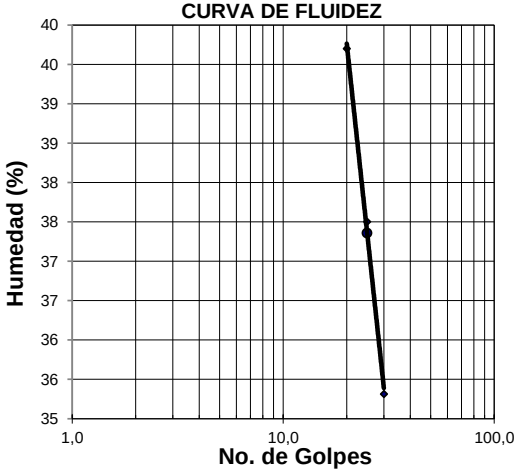
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	19	20
W_1 (g)	31,35	31,69
W_2 (g)	28,756	28,982
W_C (g)	15,25	14,82
% HUMEDAD	19,2	19,1

W_N
45
688,5
600,1
122,9
18,5

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		37
Limite Plastico:		19
Indice de Plasticidad:		18
Humedad Natural:		18,5
Índice de Liquidez		0,0

CURVA DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (17)**

U. S. C. S.: **CL**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: **97**

UBICACIÓN: CIV 4000774 — FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL — FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO — FECHA DE EMISIÓN: 2025-04-13

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

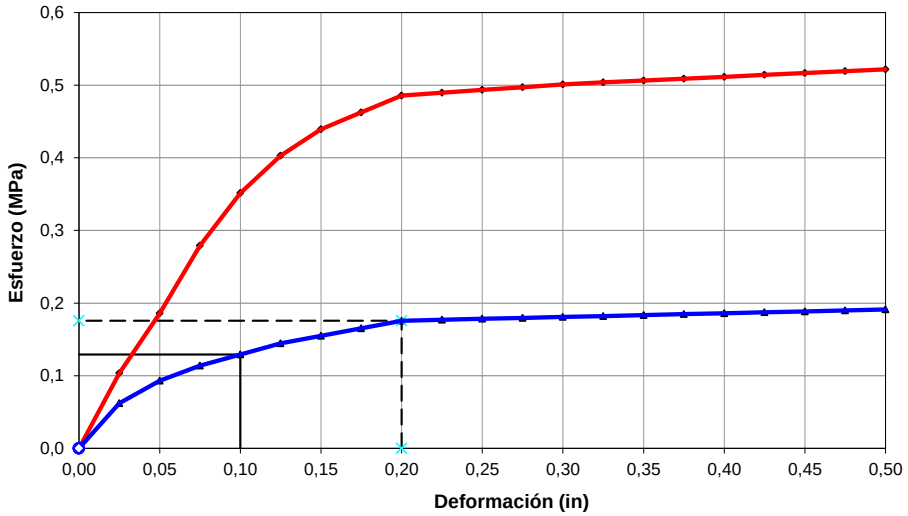
APIQUE No: 6 MUESTRA No: 13 PROFUNDIDAD (m): 0

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
			Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %	Lectura Dial	Esfuerzo	C.B.R. %
Pulg.	mm.	(MPa)	(kN)	(MPa)	corregido	(kN)	(MPa)	corregido
0,025	0,64		0,200	0,103		0,120	0,062	
0,050	1,27		0,360	0,186		0,180	0,093	
0,075	1,91		0,540	0,279		0,220	0,114	
0,100	2,54	6,9	0,680	0,351	5,09	0,250	0,129	1,87
0,125	3,18		0,780	0,403		0,280	0,145	
0,150	3,81		0,850	0,439		0,300	0,155	
0,175	4,45		0,900	0,465		0,320	0,165	
0,200	5,08	10,3	0,940	0,486	4,72	0,340	0,176	1,71
0,300	7,62		0,970	0,501		0,350	0,181	
0,400	10,16		0,990	0,512		0,360	0,186	
0,500	12,70		1,010	0,522		0,370	0,191	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	45
W_1	688,50
W_2	600,10
W_C	122,90
% Humedad	18,52

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	31
W_1	87,52
W_2	82,25
W_C	60,25
% Humedad	23,95

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 9535 g
W. molde: 4730 g
W.muestra húmeda: 4805 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,7 cm
Densidad húmeda: 2,141 g/cm³
Densidad Seca: 1,806 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	2,0
Lectura 2° Dia	4,0
Lectura 3° Dia	5,0
Lectura 4° Dia	6,0
Expansión Total (Mm)	0,152
Expansión Total (%)	0,120

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacio Reyes.
Gerente Técnico

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
APIQUE Nº. 5
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO

OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
FECHA: 2025-03-27
LOCALIZACIÓN: CIV 4000763
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO RIGIDO, SEMIREGULAR						
	0,10									
0,15	0,15									
	0,20		**GM**	GRAVA LIMOSA					9,25	10
	0,25			AMARILLO CON CAFÉ						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			SEMIDENSO						
	0,40									
	0,45									
	0,50									
0,54	0,55									
	0,60			RELLENO DE ESCOMBROS						
	0,65			HUMEDAD MEDIA						
	0,70			SEMIDENSO						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
	0,90									
0,95	0,95									
	1,00			ARENA LIMOSA		17,70			7,24	11
	1,05			VERDE		12,90				
	1,10			HUMEDAD MEDIA						
	1,15			DENSO						
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
1,50	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazacio Reyes
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y Pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

T200
Humedad Natural

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

UBICACIÓN: CIV 4000763

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

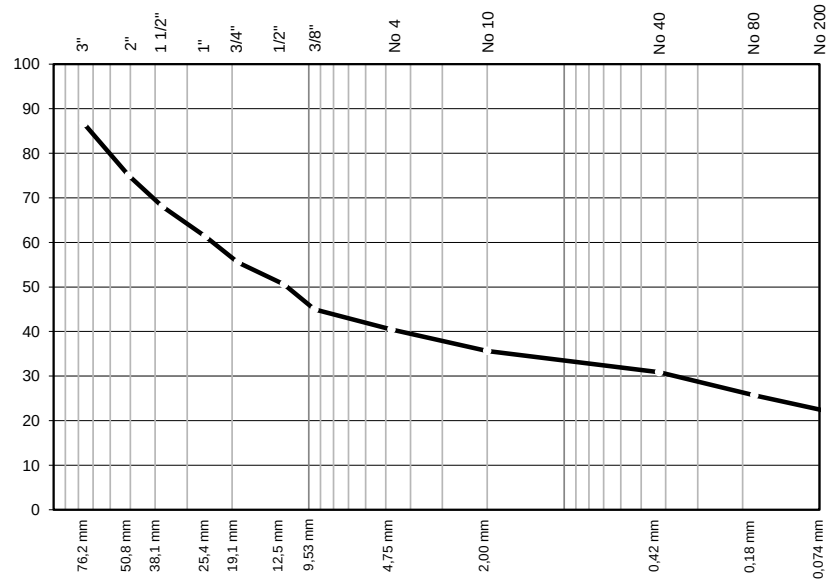
OT: 97

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

SONDEO No: 5 MUESTRA No: 10 PROFUNDIDAD (m): 0,15-0,54



Gravas: 59,5%	Arenas: 19,5%	Finos: 20,9%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 14702,4

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	1952,2	13,3	87
2"	1725,3	11,7	75
1 1/2"	1021,2	6,9	68
1"	985,5	6,7	61
3/4"	855,6	5,8	56
1/2"	721,6	4,9	51
3/8"	825,6	5,6	45
No 4	666,6	4,5	40
No 10	712,2	4,8	36
No 40	698,6	4,8	31
No 80	765,8	5,2	26
No 200	695,2	4,7	20,9
Fondo	3077,0	20,9	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

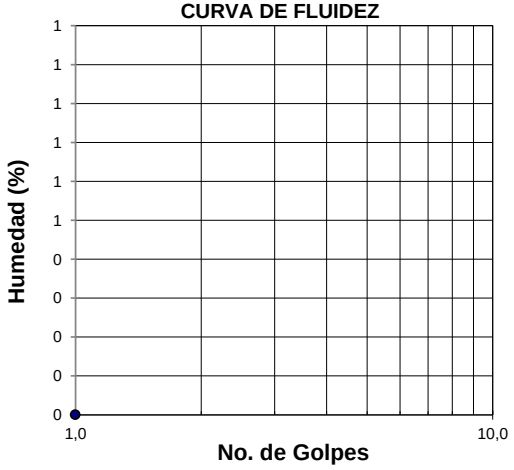
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			1
W_1 (g)			852,2
W_2 (g)			785,2
W_C (g)			61,2
% HUMEDAD			9,3

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		9,3

CURVA DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000763 — FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

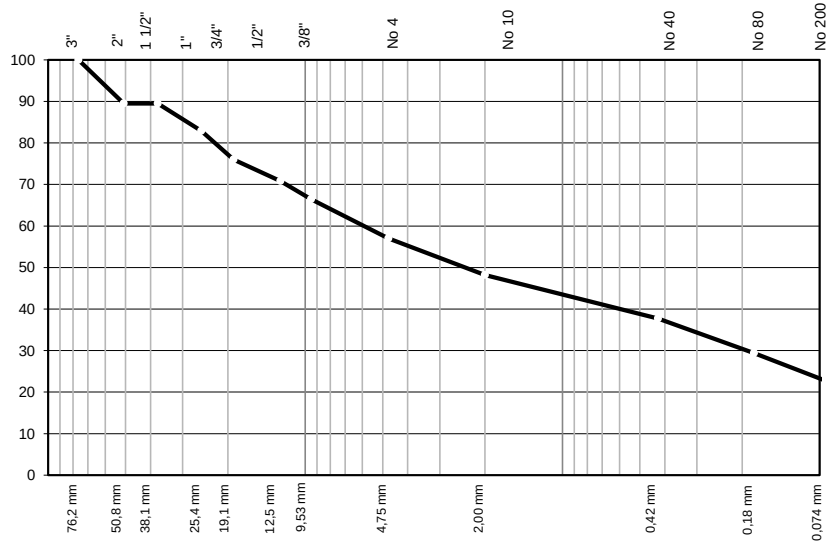
CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL — FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO — FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 5 MUESTRA No: 11 PROFUNDIDAD (m): 0,95-1,50



Gravas: 43,0%	Arenas: 36,7%	Finos: 20,3%

Observaciones:

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 11909,3

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	1250,0	10,5	90
1 1/2"	2,0	0,0	89
1"	785,9	6,6	83
3/4"	821,2	6,9	76
1/2"	612,2	5,1	71
3/8"	525,2	4,4	66
No 4	1120,0	9,4	57
No 10	1052,6	8,8	48
No 40	1250,2	10,5	38
No 80	985,6	8,3	29
No 200	1085,6	9,1	20,3
Fondo	2418,8	20,3	0

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		7,2

LIMITES DE ATTERBERG

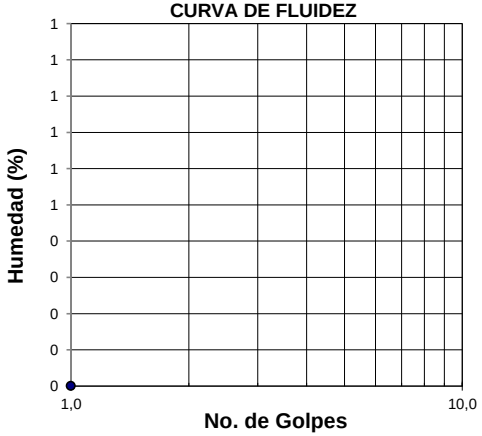
Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			12
W_1 (g)			652,2
W_2 (g)			612,6
W_C (g)			65,5
% HUMEDAD			7,2

CURVA DE FLUIDEZ



CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

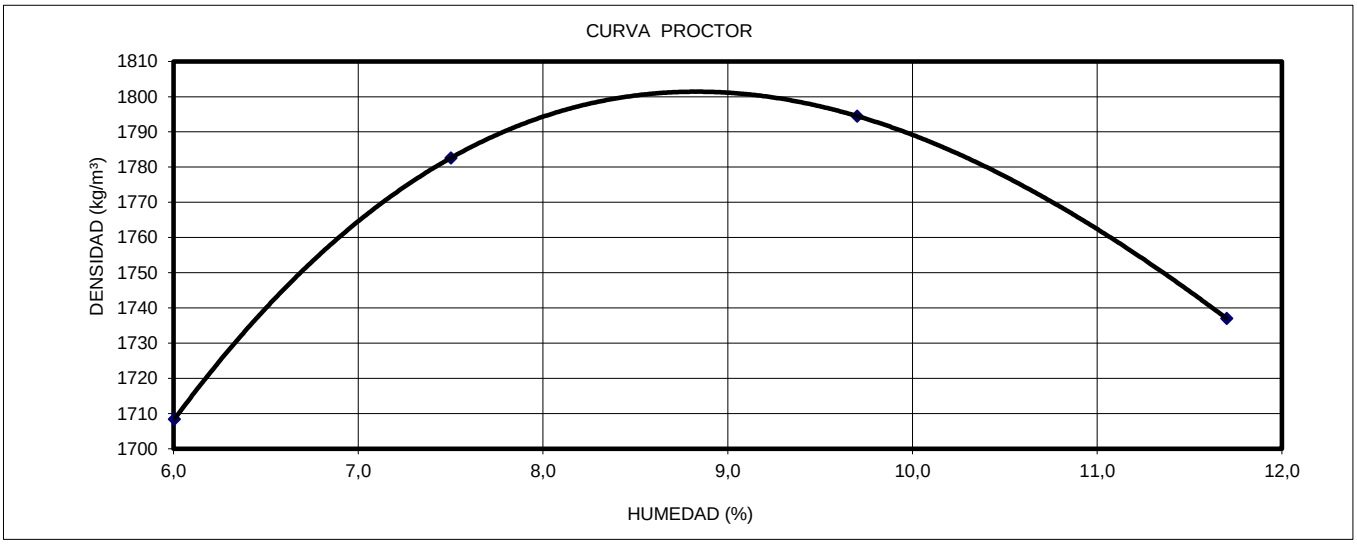
INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACIÓN:	CIV 4000763
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-27
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA DE ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	5
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

