Bogotá D.C, agosto 24 de 2026

LEMOINE-181-FDLC-434-2025

Señores:
CONSORCIO JÚPITER
ATN. LEONARDO IVÁN RAMÍREZ BERNAL
Representante legal
Calle 77 No. 13 – 47 Oficina 605.
consorciojupiterlc@gmail.com
Bogotá D.C

Referencia: Contrato de Interventoría **FDLC-CON-434-2025**, cuyo objeto es "REALIZAR LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, JURÍDICA, AMBIENTAL Y SOCIAL AL CONTRATO DE OBRA PUBLICA RESULTANTE DEL PROCESO DE LICITACION PUBLICA CUYO OBJETO ES: "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C"

Asunto: Respuesta CJ-FDLC-215-2026 Aprobación informe mensual 5.

Cordial saludo,

Esta interventoría en cumplimiento de sus obligaciones contractuales dentro del marco del contrato de referencia, nos permitimos informar que, una vez revisados los informes mensuales del componente técnico 5 radicados mediante comunicación mencionada en asunto del 20 de agosto de 2026, se da aprobación a estos ya que cuentan con los ajustes y correcciones a observaciones solicitadas por esta Interventoría, las cuales se recuerda tener en cuenta para próximos informes.

Cordialmente,

CRISTIAN MAURICIO CUELLAR
REPRESENTANTE LEGAL
LEMOINE RIVERA INGENIEROS ASOCIADOS S.A.S
ANEXOS: (00) Folios
Elaboró: MA

Señores:
FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA

CONTRATO DE OBRA No. FDLC-COP-371-2025

Objeto: "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C"

CONSTRUCTOR: *CONSORCIO JÚPITER*

Contiene:
INFORME MENSUAL DE OBRA No. 5
COMPONENTE TECNICO
PERIODO ENTRE EL 1 DE JUNIO AL 30 DE JUNIO DE 2026
Bogotá D.C., AGOSTO 2026

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

ELABORO	REVISO	APROBO
WILLIAM RODRIGUEZ	MARCO LOPEZ	CRISTIAN CUELLAR
		
FIRMA	FIRMA	FIRMA
Residente de Obra	Director de Obra	Director de Interventoría

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión del documento	Sección Modificada	Fecha de Modificación	Observaciones
0	INF.TEC		Inicial

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 3
INDICE DE TABLAS 4
1 INTRODUCCION 5
2 OBJETO 5
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
4 ACTIVIDADES GENERALES A EJECUTAR 7
5 CONDICIONES GENERALES CONTRATO DE OBRA 7
5.1 CONDICIONES GENERALES CONTRATO DE INTERVENTORIA 9
6 ACTAS Y/O MODIFICACIONES SUSCRITAS AL CONTRATO DE OBRA 10
7 SEGUIMIENTO DE GARANTÍAS Y SEGUROS DEL CONTRATO. 11
8 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 13
9 RECURSO HUMANO INVOLUCRADO EN EL PROYECTO 14
9.1 PERSONAL DEL CONTRATISTA 14
9.2 PERSONAL DE INTERVENTORÍA 15
9.3 PERSONAL SUPERVISIÓN 16
10 SEGUIMIENTO ACTIVIDADES EJECUTADAS 16
11 SEGUIMIENTO A LA PROGRAMACIÓN 19
12 BALANCE PRESUPUESTAL DEL CONTRATO. 20
13 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO PMT 21
14 SEGUIMIENTO AL PLAN DE COMPRAS 22
15 TRAZABILIDAD DE MATERIALES 22
16 CALIDAD DE MATERIALES Y PRODUCTOS NO CONFORMES 23
17 SEGUIMIENTO AL AVANCE FINANCIERO CONTRATO DE OBRA 23
18 INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO DEL ANTICIPO 24
19 IDENTIFICACIÓN ÍTEMS NO PREVISTOS 24
20 SEGUIMIENTO INFORMES SEMANALES 26
21 SEGUIMIENTO ACTAS DE COMITÉ 26
22 CONTROL DE ENSAYOS E INFORME DE LABORATORIOS 27
23 RELACIÓN DE CORRESPONDENCIA. 27
24 REGISTRO FOTOGRÁFICO 32
25 SEGUIMIENTO DEL CLIMA 37
26 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
27 ANEXOS 39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones generales contrato de obra. 8
Tabla 2 Condiciones generales contrato de interventoría. 10
Tabla 3 Registro de actas y/o modificaciones al contrato 11
Tabla 4 Pólizas actualizadas del Contrato de Obra 11
Tabla 5 Pólizas actualizadas suscripción acta de inicio del Contrato de Obra 12
Tabla 6 Pólizas actualizadas contrato de Interventoría 12
Tabla 7 Pólizas actualizadas acta de inicio del Contrato de Interventoría 13
Tabla 8 Listado de CIV/PK Priorizados por el FDLC 14
Tabla 9 Listado de personal Mínimo del Contrato de Obra 15
Tabla 10 Listado de personal Mínimo del Contrato de Interventoría 15
Tabla 11 Listado personal de la Supervisión 16
Tabla 12 Estado balance presupuestal del CTO-371-2025 mes de mayo 21
Tabla 13 Estado PMTs permiso ante SDM 21
Tabla 14 Seguimiento al avance financiero del Cto. de Obra 24
Tabla 15 Estado Ítems No Previstos 26
Tabla 16 Registro de Actas de comité y reuniones 27
Tabla 17 Registro del control de correspondencia enviada 30
Tabla 18 Registro del control de correspondencia recibida 32

1 INTRODUCCION

En el presente informe mensual No. 5 del Contrato de Obra FDLC-COP-371-2025, que comprende el periodo del 1 de junio al 30 de junio de 2026, y se presenta en cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Contrato de Obra Pública FDLC-COP-371-2025, suscrito entre el Fondo de Desarrollo Local de La Candelaria y el Consorcio Júpiter, para la ejecución del proyecto cuyo objeto es "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C.", de conformidad con lo estipulado en el contrato de Obra 371 de 2025 y sus anexos, se da cabal cumplimiento al objeto contractual inicial verificando que los documentos solicitados por el contrato que se va a intervenir de manera integral el estado de ejecución del contrato durante el período reportado, consolidando la información técnica, administrativa, financiera, ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo, así como las actividades adelantadas en desarrollo al presente periodo.

2 OBJETO

El objeto de la contratación corresponde al marco de "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C.", El alcance del proyecto comprende la ejecución integral de las actividades necesarias para la conservación de la infraestructura vial priorizada por el Fondo de Desarrollo Local de La Candelaria, incluyendo la elaboración de los

diagnósticos técnicos, la identificación de las necesidades de intervención, la formulación de soluciones de ingeniería, la gestión de permisos y aprobaciones, y la ejecución de las obras de conservación sobre la malla vial urbana local e intermedia y el espacio público asociado.