PRUEBA	1	2	3	4
Recipiente Nº:	903	219	110	863
M1= Masa Recipiente + masa húmeda (g):	881,4	818,3	960,5	815,8
M2= Masa Recipiente + masa seca (g):	836,0	770,4	885,0	745,3
M3= Masa Recipiente (g):	80,4	132,5	106,5	142,7
Número de golpes:	56	56	56	56
Masa humeda inicial(g):	6000	6000	6000	6000
Agua adicional (cm³):	0	120	240	360
Molde Nº:	10	10	10	10
M4= Masa molde y la base + suelo compactado (g)	9318	9542	9653	9593
M5= Masa del molde + base (g):	5457	5457	5457	5457
M6= Masa humeda compacta (g):	3861	4085	4196	4136
Humedad en el horno (%):	6,0	7,5	9,7	11,7
Masa seca (g):	3642	3800	3825	3703
Volumen del molde (cm³):	2132	2132	2132	2132
Densidad seca (g/cm³):	1,708	1,783	1,794	1,737
Densidad seca (kg/m³):	1708	1783	1794	1737



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³): **1802**
DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (g/cm³): **1,802**
HUMEDAD OPTIMA (%): **8,9**

MASA MATERIAL DE REEMPLAZO (g) 3758

OBSERVACIONES: _____

REVISÓ Y APROBÓ: _____

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

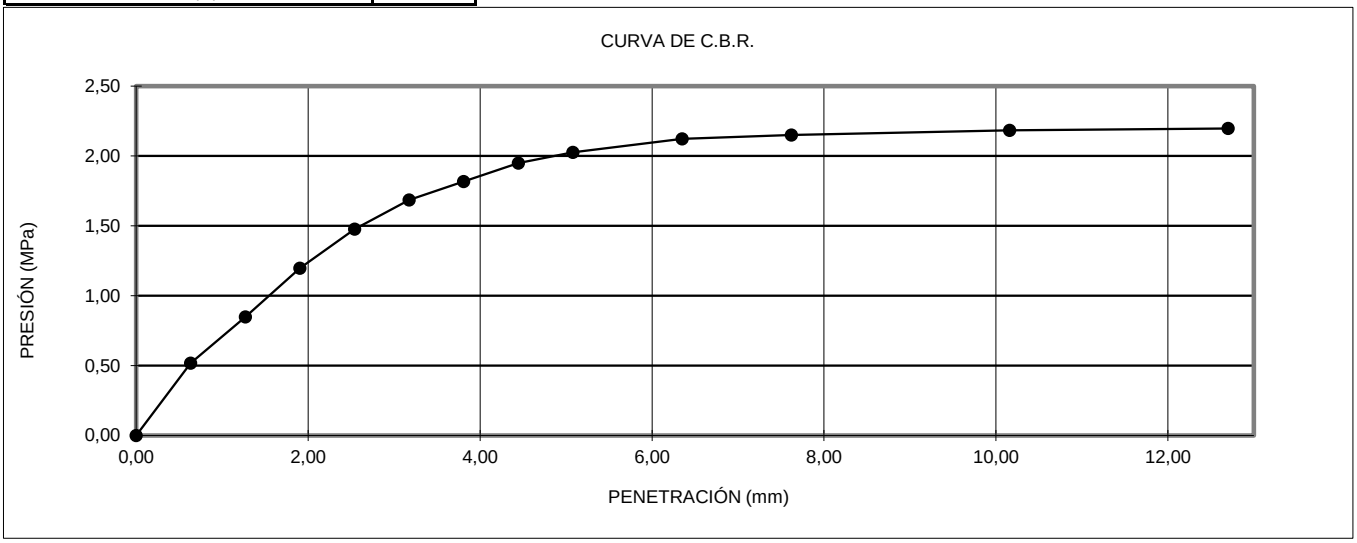
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000763
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-27
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	5
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	54
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	56
MASA MOLDE (g):	9314
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13482
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4168
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2123
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	8,9
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1802
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**21,40**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	19,58
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14478
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5164
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	3,68
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	117
LECTURA 24 HORAS (mm)	3,79
LECTURA 48 HORAS (mm)	3,81
LECTURA 72 HORAS (mm)	3,81
LECTURA 96 HORAS (mm)	3,82
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,09%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,11%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,11%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,12%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0
0,64	0,025	1,00	1,0	0,52	5,3	75,2
1,3	0,050	1,64	1,6	0,85	8,7	123,1
1,9	0,075	2,31	2,3	1,20	12,2	173,5
2,5	0,100	2,86	2,9	1,48	15,1	214,2
3,2	0,125	3,26	3,3	1,68	17,2	244,4
3,8	0,150	3,52	3,5	1,82	18,5	263,7
4,4	0,175	3,77	3,8	1,95	19,9	282,6
5,1	0,200	3,92	3,9	2,03	20,7	294,0
6,4	0,250	4,11	4,1	2,12	21,6	307,9
7,6	0,300	4,16	4,2	2,15	21,9	311,9
10,2	0,400	4,23	4,2	2,18	22,3	316,8
12,70	0,500	4,25	4,3	2,20	22,4	318,6

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	8,94
DESPUES DE COMPACTACION	8,09
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	9,98
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	9,00
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2212



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVICONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

Calle 143 No 46 - 55, Teléfono (601) 245 17 77 Móvil: (+57) 310 806 10 72 Bogotá D.C. - Colombia
e-mail: laboratorio@dapcil.com

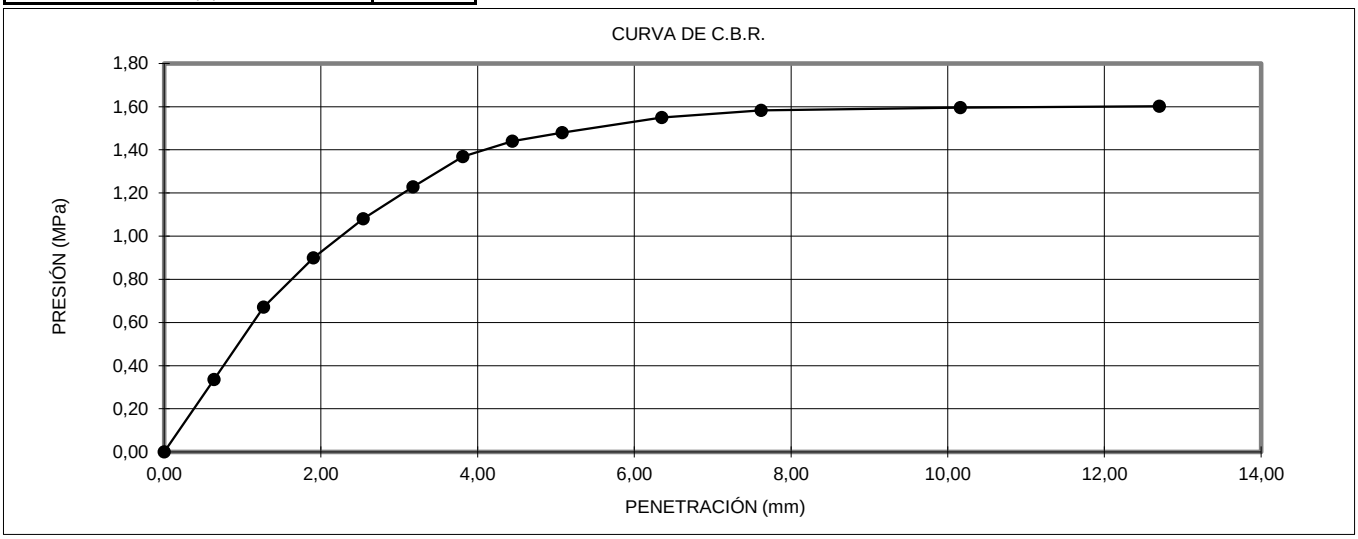
DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000763
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-27
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	5
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	4
FALSO FONDO Nº:	7
No. GOLPES:	25
MASA MOLDE (g):	9164
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13200
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	4036
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2125
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	8,9
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1743
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**15,67**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**14,30**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14110
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	4946
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,05
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	116
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,22
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,24
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,26
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,27
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,15%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,16%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,18%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,19%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,65	0,7	0,34	3,4	49
1,3	0,050	1,30	1,3	0,67	6,8	97
1,9	0,075	1,74	1,7	0,90	9,2	130
2,5	0,100	2,09	2,1	1,08	11,0	157
3,2	0,125	2,38	2,4	1,23	12,5	178
3,8	0,150	2,65	2,7	1,37	14,0	199
4,4	0,175	2,79	2,8	1,44	14,7	209
5,1	0,200	2,87	2,9	1,48	15,1	215
6,4	0,250	3,00	3,0	1,55	15,8	225
7,6	0,300	3,06	3,1	1,58	16,1	230
10,2	0,400	3,09	3,1	1,60	16,3	231
12,70	0,500	3,10	3,1	1,60	16,3	232

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	8,91
DESPUES DE COMPACTACION	8,99
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	10,86
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	9,58
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2099



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.

EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO
CBR MÉTODO I

NORMA INV E 148:2013

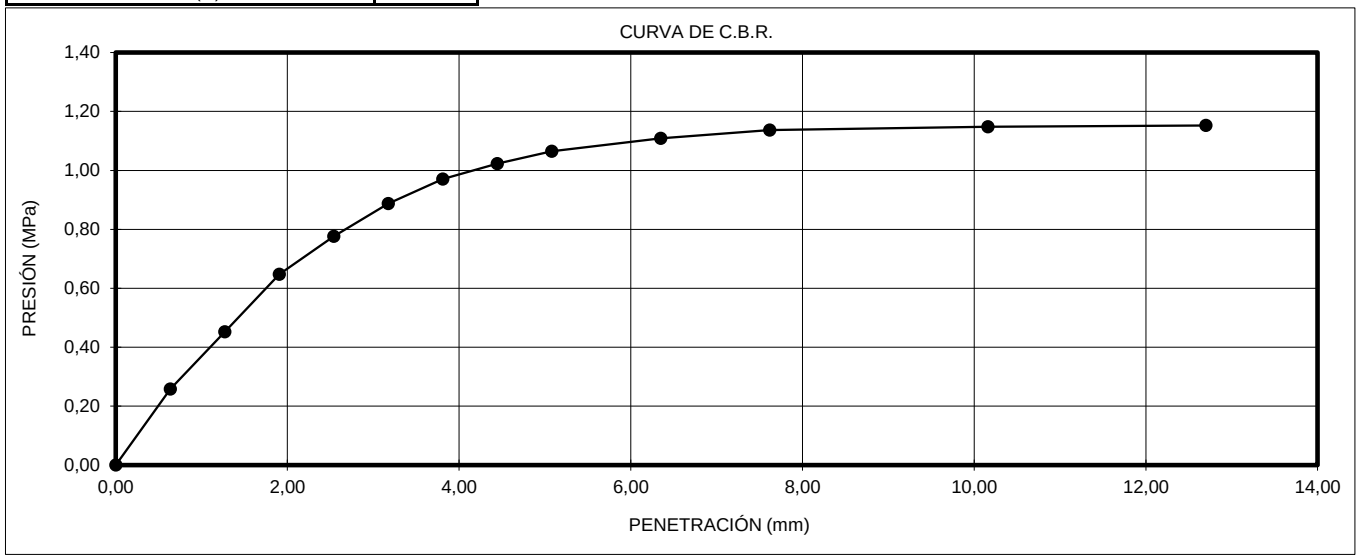
CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
VERSIÓN:	0
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000763
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-27
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	5
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

MOLDE Nº:	15
FALSO FONDO Nº:	6
No. GOLPES:	10
MASA MOLDE (g):	9216
MASA MOLDE + MUESTRA (g):	13128
MASA MUESTRA HUMEDA (g):	3912
VOLUMEN MOLDE (cm³):	2121
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN (%)	8,9
DENSIDAD SECA (kg/m³):	1694
SOBRECARGA (kg)	4,54
C.B.R. A 2,54mm (0,100 pulg) (%):	**11,25**
C.B.R. A 5,08mm (0,200 pulg) (%):	**10,29**
MASA MOLDE+MUESTRA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	14374
MASA MUESTRA HUMEDA DESPUÉS DE SUMERGIR (g):	5158
INMERSIÓN (MOLDE SUMERGIDO)	
LECTURA INICIAL (mm)	1,50
ALTURA INICIAL DE LA MUESTRA (mm)	117
LECTURA 24 HORAS (mm)	1,82
LECTURA 48 HORAS (mm)	1,83
LECTURA 72 HORAS (mm)	1,84
LECTURA 96 HORAS (mm)	1,84
EXPANSION 24 HORAS (%)	0,27%
EXPANSION 48 HORAS (%)	0,28%
EXPANSION 72 HORAS (%)	0,29%
EXPANSION 96 HORAS (%)	0,29%