- Las intervenciones previstas buscan preservar las condiciones funcionales y estructurales de la infraestructura vial mediante la aplicación de soluciones técnicas acordes con el estado de cada corredor, contribuyendo al mejoramiento de la movilidad, la seguridad vial, la accesibilidad y la calidad del espacio público de la localidad.
- Presentar ante la interventoría y FDLC el seguimiento, control y actividades que se llevan a cabo durante el proceso de ejecución del contrato de obra dando cumplimiento a las metas estipuladas las cuales indican el desarrollo de 2.35 Km/Carril.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto objeto del Contrato de Obra Pública No. FDLC-COP-371-2025 se desarrolla en el marco de las estrategias de mejoramiento de la infraestructura vial previstas por el Fondo de Desarrollo Local de La Candelaria, con el propósito de intervenir la malla vial urbana local e intermedia y el espacio público asociado mediante la ejecución de diagnósticos técnicos, obras de conservación y acciones de movilidad que permitan mejorar las condiciones de transitabilidad, seguridad vial, accesibilidad y funcionalidad de los corredores priorizados.

El proyecto hace parte de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo Local 2025-2028, particularmente de los proyectos de inversión 2777 – "La Candelaria camina hacia la construcción y la conservación de la malla vial" y 2572 – "La Candelaria camina segura en un espacio público incluyente", los

cuales buscan mejorar la calidad de vida de la comunidad mediante la conservación de la infraestructura vial y el fortalecimiento de las condiciones de movilidad dentro de la localidad.

Cuyo alcance contempla las actividades correspondientes al ajuste, complementación y actualización de estudios y diseños, el mejoramiento de la malla vial, ubicados en la Localidad de Candelaria, en la ciudad de Bogotá D.C. Así mismo, contempla todos los trámites y gestión ante todas y cada una de las empresas prestadoras de servicios públicos para la obtención de los conceptos de disponibilidad, factibilidad, provisionalidad, autorización de los diseños necesarios para la obtención de las conexiones definitivas.

4 ACTIVIDADES GENERALES A EJECUTAR

Las actividades generales para ejecutar constan de: el diagnóstico, adecuación, mantenimiento y mejoramiento de la malla vial y espacio publico de la localidad de la Candelaria.

5 CONDICIONES GENERALES CONTRATO DE OBRA

CONTRATANTE	FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE CANDELARIA
CONTRATO DE OBRA	FDLC-COP-371-2025
CONTRATISTA	CONSORCIO JUPITER
NIT	901.985.889-5
OBJETO:	"CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C."

VALOR TOTAL INCIAL DEL CONTRATO:	$ 2.773.434.688,00
ADICION N° 1	N/A
VALOR TOTAL DEL CONTRATO	$ 2.773.434.688,00
PLAZO INICIAL DE EJECUCION:	6 MESES. ETAPA I: 1.5 MESES ETAPA II: 4.5 MESES
FECHA DE INICIO ETAPA I	14 DE ENERO DE 2026
FECHA DE TERMINACION INICIAL	13 DE JULIO DE 2026
SUSPENSIÓN 1	20 DE MARZO DE 2026
TIEMPO SUSPENSIÓN	UN (01) MES
AMPLIACIÓN A LA SUSPENSION 1.	UN (01) MES
MODIFICACIÓN	N/A
TEMINACION ETAPA I	28 DE FEBRERO DE 2026
FECHA DE INICIO ETAPA II	02 DE MARZO DE 2026
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL ETAPA II	13 DE JULIO DE 2026
FECHA DE TERMINACIÓN ACTUALIZADA	13 DE SEPTIEMBRE DE 2026
PRORROGA	N/A

Tabla 1 Condiciones generales contrato de obra.

5.1 CONDICIONES GENERALES CONTRATO DE INTERVENTORIA

CONTRATANTE	FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE CANDELARIA
CONTRATO DE INTERVENTORIA	FDLC-CON-434-2025
CONTRATISTA	LEMOINE RIVERA INGENIEROS ASOCIADOS SAS
NIT	800175083-4
OBJETO:	"REALIZAR LA INTERVENTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA, JURIDICA, AMBIENTAL Y SOCIAL AL CONTRATO DE OBRA PUBLICA RESULTANTE DEL PROCESO DE LICITACIÓN PUBLICA CUYO OBJETO ES" CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C."
VALOR TOTAL INCIAL DEL CONTRATO:	$ 336.014.684,00
ADICION N° 1	N/A
VALOR TOTAL DEL CONTRATO	$ 336.014.684,00
PLAZO INICIAL DE EJECUCION:	6 MESES.
FECHA DE INICIO	14 DE ENERO DE 2026
FECHA DE TERMINACION	13 DE JULIO DE 2026

INICIAL	
SUSPENSIÓN	20 DE MARZO DE 2026
FECHA REINICIO 1	UN (1) MES
AMPLIACIÓN A LA SUSPENSION 1.	UN (01) MES
FECHA DE TERMINACIÓN ACTUALIZADA	13 DE SEPTIEMBRE DE 2026
MODIFICACIÓN	N/A
PRORROGA	N/A

Tabla 2 Condiciones generales contrato de interventoría.

6 ACTAS Y/O MODIFICACIONES SUSCRITAS AL CONTRATO DE OBRA

A la fecha se cuenta con la siguiente acta suscrita.

- El día 14 de enero de 2026 se realizo la firma al acta de inicio al Contrato de Obra FDLC-COP-371-2025 e Interventoría FDLC-CON-434-2025.
- El día 20 de marzo se realizo la suspensión del contrato de Obra FDLC-COP-371-2025, toda vez que se requiere adelantar el tramite correspondiente para el cambio de Titularidad del Plan de Manejo Arqueológico (PMA) y la inclusión de polígonos que actualmente se encuentran por fuera de su cobertura. Tiempo que la entidad ICANH puede cubrir para realizar la revisión y aprobación de la solicitud anteriormente mencionada. se constituye como un requisito indispensable y necesario para poder iniciar las obras, so pena de las sanciones de no contar con el PMA aprobado y con la titularidad actualizada de dicho plan materializada, pueda acarrear en este caso al ejecutor de las obras.

- Para la fecha próxima a finalizar la suspensión, no se contaba con la aprobación por parte de la entidad ICANH, razón por la cual, se solicito la ampliación a la suspensión por un mes adicional o hasta que se superen las causas que dieron origen a esta decisión. Por lo tanto, se continuó la suspensión hasta el 19 de mayo, recibiendo la aprobación por parte del ICANH mediante resolución número 0804 DE 2026.

MODIFICACIÓN DEL CONTRATO	CONCEPTO	FECHA
0	ACTA DE INICIO DEL CONTRATO	14 DE ENERO DE 2026
1	SUSPENSIÓN DEL CONTRATO	20 DE MARZO DE 2026
2	REINICIO DEL CONTRATO	20 DE MAYO DE 2026

Tabla 3 Registro de actas y/o modificaciones al contrato

7 SEGUIMIENTO DE GARANTÍAS Y SEGUROS DEL CONTRATO.

POLIZAS DE OBRA ACTUALIZADA ACTA DE INICIO

RELACIÓN DE GARANTIAS DEL CONTRATO DE OBRA			
POLIZA GARANTIA UNICA DE CUMPLIMIENTO ENTIDADES ESTATALES No. 98071– ENDOSO 2 – BERKLEY INTERNATIONAL SEGUROS COLOMBIA S.A.			
CONCEPTO	VIGENTE (Fechas)		VALOR
	DESDE	HASTA	
CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	14/01/2026	13/03/2027	$554.686.937,60
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES	14/01/2026	13/09/2029	$277.343.468,80
ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA	13/09/2026	13/09/2031	$554.686.937,60

Tabla 4 Pólizas actualizadas del Contrato de Obra

POLIZAS DE OBRA ACTA DE REINICIO

RELACIÓN DE GARANTIAS DEL CONTRATO DE OBRA			
POLIZA GARANTIA UNICA DE CUMPLIMIENTO ENTIDADES ESTATALES No. 28231– ENDOSO 4 – BERKLEY INTERNATIONAL SEGUROS COLOMBIA S.A.			
CONCEPTO	**VIGENTE (Fechas)**		**VALOR**
	DESDE	**HASTA**	
RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL	15/07/2026	13/09/2026	$525.271.500,00
CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	15/07/2026	13/09/2026	$525.271.500,00
RESPONSABILIDAD CIVIL PATRONAL	15/07/2026	13/09/2026	$525.271.500,00
RESPONSABILIDAD CIVIL PARA VEHÍCULOS PROPIOS Y NO PROPIOS	15/07/2026	13/09/2026	$525.271.500,00

Tabla 5 Pólizas actualizadas suscripción acta de inicio del Contrato de Obra

POLIZAS DE INTERVENTORIA

RELACIÓN DE GARANTIAS DEL CONTRATO DE INTERVENTORIA			
POLIZA 520-47-994000054238 ANEXO: 02			
CONCEPTO	**VIGENTE (Fechas)**		**VALOR**
	DESDE	**HASTA**	
CUMPLIMIENTO	21/11/2025	21/11/2026	$67.202.936,80
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES	21/11/2025	21/05/2029	$19.800.734,20
ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA	21/05/2026	21/05/2031	$67.202.936,80

Tabla 6 Pólizas actualizadas contrato de Interventoría

POLIZAS DE INTERVENTORIA ACTUALIZADA AL REINICIO

RELACIÓN DE GARANTIAS DEL CONTRATO DE INTERVENTORIA			
POLIZA 520 – 74 – 994000025408 ANEXO: 03			
CONCEPTO	**VIGENTE (Fechas)**		**VALOR**
	DESDE	**HASTA**	

CONTRATO	14/07/2026	13/09/2026	$350.181.000,00
PREDIOS, LABORES Y OPERACIONES	14/07/2026	13/09/2026	$350.181.000,00

Tabla 7 Pólizas actualizadas acta de inicio del Contrato de Interventoría

8 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto se desarrolla en la Localidad de La Candelaria, ubicada en el sector centro-oriental de Bogotá D.C., una de las veinte (20) localidades del Distrito Capital y reconocida por su importancia histórica, cultural, institucional y patrimonial.



Ilustración 1 Localización de la Localidad de la candelaria Fuente: Google Maps

En cumplimiento del Anexo Técnico del proceso contractual, el proyecto contempla la intervención inicial de dieciocho (18) elementos priorizados, correspondientes a segmentos de la malla vial urbana local, malla vial intermedia y espacio público asociado, distribuidos estratégicamente dentro de la localidad.

Los corredores priorizados corresponden a los siguientes segmentos:

No.	CIV	ELEMENTOS (PK)	EJE VIAL	DESDE	HASTA	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE MALLA VIAL	AREA (m2)
1	17000181	189747	CALLE 11	CARRERA 4	CARRERA 5	FLEXIBLE	INTERMEDIA	665,7
2	17000118	189762	CALLE 12	CARRERA 6	CARRERA 7	FLEXIBLE	INTERMEDIA	719,97
3	17000146	189749	CALLE 11	CARRERA 6	CARRERA 7	FLEXIBLE	INTERMEDIA	688,06
4	17000116	189797	CALLE 12 D	CARRERA 1 A	CARRERA 1 BIS	MIXTO	INTERMEDIA	235,59
5	17000163	189748	CALLE 11	CARRERA 5	CARRERA 6	FLEXIBLE	LOCAL	726,31
6	17000424	189820	CALLE 4 A BIS	CARRERA 1 A	CARRERA 2	MIXTO	LOCAL	250,34
7	17000290	189655	CARRERA 5	CALLE 6 D BIS	CALLE 7	FLEXIBLE	INTERMEDIA	588,98
8	17000137	189761	CALLE 12	CARRERA 5	CARRERA 6	FLEXIBLE	INTERMEDIA	591,67
9	17000100	189763	CALLE 12	CARRERA 7	CARRERA 8	FLEXIBLE	INTERMEDIA	686,56
10	17000091	189778	CALLE 12	CARRERA 5	CARRERA 9	FLEXIBLE	INTERMEDIA	662,03
11	17000046	189697	CARRERA 8	CALLE 12 B	CALLE 12 C	FLEXIBLE	INTERMEDIA	674,72
12	17000341	189667	CARRERA 6	CALLE 6 B	CALLE 6 C	FLEXIBLE	INTERMEDIA	208,34
13	17000159	189591	CARRERA 1	CALLE 12 B BIS A	CALLE 12 C	MIXTO	INTERMEDIA	158,95
14	17000299	189727	CALLE 6 C BIS	CARRERA 6	CARRERA 7	FLEXIBLE	LOCAL	352,42
15	17000182	189589	CARRERA 1	CALLE 12 B	CALLE 12 B BIS	MIXTO	INTERMEDIA	257,71
16	17000168	189590	CARRERA 1	CALLE 12 B BIS	CALLE 12 B BIS A	MIXTO	INTERMEDIA	242,05
ESPACIO PUBLICO								
17	17000178	81882	CARRERA 9	CALLE 8	CALLE 9	ADOQUIN	INTERMEDIA	284,09
18	17000178	81881	CARRERA 9	CALLE 8	CALLE 9	ADOQUIN	INTERMEDIA	113,2

Tabla 8 Listado de CIV/PK Priorizados por el FDLC

9 RECURSO HUMANO INVOLUCRADO EN EL PROYECTO

A continuación, se muestra el personal del Contratista, Interventoría y Supervisión que estará activo durante la ejecución del proyecto.

9.1 PERSONAL DEL CONTRATISTA

Para la fecha del presente informe, se relaciona el personal administrativo.

Durante el mes se solicitó mediante comunicado CJ-FDLC-140- 2026 el cambio de director de Obra, que a la fecha del presente informe no se conto con la

aprobación del mismo, por parte de interventoría, por lo tanto, se presenta la continuidad del Ingeniero Marco López Rodríguez.