PENETRACIÓN mm	PENETRACIÓN (pulg)	LECTURA DEL EQUIPO (kN)	CARGA SOBRE LA MUESTRA P (kN)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (kgf/cm²)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (lbf/pulg²)
0,00	0,000	0,0	0,0	0,00	0,0	0
0,64	0,025	0,50	0,5	0,26	2,6	37
1,3	0,050	0,88	0,9	0,45	4,6	66
1,9	0,075	1,25	1,3	0,65	6,6	94
2,5	0,100	1,50	1,5	0,78	7,9	113
3,2	0,125	1,72	1,7	0,89	9,0	129
3,8	0,150	1,88	1,9	0,97	9,9	141
4,4	0,175	1,98	2,0	1,02	10,4	148
5,1	0,200	2,06	2,1	1,07	10,9	154
6,4	0,250	2,15	2,1	1,11	11,3	161
7,6	0,300	2,20	2,2	1,14	11,6	165
10,2	0,400	2,22	2,2	1,15	11,7	167
12,70	0,500	2,23	2,2	1,15	11,8	167

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	
ANTES DE COMPACTACION	8,92
DESPUES DE COMPACTACION	9,26
CAPA SUPERIOR (25,4mm) DESPUES DE SUMERGIR	11,96
PROMEDIO DESPUES DE LA SATURACION	10,05
DENSIDAD SECA DESPUÉS DE SUMERGIR (kg/m³):	2172



OBSERVACIONES: MÁQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN VERSATESTER

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

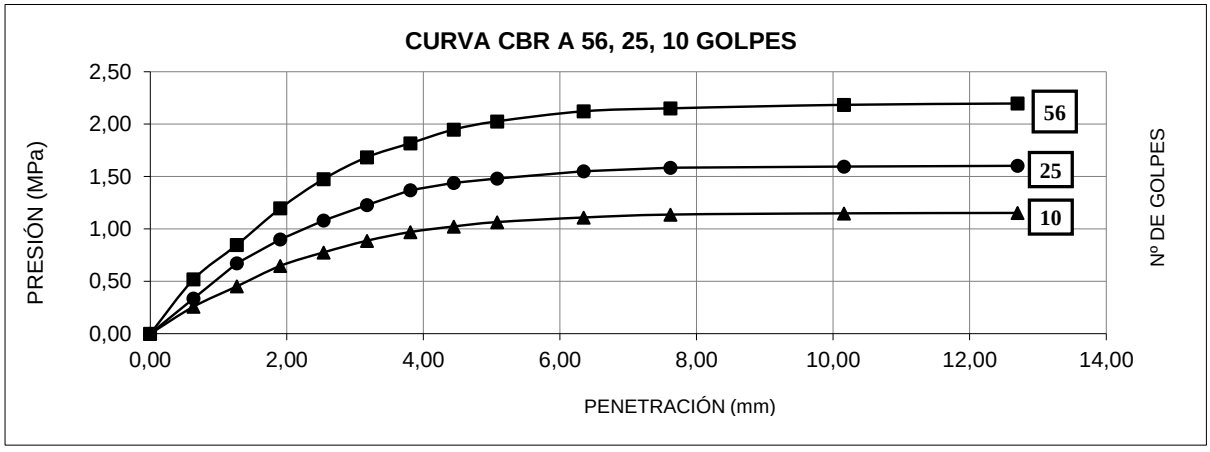
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCIÓN: CONOCIDA — LOCALIZACION: CIV 4000763
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS — ABSCISA: -
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE — FECHA DE TOMA: 2025-03-27
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA — FECHA ENSAYO: 2025-04-13
CANTERA: N/A — SONDEO: N.A.
MUESTRA Nº: 2 — APIQUE: 5
INFORME PC Nº: 1015-2025 — PROFUNDIDAD (m): 0,95-1,50

Nº GOLPES		10	25	56
PENETRACION		PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)	PRESIÓN SOBRE LA MUESTRA (MPa)
mm	pulg			
0	0	0,00	0,00	0,00
0,64	0,025	0,26	0,34	0,52
1,27	0,050	0,45	0,67	0,85
1,91	0,075	0,65	0,90	1,20
2,54	0,100	0,78	1,08	1,48
3,18	0,125	0,89	1,23	1,68
3,81	0,150	0,97	1,37	1,82
4,45	0,175	1,02	1,44	1,95
5,08	0,200	1,07	1,48	2,03
6,35	0,250	1,11	1,55	2,12
7,62	0,300	1,14	1,58	2,15
10,16	0,400	1,15	1,60	2,18
12,70	0,500	1,15	1,60	2,20



OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

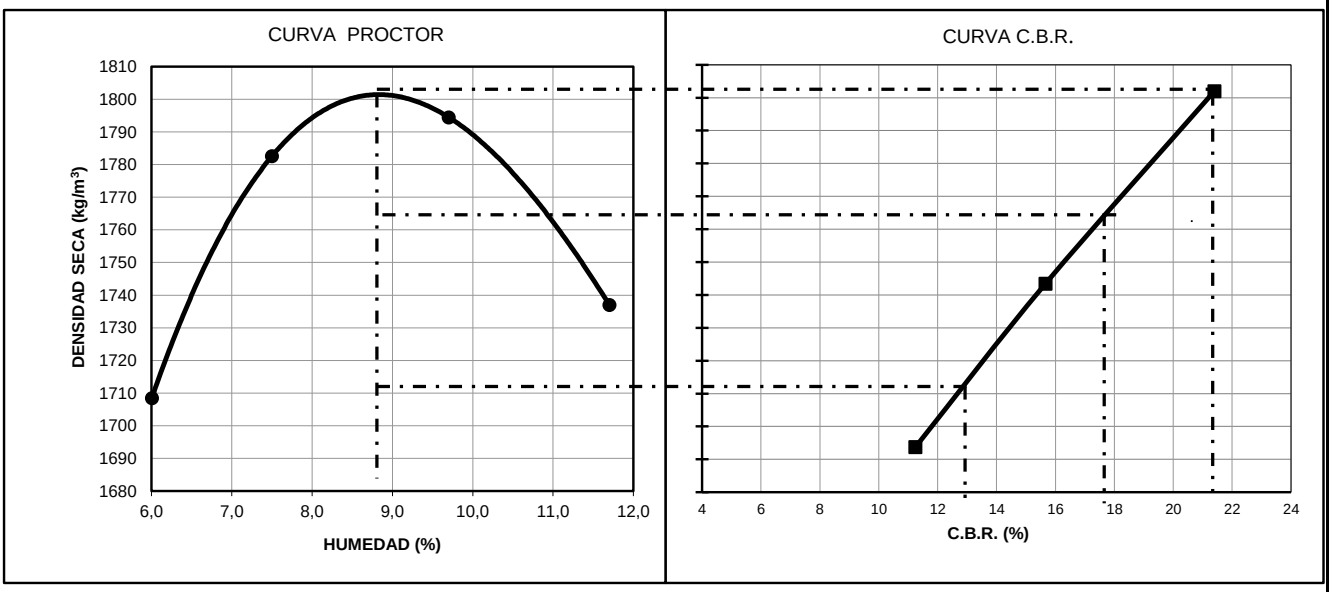
LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S. INGENIEROS CONSULTORES SUELOS Y PAVIMENTOS	**INFORME DE ENSAYOS RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO CBR MÉTODO I** **NORMA INV E 148:2013**	CÓDIGO:	P-PT-05-F-022
		VERSIÓN:	0
		FECHA ELABORACION:	2019-08-16

COMPAÑÍA:	CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL		
DIRECCIÓN:	CONOCIDA	LOCALIZACION:	CIV 4000763
INGENIERO:	DIEGO CABALLERO ROJAS	ABSCISA:	-
OBRA:	REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE	FECHA DE TOMA:	2025-03-27
DESCRIPCIÓN:	GRAVA LIMOSA	FECHA ENSAYO:	2025-04-13
CANTERA:	N/A	SONDEO:	N.A.
MUESTRA Nº:	2	APIQUE:	5
INFORME PC Nº:	1015-2025	PROFUNDIDAD (m):	0,95-1,50

Nº DE GOLPES	DENSIDAD SECA (kg/m³)	C.B.R. %	EXPANSIÓN %
10	1694	11,25	0,29%
25	1743	15,67	0,19%
56	1802	21,40	0,12%



DENSIDAD MAXIMA DE LABORATORIO (kg/m³) **1802**

	DENSIDAD (kg/m³)	CBR (%)
CBR AL 100% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1802	21,4
CBR AL 98% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1766	17,7
CBR AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA	1712	12,9

ENSAYOS RELACIONADOS: RELACIÓN DE PESO UNITARIO - HUMEDAD EN LOS SUELOS. EQUIPO MODIFICADO. NORMA INV E 142:2013

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIM CONC GJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

INFORME DE ENSAYOS
PERFIL ESTRATIGRÁFICO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMA NTC 1504:2000

CÓDIGO:	P-PT-05-F-080
VERSIÓN:	1
FECHA ELABORACIÓN:	2019-08-16

COMPAÑÍA: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL
DIRECCION: CONOCIDA
INGENIERO: DIEGO CABALLERO ROJAS
OBRA: REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE
LOCALIZACIÓN: CIV 4000748

APIQUE Nº. 4
PROFUNDIDAD (m): 1,50
NIVEL FREÁTICO (m): NO
FECHA: 2025-03-27
INFORME PC Nº: 1015-2025

PROFUNDIDAD (m)		CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CBR METODO I	CBR INALTERADO	CONO DINAMICO EN (%)	DENSIDAD EN %	HUMEDAD %	MUESTRA Nº
	0,05			CONCRETO EN MAL ESTADO						
	0,10									
0,12	0,15									
	0,20		**GM**	GRAVA LIMOSA					11,85	7
	0,25			AMARILLO						
	0,30			HUMEDAD MEDIA						
	0,35			DENSO						
	0,40									
0,45	0,45									
	0,50		**GW-GM**	GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA					7,75	8
	0,55			CAFE CON OXIDACION						
	0,60			HUMEDAD MEDIA						
0,65	0,65			SUELTO						
	0,70			RAJON DE 6"						
	0,75									
	0,80									
	0,85									
0,90	0,90									
	0,95		**CL**	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD		6,12			15,71	9
	1,00			GRIS CON OXIDACION		1,86				
	1,05			HUMEDAD ALTA						
	1,10			CONSISTENCIA BAJA						
	1,15									
	1,20									
	1,25									
	1,30									
	1,35									
	1,40									
	1,45									
	1,50			**FIN DEL APIQUE**						

PÁGINA 1 DE 1

OBSERVACIONES:

REVISÓ Y APROBÓ:
Luia Alirio Awazaky Reyes
Gerente Tcnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Intervenidos

LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME CORRESPONDEN UNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS.
EL PRESENTE INFORME NO ES VALIDO SIN LA FIRMA ORIGINAL.
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DEL PRESENTE INFORME SIN AUTORIZACION DE PAVIMENTOS Y CONCRETOS S.A.S. PAVIMCONCGJ S.A.S. Y EL CLIENTE.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000748

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

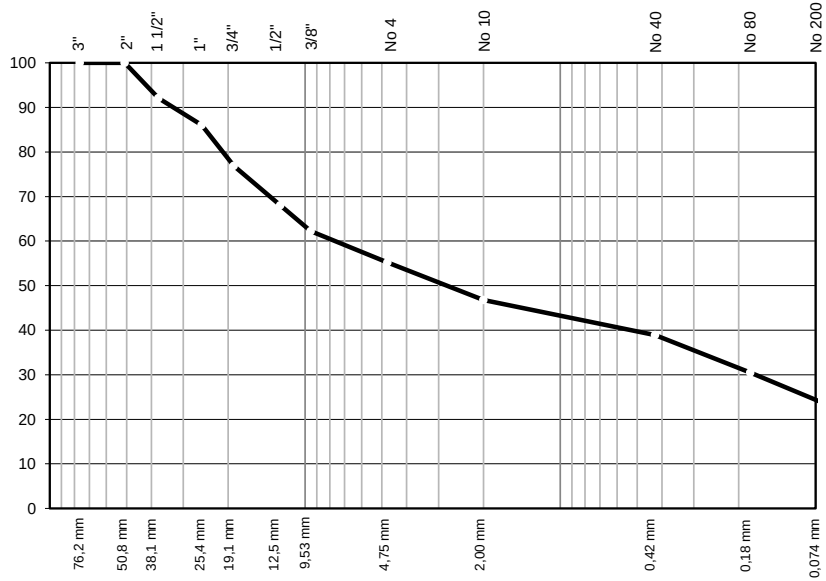
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA

SONDEO No: 4 MUESTRA No: 7 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 44,8%	Arenas: 33,8%	Finos: 21,4%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g):			8621,4
TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	685,2	7,9	92
1"	521,2	6,0	86
3/4"	787,1	9,1	77
1/2"	765,2	8,9	68
3/8"	500,9	5,8	62
No 4	602,2	7,0	55
No 10	725,6	8,4	47
No 40	682,2	7,9	39
No 80	725,6	8,4	30
No 200	782,2	9,1	21,4
Fondo	1859,1	21,6	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

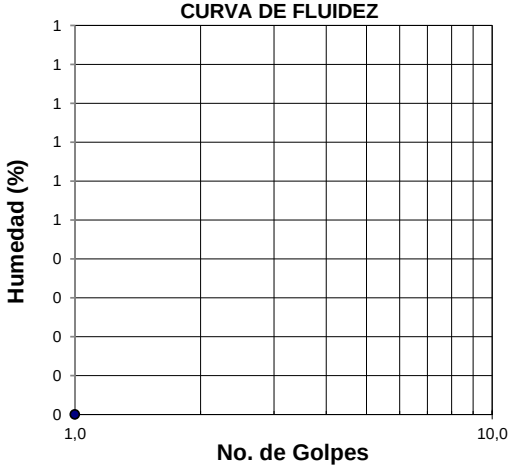
Limite Plástico E-126-13

# Recipiente		
W_1 (g)		
W_2 (g)		
W_C (g)		
% HUMEDAD		

W_N
32
752,2
678,9
60,2
11,8

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		11,8

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GM**

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000748

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

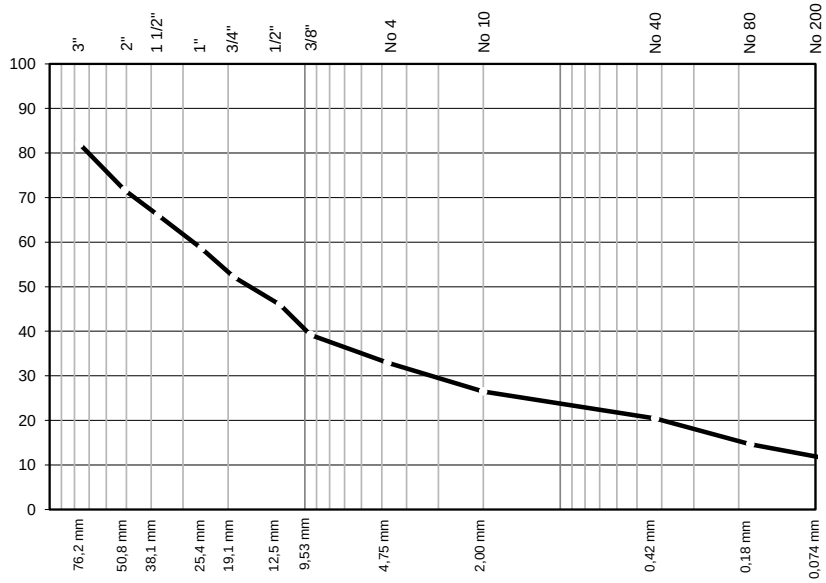
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: GRAVA LIMOSA BIEN GRADADA

SONDEO No: 4 MUESTRA No: 8 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 67,0%	Arenas: 22,4%	Finos: 10,6%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 11116,6

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	2000,2	18,0	82
2"	1150,2	10,3	72
1 1/2"	625,5	5,6	66
1"	826,6	7,4	59
3/4"	712,2	6,4	52
1/2"	695,5	6,3	46
3/8"	752,3	6,8	39
No 4	688,8	6,2	33
No 10	720,2	6,5	26
No 40	675,5	6,1	20
No 80	642,6	5,8	15
No 200	452,2	4,1	10,6
Fondo	1167,1	10,5	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

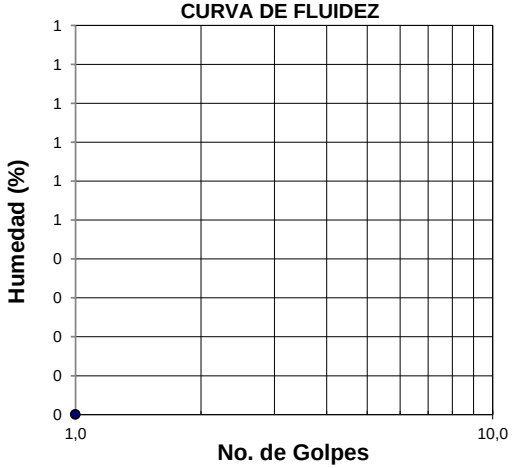
# Golpes			
# Recipiente			
W_1 (g)			
W_2 (g)			
W_C (g)			
% HUMEDAD			

Limite Plástico E-126-13

			W_N
# Recipiente			120
W_1 (g)			625,5
W_2 (g)			589,2
W_C (g)			120,6
% HUMEDAD			7,7

	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		
Limite Plastico:		
Indice de Plasticidad:		N.P.
Humedad Natural:		7,7

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-4 (0)**

U. S. C. S.: **GW-GM**

DAPCIL S.A.S. laboratorio de suelos y pavimentos interventoría

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DETERMIANCION DEL LIMITE LIQUIDO; LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS; ANALISIS GRANULOMETRICO; CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 200 MEDIANTE LAVADO Y DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MUETRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Norma Ref. I.N.V E-122-13 / I.N.V E-125-13 / I.N.V E-126-13 / I.N.V E-213-13 / I.N.V E-214-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000748

FECHA DE RECEPCION: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

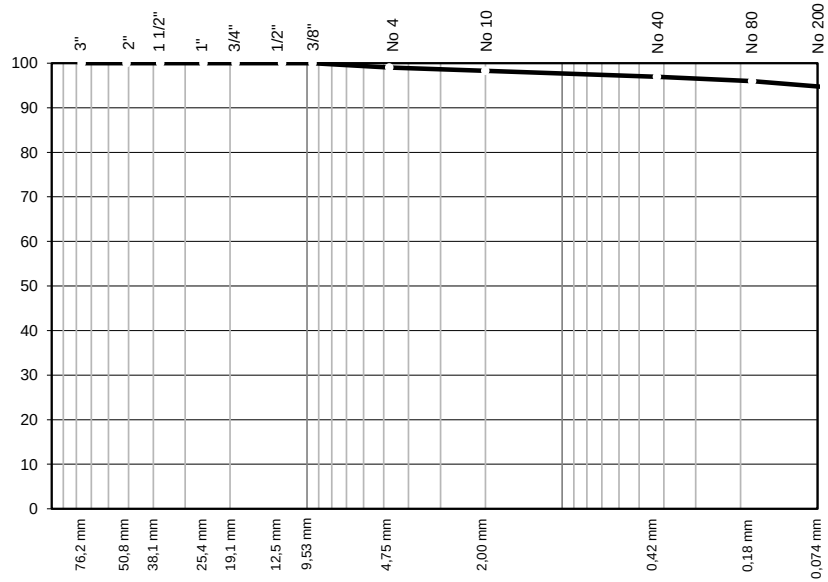
Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISION: 2025-04-13

FUENTE: OBRA

DESCRIPCION MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

SONDEO No: 4 MUESTRA No: 9 PROFUNDIDAD (m):



Gravas: 1,0%	Arenas: 4,8%	Finos: 94,2%

Granulometría E-213-13 / E-214-13

W. Muestra seca sin lavar (g): 319,1

TAMIZ No	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3"	0,0	0,0	100
2"	0,0	0,0	100
1 1/2"	0,0	0,0	100
1"	0,0	0,0	100
3/4"	0,0	0,0	100
1/2"	0,0	0,0	100
3/8"	0,0	0,0	100
No 4	3,2	1,0	99
No 10	2,2	0,7	98
No 40	4,3	1,3	97
No 80	3,2	1,0	96
No 200	5,6	1,8	94,2
Fondo	300,6	94,2	0

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido E-125-13 Método A

# Golpes	30	25	20
# Recipiente	11	12	13
W_1 (g)	42,21	40,36	41,52
W_2 (g)	36,56	34,62	35,75
W_C (g)	20,02	18,87	20,77
% HUMEDAD	34,2	36,4	38,5

Limite Plástico E-126-13

# Recipiente	14	15
W_1 (g)	31,12	30,25
W_2 (g)	28,76	28,01
W_C (g)	15,15	14,75
% HUMEDAD	17,3	16,9

W_N
62
252,2
235,00
125,5
15,7

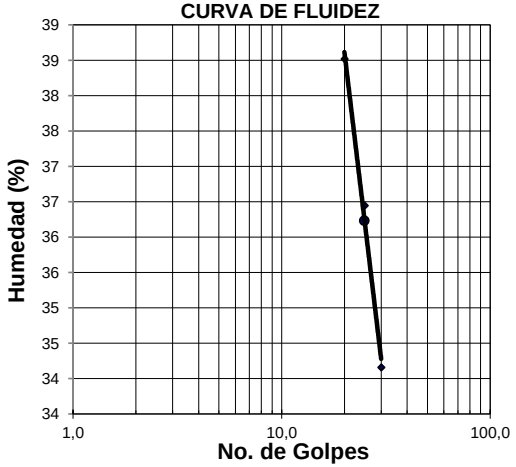
	Especific.	Resultado
Limite Liquido:		36
Limite Plastico:		17
Indice de Plasticidad:		19
Humedad Natural:		15,7
Índice de Liquidez		-0,1

CLASIFICACIÓN

A A S H T O (I.G.): **A-6 (18)**

U. S. C. S.: **CL**

CURVA DE FLUIDEZ



Observaciones:

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022

Cazuela Casagrande: DAP-CG-001

Horno Eléctrico: DAP-HE-001

Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes.
Gerente Técnico

Descargos de responsabilidad:

1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

****FIN DE INFORME ****

DAPCIL S. A. S.
INGENIEROS CONSULTORES
SUELOS Y PAVIMENTOS

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
23-LAB-049

Informe de Ensayo

CBR DEL SUELO SOBRE MUESTRA INALTERADA

Norma Ref. INV E-148-13

PROYECTO: **REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACION DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PUBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, BOGOTA, D.C. A TRAVES DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y MONTO AGOTABLE**

OT: 97

UBICACIÓN: CIV 4000748

FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-03-27

CLIENTE: CONSORCIO J1 SAN CRISTOBAL

FECHA DE ENSAYO: 2025-04-10

Dir. CLIENTE: ING DIEGO CABALLERO

FECHA DE EMISIÓN: 2025-04-13

FUENTE:

DESCRIPCIÓN MUESTRA: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

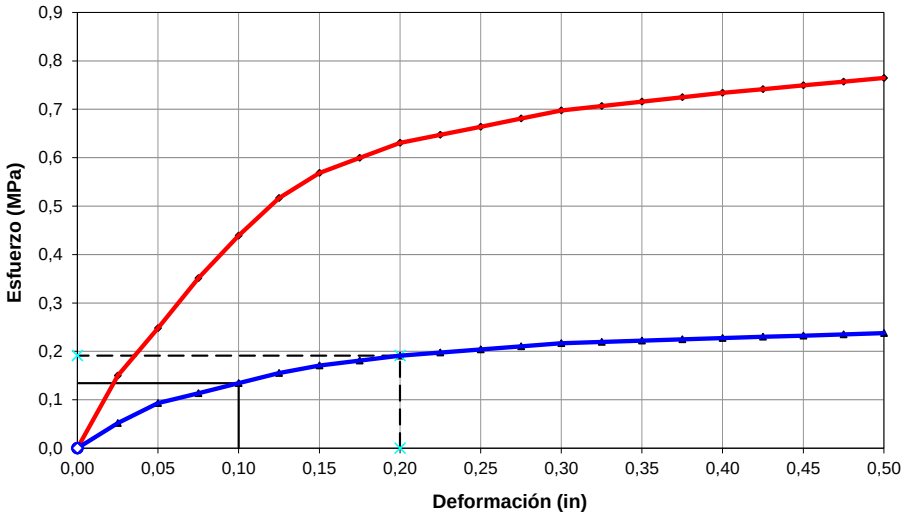
APIQUE No: 4 MUESTRA No: 9 PROFUNDIDAD (m): 0

Lecturas de Penetracion		Esfuerzo Referencia	Sin Inmersión			Con Inmersión		
Pulg.	mm.	(MPa)	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido	Lectura Dial (kN)	Esfuerzo (MPa)	C.B.R. % corregido
0,025	0,64		0,290	0,150		0,100	0,052	
0,050	1,27		0,480	0,248		0,180	0,093	
0,075	1,91		0,680	0,351		0,220	0,114	
0,100	2,54	6,9	0,850	0,439	6,36	0,260	0,134	1,95
0,125	3,18		1,000	0,517		0,300	0,155	
0,150	3,81		1,100	0,568		0,330	0,171	
0,175	4,45		1,150	0,594		0,350	0,181	
0,200	5,08	10,3	1,220	0,630	6,12	0,370	0,191	1,86
0,300	7,62		1,350	0,698		0,420	0,217	
0,400	10,16		1,420	0,734		0,440	0,227	
0,500	12,70		1,480	0,765		0,460	0,238	

Humedad antes de inmersión INV E-122-13	
# de tara	62
W_1	252,20
W_2	235,00
W_C	125,50
% Humedad	15,71

Humedad después de inmersión INV E-122-13	
# de tara	22
W_1	150,20
W_2	128,30
W_C	31,60
% Humedad	22,65

Curva Esfuerzo-Deformación



W.muestra+molde: 7452 g
W. molde: 3352 g
W.muestra húmeda: 4100 g
Diámetro molde: 15,0 cm
Altura muestra: 12,7 cm
Densidad húmeda: 1,827 g/cm³
Densidad Seca: 1,579 g/cm³
Área pistón = 3 in² 1935 mm²

Expansión	
Lectura. Inicial Dial	0,0
Lectura 1° Dia	6,0
Lectura 2° Dia	7,0
Lectura 3° Dia	9,0
Lectura 4° Dia	11,0
Expansión Total (Mm)	0,279
Expansión Total (%)	0,220

OBSERVACIONES:

Descargo de responsabilidad:
1.El presente informe de ensayo no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización escrita del laboratorio que lo emite.
2.El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, excepto cuando la información la suministre el cliente información que puede afectar la validez de los resultados.
3.El laboratorio no es responsable de la etapa de muestreo
4.Los resultados de los ensayos fueron obtenidos en las condiciones en las cuales se recibe la muestra en el laboratorio.
5.Este informe es válido únicamente si presenta firma de quien Reviso o Aprobó con sello del laboratorio que lo emite en original.

Equipo utilizado:

Balanzas: DAP-BE-002, DAP-BE-003,DAP-BE-022;DAP-BE-007
Cazuela Casagrande: DAP-CG-001
Horno Eléctrico: DAP-HE-001
Serie de Tamices: DAP-ST-001

Revisó:
Ing. Luis Fernando Osorio C.
Director Técnico

Aprobó:
Luis Alirio Awazacko Reyes
Gerente Técnico

DAPCIL S.A.S. Laboratorio de suelos y pavimentos Interventoría

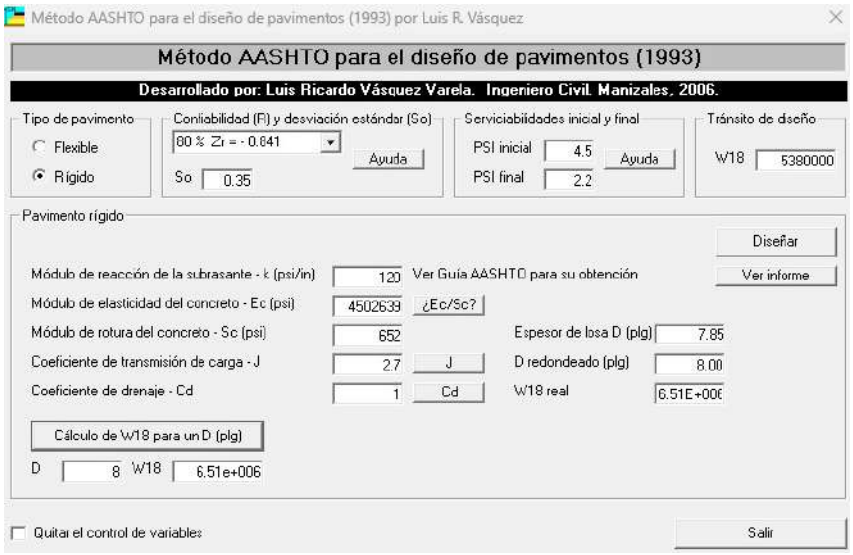
****FIN DE INFORME ****

ANEXO 2. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS CON CAPA ANTIEROSIVA

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON CAPA ANITEROSIVA			
CIV'S 4000774 - 4000763 - 4000748			
DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K comb	**120**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.85	

DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado Excel)**	8.22	pulg
		20.89	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	21.00	cm
		8.27	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	22.00	cm
		8.66	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.66	pulg

VERIFICACION INVIAS	Tipo de subrasante	S3
	Tipo de concreto	MR 4
	Transferencia y confinamiento	D Y B
	Transito	T3



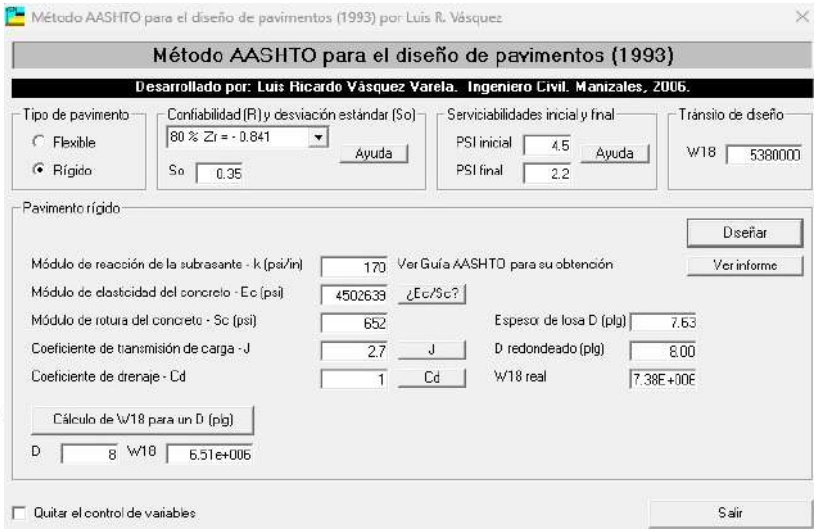
ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 3. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO			
CIV'S 4000774 - 4000763 - 4000748			
DATOS DE ENTRADA	W_{18}	**5380000**	**NEE**
	R (%)	80	
	Z_r	-0.841	
	s_o	0.35	
	p_f	**2.2**	
	ΔPSI	2.30	
	Modulo Elastico Concreto	4502639	**psi**
	Modulo Rotura Concreto	652	**psi**
	K combinado	**150**	**pci**
	C_d	0.95	
	J	2.7	
	Log (W_{18})	6.73	
		6.83	
DISEÑO DE ESTRUCTURA	**D (espesor losa calculado)**	8.06	pulg
		20.47	cm
	D (espesor losa calculado AASHTO LUIS VASQUEZ)	21.00	cm
		8.27	pulg
	D (espesor losa calculado INVIAS)	20.00	cm
		7.87	pulg
	D (espesor losa construible)	22.00	cm
		8.6614	pulg



ESPESORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES

		Tránsito T3																			
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1	29	34	31		28	32	30		26	30	27	30	25	29	26	29	24	28	26	28
	MR2	28	32	31		27	31	30		25	29	27	29	24	28	26	28	24	27	26	27
	MR3	27	31	31		26	30	30		24	28	27	28	23	27	26	28	23	26	26	27
	MR4	26	30	31		25	29	30		23	26	27	28	22	25	26	28	22	25	26	27
BG	MR1	27	32	29		27	31	28		25	29	26	29	24	28	26	27	24	28	25	28
	MR2	26	31	29		26	30	28		24	28	26	28	24	27	26	27	23	27	25	27
	MR3	26	30	29		25	29	28		23	27	26	28	23	26	26	27	22	26	25	27
	MR4	24	28	29		24	27	28		22	26	26	28	22	25	26	27	21	25	25	27
BEC	MR1	24	28	25	28	24	27	25	27	22	25	24	26	22	25	24	25	21	24	23	25
	MR2	23	27	25	27	23	26	25	26	21	24	24	26	21	24	24	25	21	23	23	25
	MR3	22	26	25	27	22	25	25	26	21	24	24	26	20	23	24	25	20	23	23	25
	MR4	21	24	25	27	21	24	25	26	20	22	24	26	20	22	24	25	19	22	23	25

Tabla 4-4. Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T3 como factor principal

ANEXO 4. INFORME DE PAVIMENTOS FDLSC-LP-003-2023

ALCALDÍA LOCAL DE SAN CRISTÓBAL

CONTRATO DE OBRA PUBLICA No. FDLSC-487-2023

REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE

DISEÑO DE PAVIMENTO DE CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 LAS MERCEDES, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 LA VICTORIA

GT04-CSC2023-V0

CONTRATISTA

CONSORCIO SANCRISTOBAL 2023

CONSULTOR

GEOINGTRO SAS

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2023

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

Versión No.	Fecha de modificación	Descripción de la modificación
0	29-08-2023	Versión inicial

ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Distribuir a	No.	Distribuir a
1	INTERVENTORÍA	4	
2		5	
3		6	

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato No.	FDLSC-487-2023	**Fecha:**	29 de agosto de 2023
Título del documento	Diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497		
Código del documento	GT04-CSC2023		

Control Interno Consorcio SanCristobal 2023 – Contrato FDLSC-487-2023	
Elaboró: **Ing. Juan Ricardo Troncoso Rivera** Especialista en pavimentos	Aprobó: **Ing. Angela Patricia Castro G.** Director de Obra
Revisión Externa	
Especialista de Pavimentos de Interventoría	Representante Legal

TABLA DE CONTENIDO

CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO 2
ÍNDICE DE DISTRIBUCIÓN 2
REVISIÓN Y APROBACIÓN 2
TABLA DE CONTENIDO 3
LISTA DE ILUSTRACIONES 4
LISTA DE TABLAS 5
LISTA DE GRÁFICAS 5
LISTA DE FOTOGRAFÍAS 5
INTRODUCCIÓN 7
1 OBJETIVOS Y ALCANCE 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
1.3 Alcance 8
2 GENERALIDADES 9
2.1 Localización y descripción del proyecto 9
2.2 Caracterización operacional del área de estudio 10
2.3 Caracterización climática 13
3 ANÁLISIS DE TRANSITO 15
3.1 Conteos de transito 15
3.2 Tránsito promedio diario 15
3.3 Periodo de diseño 16
3.4 Factor de distribución direccional 16
3.5 Factor de distribución por carril 16
3.6 Tasa de crecimiento 17
3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje 17
4 DIAGNOSTICO VIAL 18
4.1 Evaluación superficial del pavimento 20
4.2 Evaluación estructural 20
4.3 Resultado del diagnóstico vial 20
5 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 22
5.1 Perfiles estratigráficos 22
5.2 Caracterización geotécnica 22
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS 24
6.1 Análisis de potencial de expansión 24
6.2 Análisis de potencial de contracción de arcillas 25
6.3 Revisión bibliográfica frente al fenómeno de contracción y expansión 26
6.4 Recomendación frente al fenómeno de contracción y expansión 28
6.5 Ensayos de capacidad de soporte del suelo 29
6.6 Correlación CBR- MR 30
6.7 Cálculo de la capacidad portante equivalente – CPE 30
6.7.1 Determinación del módulo de la capa reforzada con geocelda 30
6.7.2 Verificación del espesor mínimo de material 31
6.8 Cálculo de módulo de reacción del conjunto de capas 33
7 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO 35
7.1 Metodología de diseño 35

7.2 Alternativas de diseño en pavimento rígido 35
7.2.1 Alternativa 1: Concreto hidráulico, capa antierosiva, SBG 36
7.2.2 Alternativa 2: Concreto hidráulico, subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
7.3 Características geométricas de la losa 38
7.4 Modulación ante la presencia de estructuras hidráulicas 38
7.5 Características de las barras de transferencia y amarre 40
7.6 Juntas de transferencia 40
7.6.1 Juntas de expansión 41
7.6.2 Sellado de juntas 41
8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
9 LIMITACIONES 43
ANEXOS I
ANEXO 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA I
ANEXO 2. VERIFICACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DE MATERIAL GRANULAR QUE ACOMPAÑA EL REFUERZO DE GEOCELDA II
ANEXO 3. MEMORIA DE CÁLCULO: PCA III
ANEXO 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL ADITIVO POTENCIALIZADOR IV

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general del área de estudio 9
Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347 10
Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018 11
Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292 11
Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140 12
Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497 12
Ilustración 7. Cargas no uniformes impuestas en estructuras de pavimento por suelos expansivos 26
Ilustración 8. Modelo conceptual para generación de fisuras longitudinales inducidas por el ambiente en pavimentos 27
Ilustración 9. Evolución del porcentaje de fisuración en secciones estudiadas 27
Ilustración 10. Esquema de mejoramiento con barrenos de cal 29
Ilustración 11. Mejoramiento de plataforma con geocelda 31
Ilustración 12. Determinación de K compuesto 34
Ilustración 13. Análisis de sensibilidad capa de subbase 36
Ilustración 14. Estructura de pavimento rígido, alternativa 1 37
Ilustración 15. Análisis de sensibilidad capa de subbase granular mejorada con cemento y aditivo potencializador flexibilizante 37
Ilustración 16. Estructura de pavimento rígido, alternativa 2 38
Ilustración 17. Detalle de modulación si la junta de expansión no coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 18. Detalle de modulación cuando se presentan estructuras hidráulicas y la junta de expansión coincide con la junta longitudinal 39
Ilustración 19. Detalle de modulación cuando se presentan sumideros 40
Ilustración 20. Detalle de junta de expansión con dovela 41
Ilustración 21. Detalle junta de expansión sin dovela 41