CARGO	NOMBRE
Director De Obra	Marco López Rodríguez
Residente Técnico	William Rodríguez Delgado
Residente Ambiental	Geraldine Cerinza Espinel
Residente Social	Angela Patricia Villalobos
Especialista en Hidráulica	Omar Archila
Especialista en Pavimentos	Daniel Silva
Especialista en Geotecnia	Carlos Castro
Arqueólogo	Ángela Morales
Presupuesto y Programación	Andrea Gómez Rivera

Tabla 9 Listado de personal Mínimo del Contrato de Obra

9.2 PERSONAL DE INTERVENTORÍA

CARGO	NOMBRE
Director De Obra	Cristian Mauricio Cuellar
Residente Técnico	Margarita Arteaga R
Residente Ambiental	Cristian Rodríguez
Residente Social	Angie Henao
Especialista en Hidráulica	Fergie Tayrin Arenas
Especialista en Pavimentos	Álvaro Hernando Vera Ayala
Especialista en Geotecnia	Juan Alejandro Dávila
Arqueólogo	Luis Fernando Caballero
Presupuesto y Programación	Fernando Gómez

Tabla 10 Listado de personal Mínimo del Contrato de Interventoría

9.3 PERSONAL SUPERVISIÓN

CARGO	NOMBRE
Supervisión del Contrato	Angela María Angarita Serrano
Apoyo a la Supervisión	José Daniel Alarcón

Tabla 11 Listado personal de la Supervisión

10 SEGUIMIENTO ACTIVIDADES EJECUTADAS

Durante el periodo comprendido entre el 01 de junio al 30 de junio de 2026 se ejecutaron las siguientes actividades:

- Para el mes de junio se da la aprobación de inicio a las actividades de la etapa de ejecución de obra, a cuatro segmentos viales iniciales que cuentan con todos los requisitos para dar inicio a la ejecución de obra.
- Durante el período se continuó atendiendo las observaciones relacionadas con la información técnica de los segmentos, buscando consolidar los soportes necesarios para la definición de las intervenciones.
- El día 2 de junio de 2026 se remite el informe de diagnósticos paquete numero 3 mediante comunicado CJ-FDLC-099-2026 para revisión por parte de interventoría, de acuerdo al comité de seguimiento No. 13 el 09 de junio se remite el alcance CJ-FDLC-112-2026, recibiendo respuesta el día 17 de junio a la revisión de la información mediante comunicado LEMOINE-090-FDLC-434-2025 emitiendo observaciones a los diagnósticos realizados.
- Se recibe la respuesta por parte de interventoría a la revisión de los diagnósticos del paquete numero 2 presentados en el mes de mayo, remitiendo observaciones a los diagnósticos de los 7 segmentos viales presentados mediante comunicado LEMOINE-073-FDLC-434-2025 el 1 de junio de 2026.

- Mediante comunicado CJ-FDLC-097-2026 se remiten los diagnósticos de espacio público, recibiendo respuesta mediante comunicado LEMOINE-085-FDLC-434-2025 el día 16 de junio.
- Se reciben respuesta mediante comunicado LEMOINE-076-FDLC-434-2025 el día 02 de junio a los presupuestos presentados en el mes de mayo mediante comunicado CJ-FDLC-087-2026.
- Se ajustan los presupuestos de acuerdo a las observaciones anteriormente expuestas por la interventoría, de los segmentos viales priorizados (CIV 17000102, 17000168, 17000159 y 17000182) para inicio de las intervenciones de obra remitiéndolos mediante comunicado CJ-FDLC-116-2026 el día 11 de junio, recibiendo observaciones por parte de interventoría mediante comunicado LEMOINE-088-FDLC-434-2025.
- Posteriormente se realizaron ajustes a partir de las observaciones formuladas durante las mesas técnicas y mediante comunicaciones oficiales.
- El 22 de junio se remitió nueva información presupuestal acompañada de memorias de cálculo. En la revisión se identificaron ajustes en cantidades y modificaciones respecto de versiones anteriores, razón por la cual se continuó con la revisión técnica de los soportes.
- Mediante comunicado CJ-FDLC-118-2026 del 9 de junio se remiten los planos de levantamiento topográfico para revisión y aprobación por parte de interventoría, conforme a las solicitudes realizadas anteriormente por la misma, el día 30 de junio se remiten los documentos en formato editable mediante comunicado CJ-FDLC-139-2026 del 30 de junio. Estos productos se orientaron a soportar la determinación de cantidades de obra y la definición de las áreas efectivamente requeridas para intervención.

- presentó la versión correspondiente a los Ítems No Previstos mediante comunicación CJ-FDLC-105-2026 del 5 de junio, posteriormente se atendieron observaciones y se presentó la subsanación mediante CJ-FDLC-131-2026 del 22 de junio.

CIV 17000102 – Calle 12C entre Carrera 4 y Carrera 5

Este segmento corresponde a uno de los primeros frentes habilitados para ejecución.

Actividades ejecutadas

- Instalación del PMT.
- Implementación de señalización.
- Localización y preparación del frente.
- Inicio del fresado de la carpeta asfáltica.
- Retiro de material producto del fresado.
- Verificación de las condiciones de la estructura existente.

El fresado permitió avanzar en la remoción de la carpeta existente y verificación de las condiciones reales de la estructura, Luego del paso de la máquina fresadora se identificó una zona con pérdida de capacidad estructural que ocasionó el hundimiento y volcamiento de la maquinaria, impidiendo continuar con el fresado de algunos tramos.

La situación fue atendida mediante medidas preventivas y control del área, evitando continuar la operación de maquinaria sobre el sector comprometido.

Como consecuencia de esta condición se requirió la gestión de un PMT de emergencia, dado que el PMT inicialmente previsto contemplaba operación

nocturna y habilitación durante el día. La condición encontrada hacía necesario mantener el cierre del punto afectado para proteger a trabajadores, usuarios y equipos.

CIV 17000159, 17000168 y 17000182 – Carrera 1 entre Calle 12B y Calle 12C

En este segmento se dio inicio a las actividades constructivas durante los últimos días de junio.

Actividades desarrolladas

- Implementación del PMT.
- Instalación de señalización.
- Delimitación de los frentes.
- Retiro del adoquín de arcilla.
- Limpieza.
- Retiro de material producto de la demolición.

La intervención permitió comenzar a liberar la superficie existente y generar las condiciones necesarias para la construcción de las capas previstas.

El registro del período identifica específicamente el retiro del adoquín de arcilla como una de las actividades iniciales ejecutadas en estos CIV.

11 SEGUIMIENTO A LA PROGRAMACIÓN

Para el presente informe se continúan atendiendo las observaciones y consideraciones por parte de interventoría a la programación presentada en el mes de mayo, recibiendo respuesta mediante comunicado LEMOINE-078-

FDLC-434-2025 el día 2 de junio de 2026, ajustando las actividades y hechos ocurridos para la ejecución de la etapa de obra remitiendo la nueva versión mediante comunicado CJ-FDLC-132-2026 el 23 de junio para revisión por parte de interventoría y aprobación con el fin de llevar la trazabilidad y control del Contrato de Obra 371 de 2025.