Ilustración 22. Estructuras de pavimento recomendadas para intervención 42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico 8
Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV ..15
Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito.....16
Tabla 4. Factor carril.....16
Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria 17
Tabla 7. Condición del pavimento 21
Tabla 8. Tipo de ensayo, norma técnica, cantidad.....23
Tabla 9. Resultados de ensayos de laboratorio 23
Tabla 10. Clasificación de suelos expansivos 24
Tabla 11. Potencial expansivo de la subrasante 24
Tabla 12. Comparación de contenido de agua de equilibrio y natural 24
Tabla 13. Potencial de contracción de arcillas 25
Tabla 14. Clasificación de potencial de contracción.....25
Tabla 15. Análisis de resultados de límite de contracción.....26
Tabla 16. Geosintéticos contemplados en el estudio 28
Tabla 17. Resultados de ensayo CBR 29
Tabla 18. Correlaciones entre CBR Vs MR.....30
Tabla 19. Cálculo de modulo resultante de refuerzo con geocelda 31
Tabla 20. Verificación de espesor 33
Tabla 21. Parámetros de diseño alternativa pavimento rígido 36
Tabla 22. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 1 36
Tabla 23. Espesores de diseño pavimento rígido método PCA, alternativa 2 38
Tabla 24. Proporciones recomendadas de cemento y aditivo.....38
Tabla 25. Ancho de losa por CIV.....38
Tabla 26. Características de las barras de transferencia 40
Tabla 27. Características de las barras de amarre 40
Tabla 28. Características de las juntas 41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio 13
Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio 14
Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero 14
Gráfica 4. Perfiles encontrados en la exploración geotécnica.....22

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo 15

Fotografía 2. Estado actual CIV 4001234 PK_ID 203347 18
Fotografía 3. Estado actual CIV 4001104 PK_ID 203018 18
Fotografía 4. Estado actual CIV 4001159 PK_ID 183292 19
Fotografía 5. Estado actual CIV 4003781 PK_ID 208140 19
Fotografía 6. Estado actual CIV 4003972 PK_ID 208497 20

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal 16
Ecuación 2. Humedad de equilibrio 24
Ecuación 3. Incremento del módulo del material granular por MIF 31
Ecuación 4. Factor de incremento de modulo 31
Ecuación 5. Relación de módulo 32
Ecuación 6. Determinación del espesor mínimo de material con uso de geocelda 32

INTRODUCCIÓN

En desarrollo del contrato de obra pública No. FDLSC-487-2023 celebrado entre el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal y el Consorcio Sancristobal 2023, cuyo objeto es: "REALIZAR LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE LA MALLA VIAL, ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ, D.C. A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE", se hace necesario realizar los estudios y diseño de pavimento, con el fin de ejecutar las obras necesarias teniendo en cuenta las condiciones actuales, el comportamiento del suelo, así como las especificaciones técnicas de los materiales y procesos de construcción vigentes de acuerdo con la normativa aplicable para la ciudad de Bogotá D.C.

El Consorcio Sancristobal 2023 encomendó a GEOINGTRO S.A.S., la elaboración del diseño de pavimento de CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria.

Las especificaciones de las actividades a realizar durante la construcción deberán cumplir lo establecido en documento ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.", versión 2018.

1 OBJETIVOS Y ALCANCE

En este capítulo se definen los objetivos del diseño de pavimento y el alcance especifico de los segmentos viales a evaluar.

1.1 Objetivo general

Realizar el diseño de pavimento con base en la metodología descrita en la GUÍA GU-IC-13 DIAGNOSTICO DE PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL URBANA Y RURAL DE BOGOTÁ D.C. y el Apéndice I – Diagnóstico, Técnicas de Intervención y Diseño de Alternativas para la Conservación Programada de los Pavimentos de la Malla Vial de Bogotá D.C. del Instituto de Desarrollo Urbano.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar de la información técnica disponible del diagnóstico vial realizado.
- Analizar la exploración geotécnica como insumo principal para el análisis geotécnico de la subrasante y sus comportamientos asociados.
- Diseñar una estructura de pavimento por medio de la metodología PCA-84.
- Determinar las Especificaciones Técnicas de materiales de acuerdo con la normatividad vigente.

1.3 Alcance

El alcance del diseño de pavimento incluye cinco (5) segmentos viales.

Tabla 1. Segmentos de calzada vehicular evaluados en el diagnóstico

No.	CIV	ID_Calzada	Eje vial	Desde	Hasta
27	4001234	203347	Calle 20 Sur	Carrera 11B Este	Carrera 12 Este
28	4001104	203018	Carrera 11 Este	Calle 19 Sur	Calle 20 Sur
29	4001159	183292	Calle 20 Sur	Carrera 11 Este	Carrera 11A Este
38	4003781	208140	Calle 40 Sur	Carrera 3A Este	Carrera 3C Este
39	4003972	208497	Carrera 6 Este	Calle 40 Sur	Calle 40A Sur

Fuente: Listado entregado por el Consorcio Sancristobal 2023

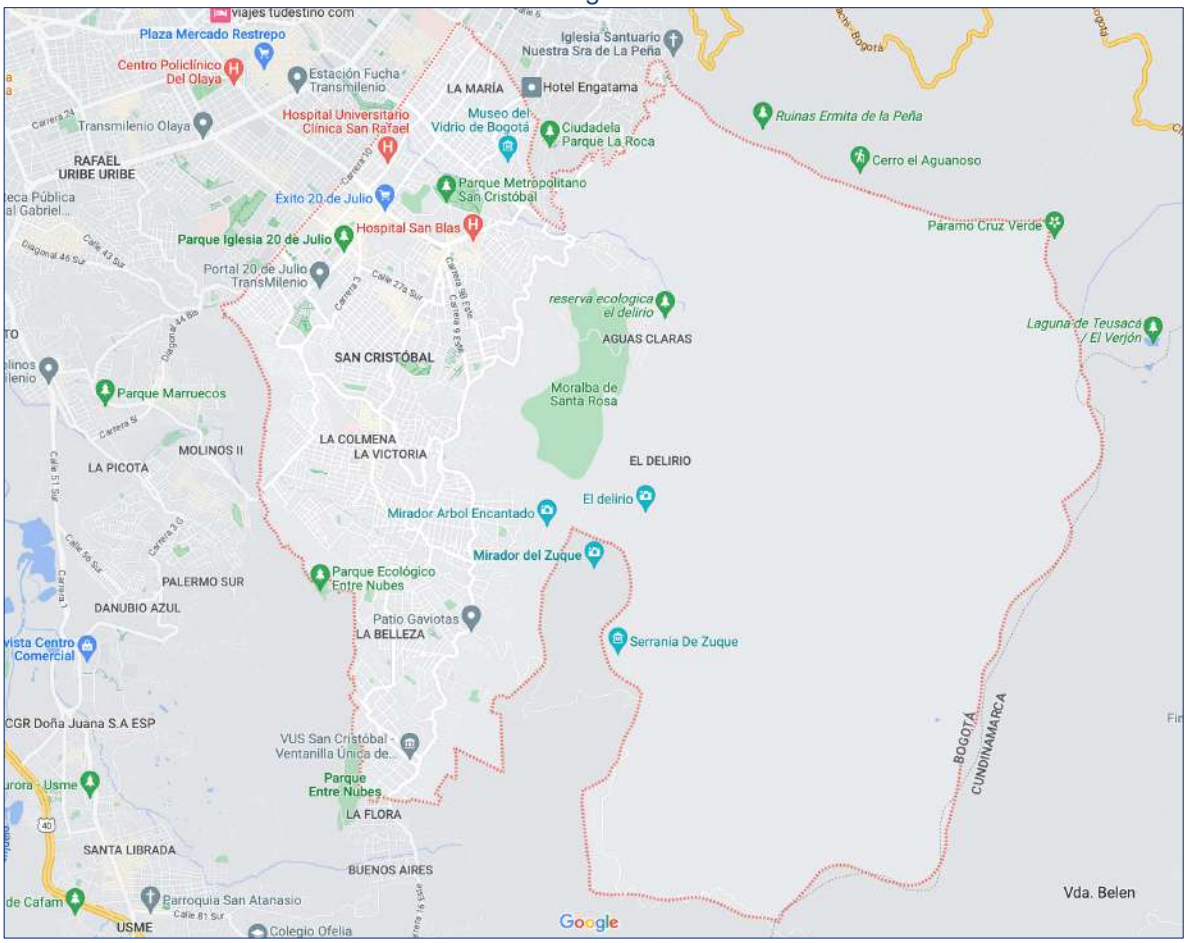
2 GENERALIDADES

En este capítulo se presenta la ubicación general de la zona a evaluar, la ubicación especificación corredor vial a evaluar, así como las condiciones climáticas que se incluyen en las hipótesis del diseño de estructuras de pavimento.

2.1 Localización y descripción del proyecto

La localización general del área de estudio se ubica en la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá D.C., la cual se encuentra delimitada por el norte con la avenida 1 Sur con la localidad de Santa Fe, por el sur con la calle 73 Sur con la localidad de Usme, por el oriente con los cerros orientales con los municipios de Choachí y Ubaque (Cundinamarca), y por el occidente con la carrera Décima con las localidades de Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño.