12 BALANCE PRESUPUESTAL DEL CONTRATO.

A la fecha del presente informe se realizan los ajustes solicitados por parte de Interventoría y se remiten los presupuestos actualizados de los segmentos viales priorizados a inicio de intervenciones y demás CIV el día 22 de junio, manteniendo los valores de los CIV y ajustando las memorias, cantidades y actividades a desarrollar por cada uno de los segmentos viales priorizados.

CIV/PK	DIRECCIÓN	VALOR
17000102	Calle 12 C entre Carrera 4 y Carrera 5	$389.290.569,30
17000046	Carrera 8 entre Calle 12 B y Calle 12 C	$279.719.555,80
17000091	Calle 12 B entre Carrera 6 y Carrera 7	$167.890.420,82
17000100	Calle 12 entre Carrera 7 y Carrera 8	$241.511.789,41
17000116	Calle 12 D entre Carrera 1 A y Carrera 1 Bis	$238.062.903,11
17000118	Calle 12 entre Carrera 6 y Carrera 7	$212.127.058,87
17000124	Carrera 1 entre Calle 12 D y Calle 12 F	$333.824.029,97
17000125	Calle 12 D entre Carrera 1 y Carrera 1 Bis	$253.248.285,77
17000137	Calle 12 entre Carrera 5 y Carrera 6	$267.723.855,82
17000159	Carrera 1 entre Calles 12 B Bis A y Calle 12 C	$364.974.443,75
17000168	Carrera 1 entre Calles 12B Bis y Calle 12B BisA	$197.619.325,30
17000182	Carrera 1 entre Calles 12 B y Calle 12 B Bis	$184.879.222,88
17000181	Calle 11 entre Carrera 4 y Carrera 5	$296.782.642,16
17000299	Calle 6 C Bis entre Carrera 6 y Carrera 7	$223.589.398,96

17000337	Carrera 8 entre Calle 6 A y Calle 6 B	$181.578.792,48
17000424	Calle 4 A Bis entre Carrera 1 A y Carrera 2	$247.237.517,66
ESPACIO PUBLICO		
81881	Carrera 9 entre Calle 8 y Calle 9	$142.211.352,18

Tabla 12 Estado balance presupuestal del CTO-371-2025 mes de mayo

Cabe aclarar que esta información fue remitida a la interventoría para previa aprobación y avalar a las intervenciones en cada uno de los segmentos viales. Se adjuntan al presente informe para trazabilidad del mismo.

13 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO PMT

Para el corte del presente informe se presenta el estado de las gestiones realizadas ante la secretaria de Movilidad Distrital, la aprobación del PMT de los segmentos viales a intervenir.

CIV / PK	COI	Dirección	Intervención	Fecha	Estado PMT
17000102	COI 23	CLL 12 C – KR 4 Y KR 5	Mejoramiento	05/06/2026 – 09/07/2026	En ejecución
17000182 - 17000159	COI 25	KR 1 – CL 12 C – CL 12 B	Rehabilitación	19/06/2026 – 30/072026	En ejecución

Tabla 13 Estado PMTs permiso ante SDM

Adicionalmente, debido a la condición encontrada durante el fresado del CIV 17000102, se gestionó un PMT de emergencia, necesario para mantener el control del tránsito en el sector afectado.

La SDM realizo la revisión y presento observaciones a algunos de los PMT presentados, a la fecha del presente informe se encuentran realizando la subsanación a lo solicitado por secretaria de Movilidad.

14 SEGUIMIENTO AL PLAN DE COMPRAS

Durante junio se adelantaron actividades de preparación y gestión de los materiales necesarios para las intervenciones.

El 29 de junio se remitieron fichas técnicas correspondientes a:

- **MD 19 con asfalto CA-14**

Soportado mediante diseño Marshall.

- **MCCh25A con asfalto modificado con caucho**

Soportado mediante diseño Marshall y previsto para el CIV 17000102.

- **Base estabilizada MGEA-B**

Prevista para:

CIV 17000102.

CIV 17000159.

CIV 17000168.

CIV 17000182.

La documentación fue remitida mediante comunicación CJ-FDLC-141-2026 y adjunta al presente informe

15 TRAZABILIDAD DE MATERIALES

El 29 de junio fueron remitidas fichas técnicas y documentación asociada a materiales previstos para la ejecución. Mediante comunicado CJ-FDLC-141 – 2026.

MATERIAL	SOPORTE	FRENTE
MD 19 con asfalto CA-14	Diseño Marshall	Por definir
MCCh25A con asfalto modificado con caucho	Diseño Marshall	CIV 17000102
Base estabilizada MGEA-B	Diseño Marshall	CIV 17000102, 17000159, 17000168 y 17000182

Tabla 14 Estado de los materiales presentados en junio

16 CALIDAD DE MATERIALES Y PRODUCTOS NO CONFORMES

Durante junio no se registró suministro e instalación masiva de materiales destinados a las nuevas estructuras, debido a que las actividades se concentraron principalmente en retiro y demolición.

Por lo anterior, el control de calidad de los materiales nuevos deberá intensificarse durante julio, una vez se inicie la construcción de las diferentes capas y elementos proyectados.

No obstante, las condiciones identificadas durante el fresado del CIV 17000102 deberán ser objeto de seguimiento técnico hasta definir completamente la solución correspondiente.

17 SEGUIMIENTO AL AVANCE FINANCIERO CONTRATO DE OBRA

A la fecha del presente informe no se cuenta con avance financiero del contrato, si bien se da inicio a la etapa de obra, las actividades ejecutadas corresponden a actividades preliminares que no presentan mayor porcentaje de avance al contrato, así mismo, a la fecha no se ha realizado el cobro de la etapa I, de acuerdo a la CLAUSULA 8. FORMA DE PAGO, el valor del contrato se pagará de la siguiente forma:

"La Entidad pagará el contrato celebrado de la siguiente manera (modalidad de precios unitarios):

1. Para las actividades preliminares se reconocerán los pagos de la siguiente manera:

- *100% del costo de la etapa preliminar, contra la presentación de los productos técnicos aprobados por la interventoría y productos técnicos finales para radicación ante entidades competentes de patrimonio.*

2. Para los ítems contemplados en el presupuesto de obra por precios unitarios fijos, el contratista facturará mensualmente el avance de la obra ejecutada en el respectivo periodo, soportada en las actas mensuales de recibo parcial de obra ejecutada, revisada, aceptada y recibida a satisfacción por parte de la interventoría y el supervisor

3. Retención en Garantía: de cada pago se realizará una retención en garantía del 10% del valor facturado, la cual se reintegrará al contratista así:

- *El 50% del valor de esta retención se cancelará una vez se suscriba el Acta de Recibo Final de Obra a satisfacción.*
- *El 50% restante del valor de la retención en garantía, se cancelará una vez se suscriba el Acta de Liquidación del contrato."*

FECHA	CONCEPTO	PORCENTAJE DE AVANCE	VALOR	ESTADO
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 15 Seguimiento al avance financiero del Cto. de Obra

18 INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DEL RECURSO DEL ANTICIPO

Conforme la CLAUSULA 6. ANTICIPO Y/O PAGO ANTICIPADO indica que "*Para el presente contrato la Entidad no entregará al Contratista anticipo y/o pago anticipado.*

19 IDENTIFICACIÓN ÍTEMS NO PREVISTOS

A la fecha del presente informe se presentaron los siguientes Ítems No Previstos para revisión de la interventoría, mediante comunicado CJ-FDLC-105-2026 del

5 de junio, posteriormente se atendieron observaciones y se presentó la subsanación mediante CJ-FDLC-131-2026 del 22 de junio.

Con corte al período se presentó el siguiente estado:

ITEM	ACTIVIDAD	UND	ESTADO
NP1	INSPECCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO CON SISTEMAS CCTV PARA DIÁMETROS MAYORES A 36" HORARIO NOCTURNO	ML	Aprobado
NP2	LAVADO Y SONDEO DE REDES DE ALCANTARILLADO ENTRE 18" Y 36" DE DIAMETRO Y CON GRADO DE COLMATACIÓN MENOR DEL 30% HORARIO NOCTURNO	ML	Aprobado
NP3	INSPECCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO CON SISTEMAS CCTV PARA DIÁMETROS MAYORES ENTRE 6" Y 36" HORARIO NOCTURNO	ML	Aprobado
NP4	LAVADO Y SONDEO DE REDES DE ALCANTARILLADO ENTRE 6" Y 18" DE DIAMETRO Y CON GRADO DE COLMATACIÓN MENOR DEL 30% HORARIO NOCTURNO	ML	Aprobado
NP5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON ASFALTO MGEA-B	M3	Aprobado
NP6	ESTAMPADO PLACA DE CONCRETO (INCLUYE, JUEGO DE MOLDES, DESMOLDANTE EN POLVO, SELLADO)	M2	Aprobado
NP7	CONCRETO GRAVA COMÚN 2000 PSI 14 MPa (140 Kg/m2)	M3	Observado
NP8	CONCRETO 4000 PSI IMPERMEABILIZADO (HECHO EN	M3	Observado

ITEM	ACTIVIDAD	UND	ESTADO
	OBRA)		
NP9	TUBERIA PVC U.M. EXT CORRUGADO/INT LISO U.M. NORMA NTC 3722-1 D=18" (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	Observado
NP10	TRANSPORTE DE EQUIPO DE 15.1 a 25 TONELADAS POR VIAJE DIURNO (UN TRAYECTO) - SIN ESCOLTA	VJ	No Aprobado

Tabla 16 Estado Ítems No Previstos

20 SEGUIMIENTO INFORMES SEMANALES

Durante el mes de junio se dieron inicio a las actividades de la etapa de obra, ejecutando actividades preliminares de obra los días 27, 28, 29 y 30 correspondientes al último fin de semana del mes de junio e inicio de una nueva semana que se traslapa con el mes de julio, por lo tanto, se trasladaran las actividades ejecutadas en este periodo para los informes semanales del mes de Julio.

21 SEGUIMIENTO ACTAS DE COMITÉ

A continuación, se presenta trazabilidad de actas realizadas en el periodo del presente informe de la ejecución de la etapa I e inicio de la etapa II. Anexo al presente informe.

NO. DE ACTA	PERIODO
Comité No. 13	02 de junio de 2026
Comité No. 14	09 de junio de 2026
Comité No. 15	16 de junio de 2026
Comité No. 16	23 de junio de 2026

NO. DE ACTA	PERIODO
Comité No. 17	30 de junio de 2026

Tabla 17 Registro de Actas de comité y reuniones

22 CONTROL DE ENSAYOS E INFORME DE LABORATORIOS

El control de calidad se desarrolla conforme a las especificaciones técnicas del contrato, el Anexo Técnico, las especificaciones aplicables y las normas técnicas correspondientes.

Durante el mes de junio las principales actividades físicas correspondieron a:

- Demolición.
- Retiro de acabados.
- Fresado.
- Limpieza.
- Excavación inicial.

Por esta razón, al cierre del período todavía no se realizaron actividades de inspección y ensayos sobre los segmentos, los controles asociados a las nuevas capas estructurales de pavimento y subrasante conforme a las cotas asociadas a los diseños definidos.

23 RELACIÓN DE CORRESPONDENCIA.

De acuerdo con el proceso de ejecución de las labores realizadas para el periodo comprendido entre 1 de junio al 30 de junio de 2026 objeto del presente informe se adjuntan copias de los soportes correspondientes a la correspondencia cruzada del contrato.

ENVIADA

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
1/06/2026	CJ-FDLC-098	INFORMACIÓN SOBRE ACTIVIDAD DE LAVADO E	DIRECCIÓN DE SEGURIDAD

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
		INSPECCIÓN DE LA VÍA	PRESIDENCIA SEGURIDAD INSTALACIONES
2/06/2026	CJ-FDLC-099	REMISIÓN DE DIAGNOSTICOS PAQUETE #3	LEMOINE RIVERA
3/06/2026	CJ-FDLC-100	PRESENTACION PARA REUNION DE INICIO DE OBRA CTO 371/2025.	LEMOINE RIVERA
3/06/2026	CJ-FDLC-101	PENDON PAC Y VALLA MOVIL	LEMOINE RIVERA
5/06/2026	CJ-FDLC-102	SOLICITUD DE ESPACIO SALÓN SALON LA DEMOCRACIA ALDC	Alcaldía Local de la Candelaria
5/06/2026	CJ-FDLC-103	SOLICITUD DE ESPACIO AUDITORIO LA CONCORDIA	Alcaldía Local de la Candelaria
5/06/2026	CJ-FDLC-104	REMISIÓN DE LA APROBACIÓN PMT CL 12C ENTRE KR 4 Y KR 5	LEMOINE RIVERA
5/06/2026	CJ-FDLC-105	ACTA DE FIJACIÓN DE PRECIOS	LEMOINE RIVERA
5/06/2026	CJ-FDLC-106	SUBSANACION DE OBSERVACIONES PRESENTACION INICIO DE OBRA	LEMOINE RIVERA
5/06/2026	CJ-FDLC-107	VOLANTES DE CONVOCATORIA INICIO	LEMOINE RIVERA
9/06/2026	CJ-FDLC-108	SOLICITUD DE FIRMA PMT DE LA KR 1 ENTRE CL 12B Y CL 12C	LEMOINE RIVERA
9/06/2026	CJ-FDLC-109	OFICIO INFORME SEMANAL COMPONENTE SOCIAL	LEMOINE RIVERA
9/06/2026	CJ-FDLC-110	OFICIO ENVIO INFORME SOCIAL N°2	LEMOINE RIVERA
9/06/2026	CJ-FDLC-111	OFICIO ENVIO INFORME SOCIAL N°3	LEMOINE RIVERA
9/06/2026	CJ-FDLC-112	RESPUESTA OBSERVACIONES DIAGNOSTICOS	LEMOINE RIVERA
10/06/2026	CJ-FDLC-113	ACTUALIZACION PUNTO DE ATENCION A LA COMUNIDAD	LEMOINE RIVERA
10/06/2026	CJ-FDLC-114	PIEZAS DE DIVULGACION	LEMOINE RIVERA
11/06/2026	CJ-FDLC-115	DISEÑOS SEÑALIZACIÓN	LEMOINE RIVERA