Ilustración 1. Localización general del área de estudio

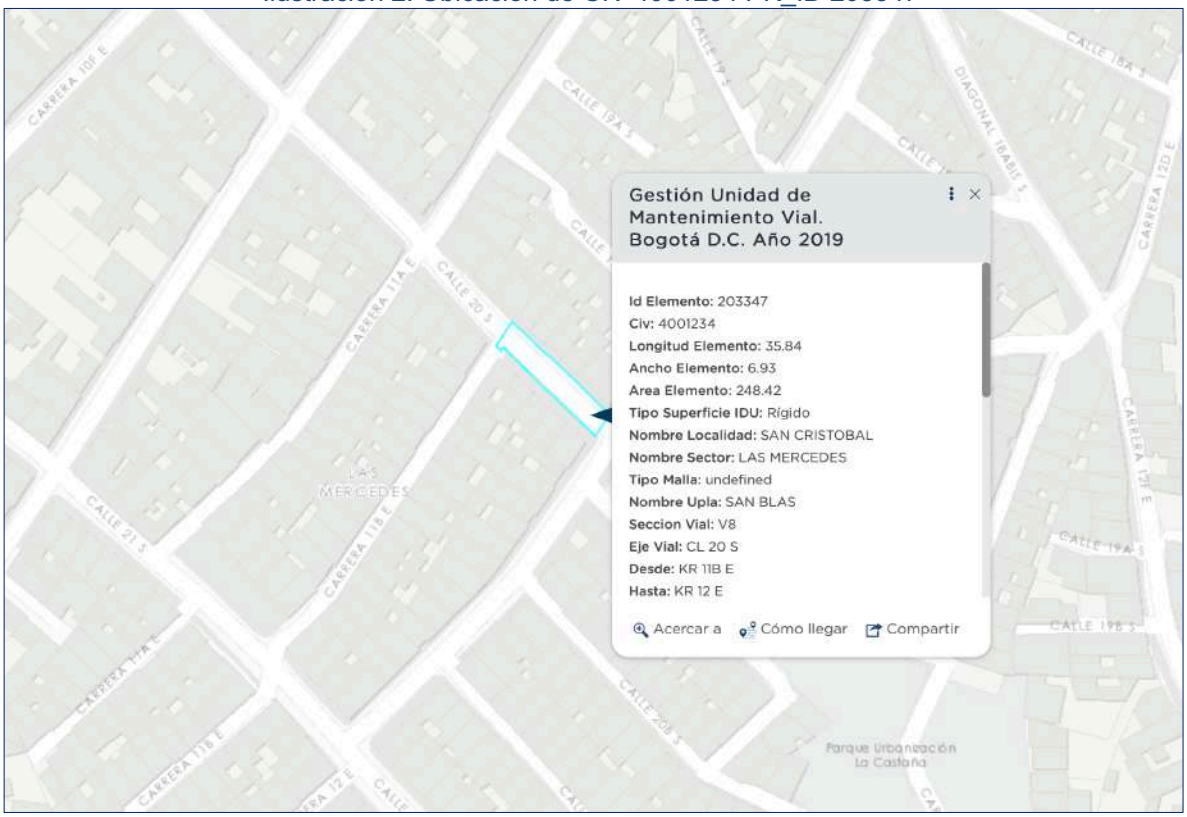


Fuente: Google Maps, 2023

2.2 Caracterización operacional del área de estudio

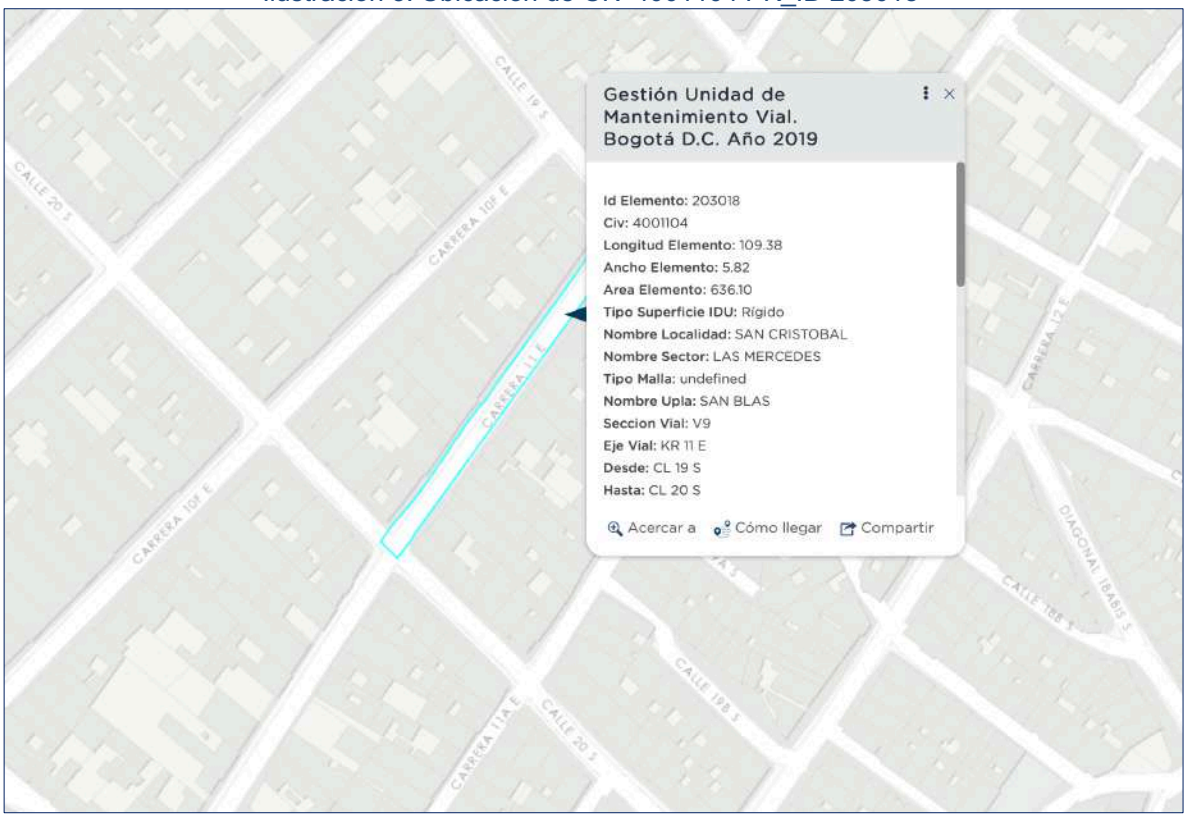
El tramo vial del CIV 4001234 PK_ID 203347, CIV 4001104 PK_ID 203018, CIV 4001159 PK_ID 183292 Las Mercedes, CIV 4003781 PK_ID 208140, CIV 4003972 PK_ID 208497 La Victoria, es un corredor vial de una calzada con dos carriles en dos direcciones con funcionalidad vehicular, actualmente con superficie de pavimento consolidada.

Ilustración 2. Ubicación de CIV 4001234 PK_ID 203347



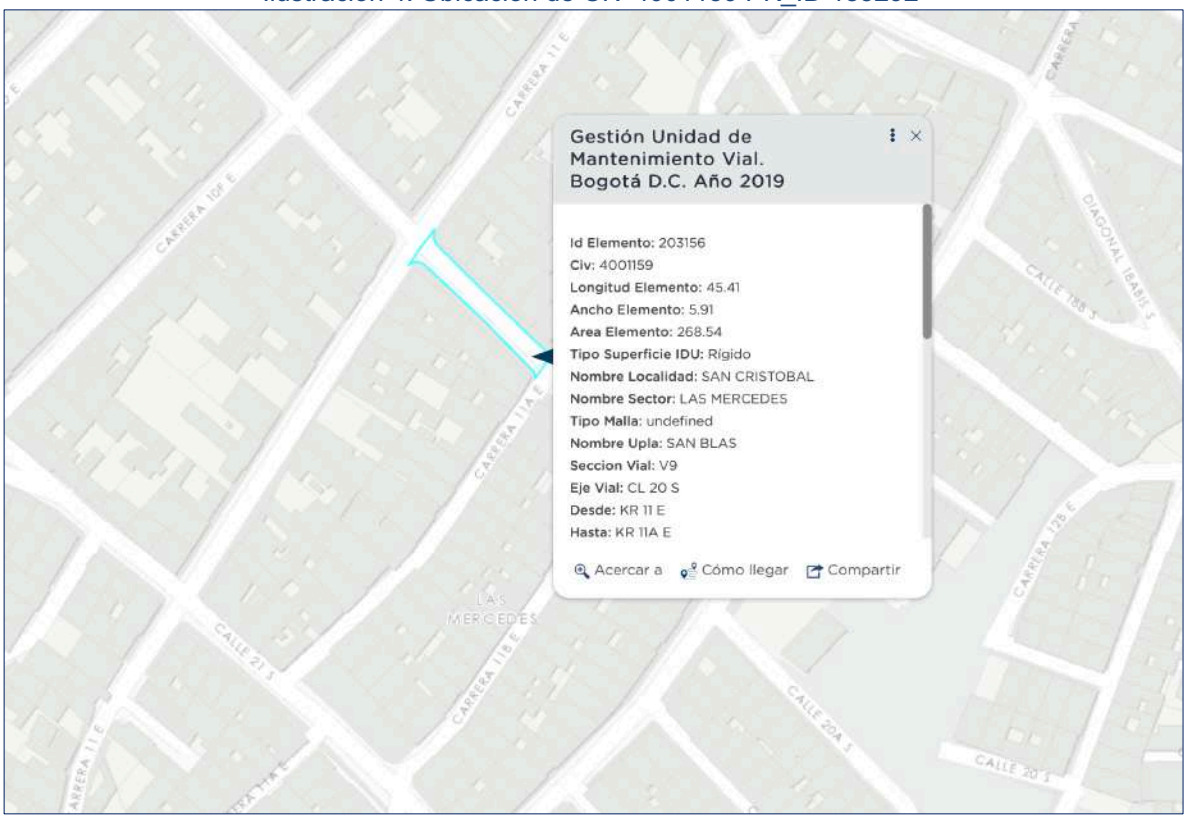
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 3. Ubicación de CIV 4001104 PK_ID 203018



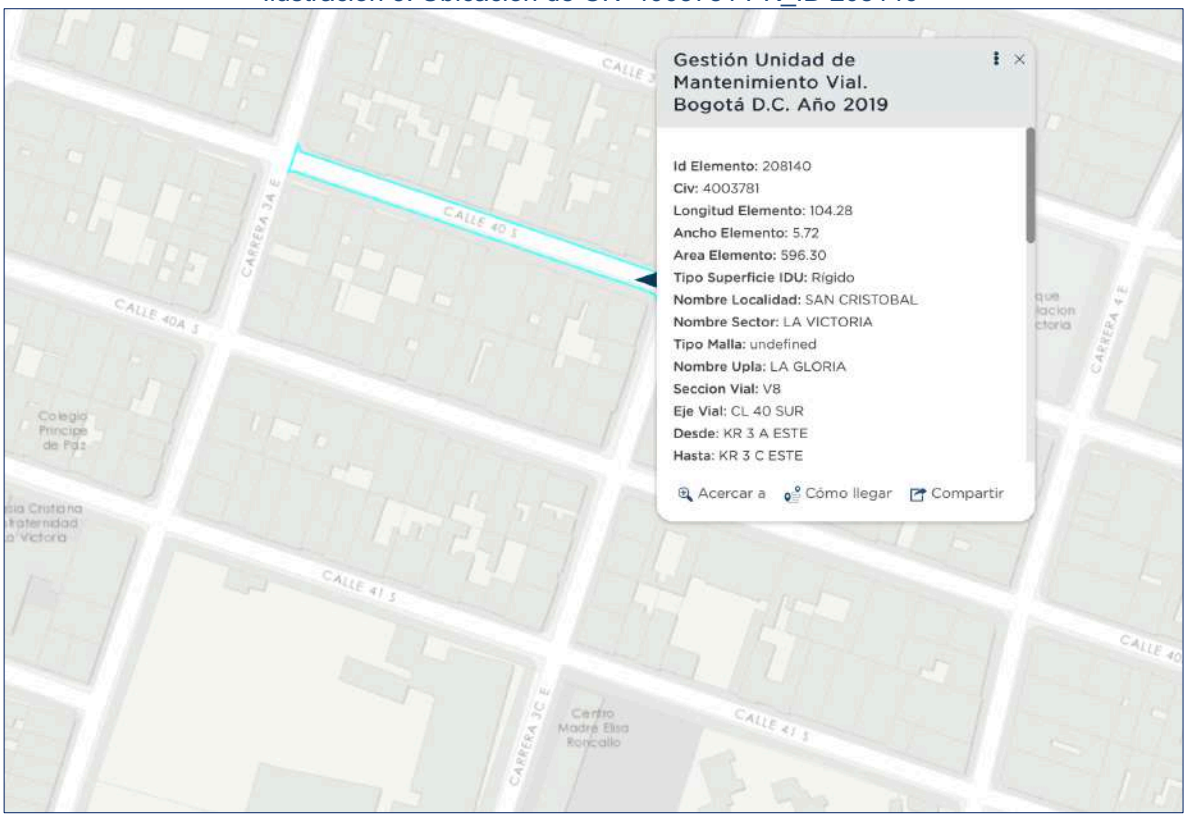
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 4. Ubicación de CIV 4001159 PK_ID 183292



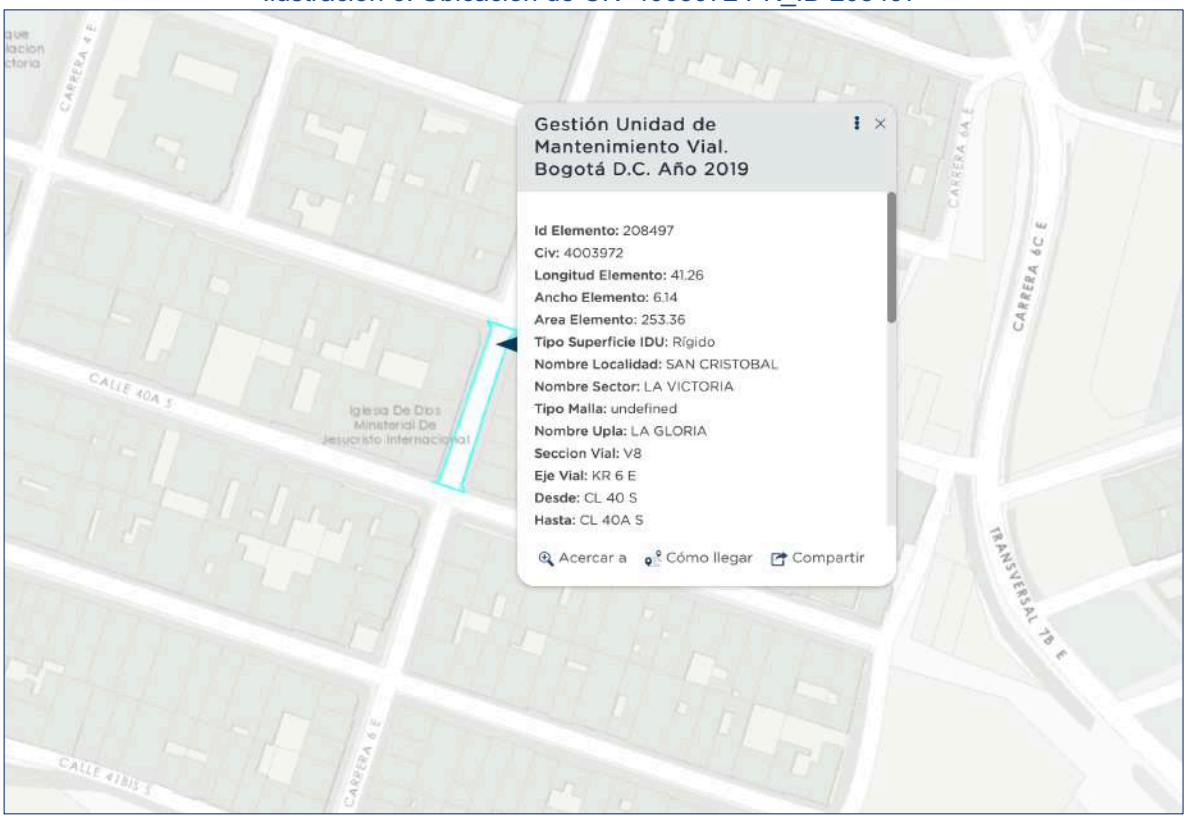
Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 5. Ubicación de CIV 4003781 PK_ID 208140