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
11/06/2026	CJ-FDLC-116	PRESUPUESTOS CIVS - 17000102 - 17000168 -17000159 - 17000182	LEMOINE RIVERA
10/06/2026	CJ-FDLC-117	DOCUMENTACIÓN PERSONAL ADMINISTRATIVO	LEMOINE RIVERA
10/06/2026	CJ-FDLC-118	ENTREGA PLANOS TOPOGRÁFICOS / se envió con CJ-FDLC-112, PARA CORREGIR SE COLOCO CON EL 118	LEMOINE RIVERA
17/06/2026	CJ-FDLC-119	SOLICITUD DE ACTAS DE VECINDAD UNIVERSIDAD DEL ROSARIO	LEMOINE RIVERA
17/06/2026	CJ-FDLC-120	ENVIO INFORME SOCIAL 4	LEMOINE RIVERA
17/06/2026	CJ-FDLC-121	INFORMACIÓN SOBRE ACTIVIDAD DE LAVADO E INSPECCIÓN DE LA VÍA CRA 8 ENTRE CALLE 6A Y 6B, CTO 371/2025	LEMOINE RIVERA
19/06/2026	CJ-FDLC-122	NOTIFICACIÓN ACTIVIDAD DE LAVADO E INSPECCIÓN DE LA VÍA CRA 8 ENTRE CALLE 6A Y 6B	LEMOINE RIVERA
19/06/2026	CJ-FDLC-123	NOTIFICACION ACTA DE VECINDAD CIV 17000178	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-124	RADICACION ACTAS DE VECINDAD CIV 17000182	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-125	RADICACION ACTAS DE VECINDAD CIV 17000168	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-126	RADICACION ACTAS DE VECINDAD CIV 17000159	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-127	RADICACION ACTAS DE VECINDAD CIV 170000102	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-128	RADICACION ACTAS DE VECINDAD CIV 17000299	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-129	RADICACION REGISTRO FOTOGRAFICO ACTAS DE VECINDAD	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-130	REMISION DE PRESUPUESTOS	LEMOINE RIVERA
22/06/2026	CJ-FDLC-131	ACTA DE FIJACIÓN DE PRECIOS	LEMOINE RIVERA

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
		NO PREVISTOS	
23/06/2026	CJ-FDLC-132	PROGRAMACIÓN GENERAL DE OBRA	LEMOINE RIVERA
24/06/2026	CJ-FDLC-134	Solicitud de autorización de mantenimiento de la malla vial priorizada en el Centro Histórico de Bogotá	IDPC
24/06/2026	CJ-FDLC-135	Solicitud de autorización de mantenimiento de la malla vial priorizada en el Centro Histórico de Bogotá	MIN. Cultura
25/06/2026	CJ-FDLC-136	REMISIÓN DE RADICADOS PARA CONOCIMIENTO	LEMOINE RIVERA
25/06/2026	CJ-FDLC-137	SOLICITUD DE FIRMA PMT – Cl 12B entre Kr 6 y Kr 7	LEMOINE RIVERA
25/06/2026	CJ-FDLC-138	SOLICITUD DE FIRMA PMT – Kr 8 Entre Cl 12B y Cl 12C	LEMOINE RIVERA
29/06/2026	CJ-FDLC-139	Solicitud de trámite de autorización de PMT de emergencia – Cierre total de calzada - 24 horas – Calle 12C entre carreras 4 y 5 / REMISIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICOS FORMATO CAD	LEMOINE RIVERA
29/06/2026	CJ-FDLC-140	REEMPLAZO HOJA DE VIDA – DIRECTOR DE OBRA	LEMOINE RIVERA
29/06/2026	CJ-FDLC-141	DOCUMENTACIÓN MEZCLAS ASFÁLTICAS A UTILIZAR	LEMOINE RIVERA

Tabla 18 Registro del control de correspondencia enviada

RECIBIDA

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
1/06/2026	LEMOINE-073-	Revisión subsanación	CONSORCIO

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
	FDLC-434-2025	Diagnósticos Entrega 2 V2	JUPITER
1/06/2026	LEMOINE-074-FDLC-434-2025	visto bueno formatos sociales	CONSORCIO JUPITER
1/06/2026	LEMOINE-075-FDLC-434-2025	Observaciones a la radicación y organización de Actas de Vecindad	CONSORCIO JUPITER
2/06/2026	LEMOINE-076-FDLC-434-2025	Revisión de Presupuestos V3 respuesta comunicado CJ-FDLC-087-2026	CONSORCIO JUPITER
2/06/2026	LEMOINE-077-FDLC-434-2025	Observaciones al Informe SST No 1 Solicitud de Subsanación	CONSORCIO JUPITER
2/06/2026	LEMOINE-078-FDLC-434-2025	Revisión de Programación general del Contrato 731-2025	CONSORCIO JUPITER
2/06/2026	LEMOINE-079-FDLC-434-2025	aprobación informe mensual N1	CONSORCIO JUPITER
11/06/2026	LEMOINE-081-FDLC-434-2025	aprobación volantes y presentación	CONSORCIO JUPITER
11/06/2026	LEMOINE-082-FDLC-434-2025	solicitud componente social	CONSORCIO JUPITER
12/06/2026	LEMOINE-083-FDLC-434-2025	Solicitud de radicación de documentación para ingreso de personal	CONSORCIO JUPITER
12/06/2026	LEMOINE-084-FDLC-434-2025	Reiteración de observaciones al Informe SST No 1	CONSORCIO JUPITER
16/06/2026	LEMOINE-085-FDLC-434-2025	Revisión de los segmentos de espacio público PK 81881 y PK 81882	CONSORCIO JUPITER
16/06/2026	LEMOINE-086-FDLC-434-2025	Respuesta CJ-FDLC-105-2026 Acta de fijación de Precios	CONSORCIO JUPITER
16/06/2026	LEMOINE-087-FDLC-434-2025	CJ-FDLC-112-2026 entrega planos topográficos.	CONSORCIO JUPITER
16/06/2026	LEMOINE-088-FDLC-434-2025	Respuesta CJ-FDLC-116-2026 - PRESUPUESTOS CIVS	CONSORCIO JUPITER
16/06/2026	LEMOINE-089-FDLC-434-2025	Respuesta del personal administrativo	CONSORCIO JUPITER
17/06/2026	LEMOINE-090-FDLC-434-2025	Concepto revisión diagnósticos entrega 3 V2	CONSORCIO JUPITER