Fuente: IDECA, 2023

Ilustración 6. Ubicación de CIV 4003972 PK_ID 208497



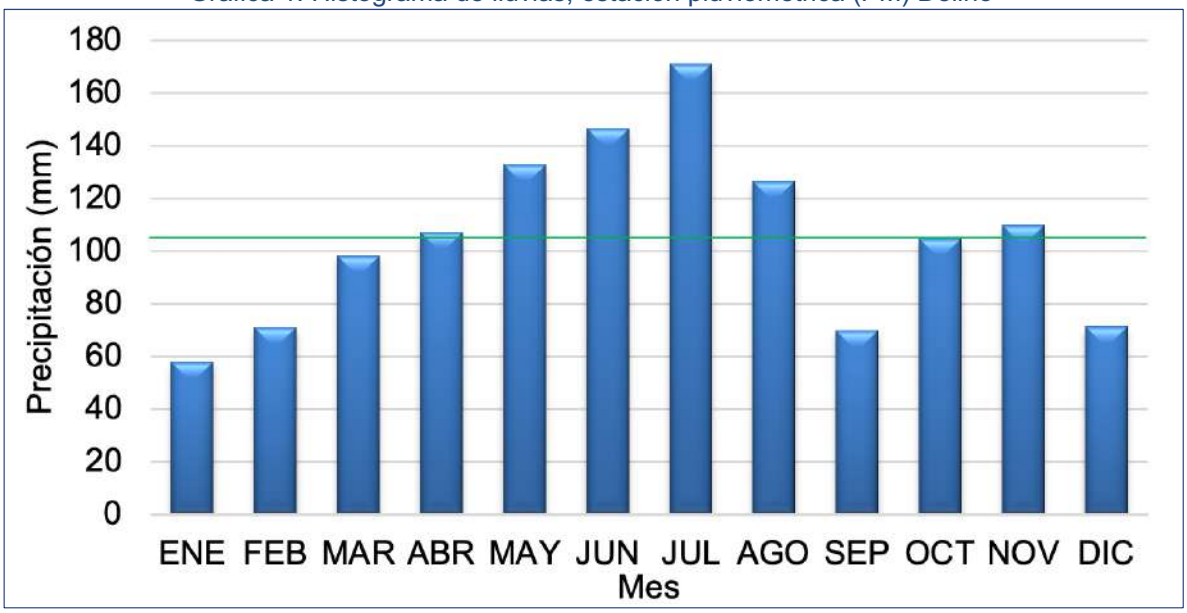
Fuente: IDECA, 2023

2.3 Caracterización climática

Para la evaluación de las condiciones climatológicas del proyecto, se tiene en cuenta los datos reportados por la estación pluviométrica (PM) Delirio y estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero, ubicadas en las coordenadas 4°33'0.0"N - 74°3'0.0"W y 4°35'54.1"N - 74°3'41.6"W respectivamente, y que registran los siguientes parámetros:

- Precipitación anual: 1.267 mm
- Número de días con lluvia al año: 253
- Temperatura media anual: 13°C

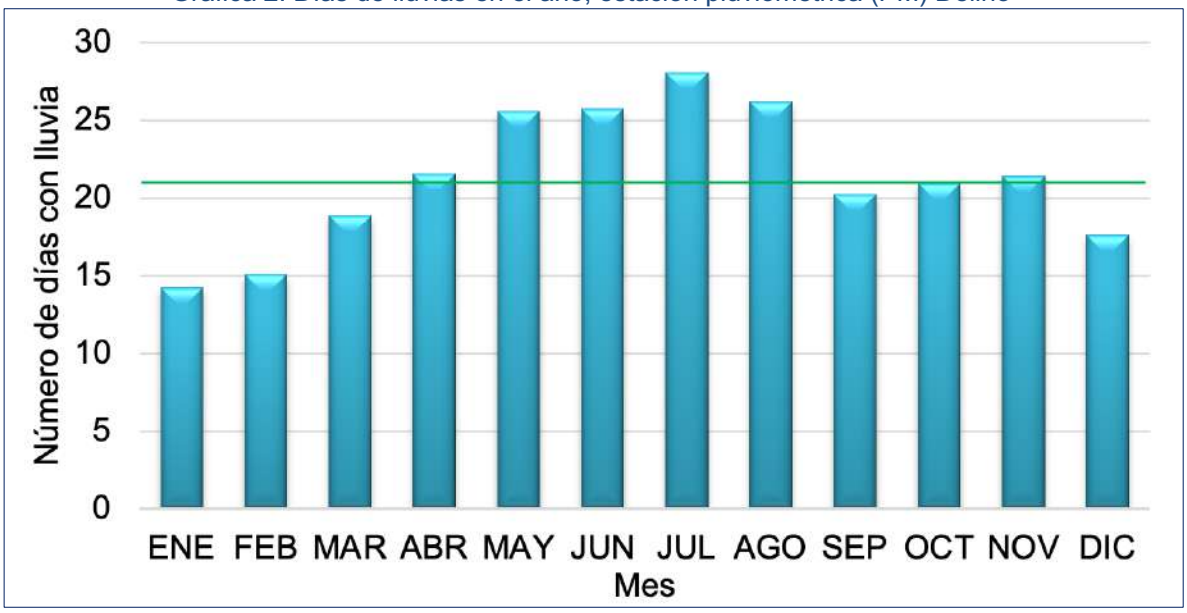
Gráfica 1. Histograma de lluvias, estación pluviométrica (PM) Delirio



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Los meses con mayor precipitación son, mayo, junio, julio agosto, octubre y noviembre, siendo julio el que presenta mayor precipitación con 170,9 mm.

Gráfica 2. Días de lluvias en el año, estación pluviométrica (PM) Delirio



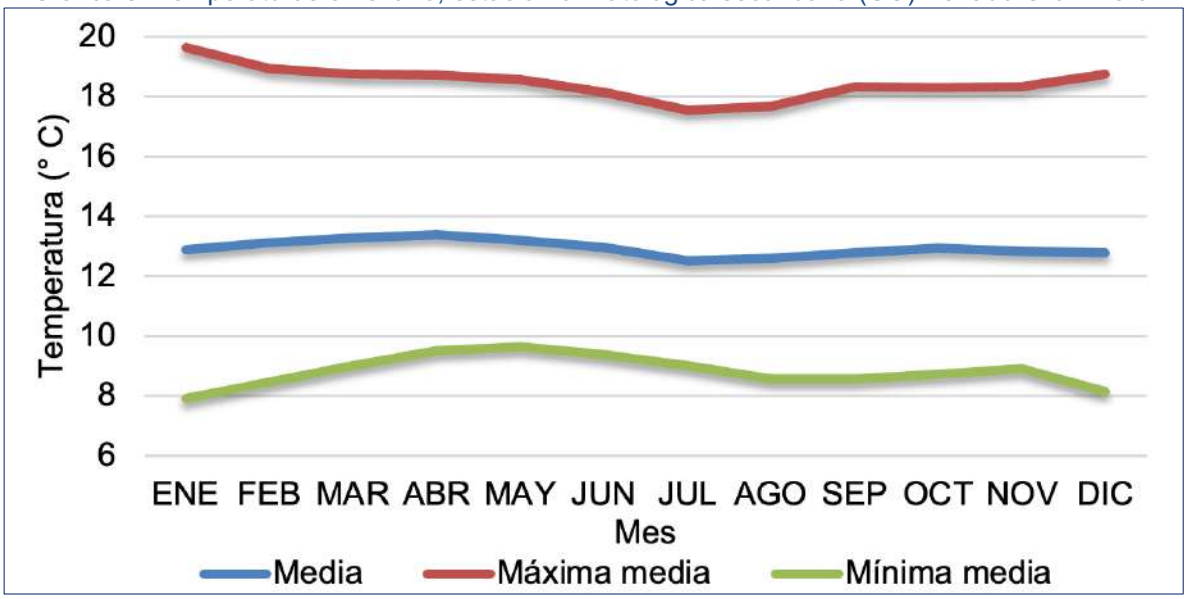
Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

Se determina el porcentaje de tiempo que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en los meses de mayor precipitación, considerando los que presentan valores por encima del promedio.

$$\%tiempo = \frac{días\ de\ máxima\ precipitación}{365} = \frac{21{,}6 + 25{,}6 + 25{,}7 + 28{,}1 + 26{,}2 + 21{,}4}{365} = 40{,}7\%$$

Con respecto a la temperatura, se observa la variación de esta durante el año.

Gráfica 3. Temperaturas en el año, estación climatológica secundaria (CO) Venado Oro Vivero



Fuente: Adaptado con datos de www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima

3 ANÁLISIS DE TRANSITO

El análisis de tránsito se realiza como base a las condiciones observadas en las vías evaluadas, vías con tránsito local o barrial, vías con tránsito de rutas SITP, entre otras tipologías. En algunos segmentos viales se realizan conteos debido a las condiciones observadas.

Tabla 2. Condiciones observadas y criterio de análisis del tránsito en cada CIV

No.	CIV	PK calzada	Tipo de malla	Condiciones Transito observado	Criterio
27	4001234	203347	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
28	4001104	203018	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
29	4001159	183292	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
38	4003781	208140	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo
39	4003972	208497	Intermedia	Buses, vehículos de carga y livianos	Conteo

Fuente: Elaboración propia

3.1 Conteos de transito

La toma de información se realiza en un día típico y atípico de la semana, en la franja de horario de 05:00 a 19:00. Se registra del flujo motorizado que transita en el punto de conteo, y se clasifica de acuerdo con el sentido del flujo, y por tipo de vehículo, en:

- Busetas
- Buses
- Camiones (2P, 2G, C3, C4, 2S1, 2S2, 2S3, 3S1, 3S2, 3S3)

Fotografía 1. Tipos de vehículos durante el conteo



Fuente: propia

3.2 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario se obtiene a partir de los volúmenes vehiculares del día típico y un día atípico utilizando la siguiente expresión:

Ecuación 1. Determinación de tránsito promedio diario semanal

$$TPD_i = \frac{Vehículo\ día\ típico_i * 5 + Vehículo\ día\ atípico_i * 2}{7}$$

Fuente: propia

Siendo,
i, el tipo de vehículo

3.3 Periodo de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del IDU, se definen los siguientes periodos de diseño:

- Diagnóstico de pavimentos flexibles, 3 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles, 10 años.
- Rehabilitación y reconstrucción de Pavimentos rígidos, 20 años.

3.4 Factor de distribución direccional

El factor de distribución direccional corresponde a la proporción del tránsito de vehículos comerciales que circulan en una dirección.

Tabla 3. Factores por distribución del tránsito por carril según las características geométricas de la vía y el sentido del tránsito

Tipo de vía factor direccional	Tipo de vía factor direccional
Vía con dos carriles bidireccionales	1,0
Vía con ancho menor a 5m	1,0
Vías con ancho entre 5m y 6m	0,75
Vías con ancho mayor 6m	0,5
Vía multicarril con 3 carriles por dirección	0,75
Vía multicarril con 2 carriles por dirección	0,9

Fuente: Adaptado de Manual de Bajos Volúmenes INVIAS 2007, y Manual de Medianos y Altos Volúmenes INVIAS

Se define un factor direccional típico de 1.

3.5 Factor de distribución por carril

La distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles en cada dirección. Para el presente estudio se tuvo en cuenta la recomendación de INVIAS que se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Factor carril

Número de carriles en cada dirección	Factor de distribución para el carril de diseño	
	INVIAS	AASHTO NCHRP 1-37A
1	1,0	1,0
2	0,90	0,9
3	0,75	0,6
4	Sin información	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Vías

De acuerdo con la información anterior y las características de la vía, el factor de distribución carril es de 1.

3.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del tránsito se define con base a los valores de la Secretaría de Movilidad para vehículos comerciales, de acuerdo con la Localidad y año de análisis. Se escoge una tasa de crecimiento de 2,56%.

3.7 Determinación de repeticiones de carga por eje

Para determinar el número de repeticiones de carga, se toma el TPD por tipo de vehículo proyectado a 20 años.

Tabla 5. Proyección de TPDs Las Mercedes y La Victoria

Año		Bus	Bus padrón	2P	2G	3
2023	Obra	428	1	35	1	1
2024	1	439	1	36	1	1
2025	2	450	1	37	1	1
2026	3	462	1	38	1	1
2027	4	474	1	39	1	1
2028	5	486	1	40	1	1
2029	6	498	1	41	1	1
2030	7	511	1	42	1	1
2031	8	524	1	43	1	1
2032	9	537	1	44	1	1
2033	10	551	1	45	1	1
2034	11	565	1	46	1	1
2035	12	580	1	47	1	1
2036	13	595	1	49	1	1
2037	14	610	1	50	1	1
2038	15	625	1	51	1	1
2039	16	641	1	52	1	1
2040	17	658	2	54	2	2
2041	18	675	2	55	2	2
2042	19	692	2	57	2	2
2043	20	710	2	58	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Repeticiones de carga por eje Las Mercedes y La Victoria

Tipo	Eje	Peso (kN)	Repeticiones
Bus	Simple direccional	35	4.273.775
	Simple	76	4.273.775
Bus padrón	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
2P	Simple direccional	25	349.491
	Simple	59	349.491
2G	Simple direccional	59	9.985
	Simple	108	9.985
3	Simple direccional	59	9.985
	Tándem	216	9.985

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO APIQUES

ANEXO 6. VERIFICACIÓN DE MODULO COMBINADO K

VERIFICACIÓN DE MODULO EQUIVALENTE

CBR (%)	$E_{INF.}$ (kg/cm2)	$E_{INF.}$ (psi)
6.60	673.02	9572.50

OPCION 1

MATERIAL ESTABILIZADO

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
673.02	5093.00	2.25	20	0.66	0.98	0.64	1619.6	16.20	68.48	252.25	205.84
								4.00			
								OK			

OPCION 2

SUBBASE GRANULAR

$E_{INF.}$ kg/cm^2	$E_{SUP.}$	n	h_1(cm)	h_1 / 2a	$\tan^{-1}(n*h_1/2a)$ (rad)	2/π	E_{equiv} Kg/cm^2	CBR (%)	K (MPa/m)	K (lb/in^3)	K (lb/in^3) FAA
673.02	1054.00	1.20	30	0.99	0.87	0.64	906.5	9.06	55.86	205.77	130.91
								4.00			
								OK			

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO

ANEXO 8. DETALLES CONSTRUCTIVOS DWG- PDF