FECHA	CONSECUTIVO	ASUNTO	DIRIGIDO A
18/06/2026	LEMOINE-091-FDLC-434-2025	Verificación de cumplimiento y cierre de la etapa de diagnósticos	CONSORCIO JUPITER
19/06/2026	LEMOINE-092-FDLC-434-2025	Solicitud Plan de Acción Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025	CONSORCIO JUPITER
	LEMOINE-093-FDLC-434-2025	Presunto incumplimiento etapa de diagnósticos	CONSORCIO JUPITER
23/06/2026	LEMOINE-094-FDLC-434-2025	Aprobación volantes actas de vecindad CIV 17000178	CONSORCIO JUPITER
25/06/2026	LEMOINE-095-FDLC-434-2025	Requerimiento final para la presentación del Plan de Acción y recuperación del atraso del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025.	CONSORCIO JUPITER / FDLC
24/06/2026	LEMOINE-096-FDLC-434-2025	Presunto incumplimiento documentación ambiental y SST	CONSORCIO JUPITER
25/06/2026	LEMOINE-097-FDLC-434-2025	Revisión Ítems No Previstos V5 Respuesta CJ-FDLC-131-2026	CONSORCIO JUPITER
25/06/2026	LEMOINE-098-FDLC-434-2025	Revisión Presupuestos respuesta CJ-FDLC-130-2026	CONSORCIO JUPITER
30/06/2026	LEMOINE-099-FDLC-434-2025	Incumplimiento contractual por ejecución de actividades sin autorización de personal, maquinaria y equipos	CONSORCIO JUPITER
30/06/2026	LEMOINE-100-FDLC-434-2025	Incumplimiento contractual por PMT	CONSORCIO JUPITER
30/06/2026	LEMOINE-101-FDLC-434-2025	aprobación informe mensual N2 Social	CONSORCIO JUPITER
30/06/2026	LEMOINE-103-FDLC-434-2025	observaciones informe mensual social 3	CONSORCIO JUPITER

Tabla 19 Registro del control de correspondencia recibida

24 REGISTRO FOTOGRÁFICO

A la fecha del presente informe se registraron actividades en los siguientes segmentos viales.

CIV 17000102



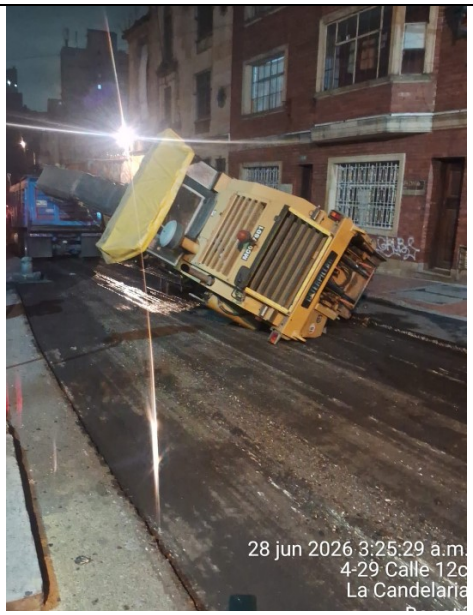


FRESADO DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE



TRANSPORTE DE MATERIAL DE FRESADO







REPARACIÓN EMERGENCIA – FALLO PRESENTADO DURANTE ACTIVIDAD DE FRESADO

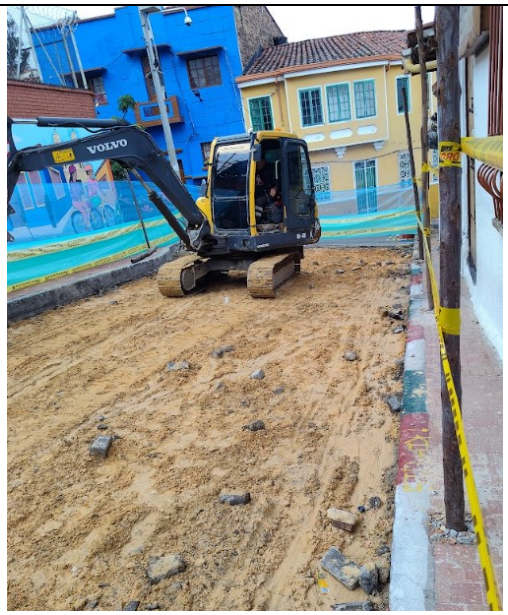
CIV 17000182 – 17000168 - 17000159







INSTALACIÓN DE PMT Y CERRAMIENTO DE OBRA







DEMOLICIÓN Y RETIRO DE PAVIMENTOS EXISTENTES



TRANSPORTE Y RETIRO DE MATERIAL DE DEMOLICIÓN

25 SEGUIMIENTO DEL CLIMA

Durante el período comprendido entre el 01 al 30 de junio de 2026 Durante el período se presentaron condiciones climáticas variables en los frentes de trabajo.

La información detallada se encuentra registrada en los formatos de clima y bitácora correspondientes.

26 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Se inició la ejecución en los CIV 17000102, 17000159, 17000168 y 17000182, mediante actividades preliminares, implementación de PMT, localización, replanteo y retiro de elementos existentes.
2. En el CIV 17000102 se ejecutaron actividades de fresado y se identificó una condición de falla estructural durante el desarrollo de los trabajos. Esta situación generó la necesidad de suspender parcialmente el fresado, proteger el área y gestionar un PMT de emergencia.
3. En el CIV 17000168 se adelantó el retiro del adoquín existente, mientras que en el CIV 17000182 se ejecutó la demolición de la placa de concreto. En el CIV 17000159 se avanzó en la preparación del frente, quedando pendiente el retiro del acabado existente.
4. Durante el mes continuó la atención de observaciones relacionadas con diagnósticos, presupuestos, cantidades, topografía e Ítems No Previstos.
5. Se avanzó en la gestión de PMT, obteniéndose aprobaciones para los primeros frentes de intervención, condición que permitió materializar el inicio físico de las actividades.
6. Al cierre del período no se había presentado acta parcial de obra, por lo que el avance financiero reconocido se mantuvo en 0,00 %.

27 ANEXOS

ANEXO 1. Actas contractuales y modificaciones.

ANEXO 2. Garantías y pólizas vigentes.

ANEXO 3. Documentación aprobación ICANH.

ANEXO 4. Diagnósticos.

ANEXO 5. Presupuestos de obra.

ANEXO 6. Programación general actualizada.

ANEXO 7. Bitácora de obra.

ANEXO 8. Registro climático.

ANEXO 9. Fichas técnicas y documentación de materiales.

ANEXO 10. Ítems No Previstos.

ANEXO 11. PMT aprobados.

ANEXO 12. Planos topográficos.

ANEXO 13. Actas de comité

ANEXO 14. Correspondencia.

Actas contractuales y modificaciones

Garantías y pólizas vigentes

Documentación aprobación ICANH

Diagnósticos

Presupuestos de obra

Programación general actualizada

Bitácora de obra

Registro climático

Fichas técnicas y documentación de materiales

Ítems No Previstos

PMT aprobados

Planos topográficos

Actas de comité

Correspondencia

ANEXO 1

Actas contractuales y modificaciones

BOGOTÁ | SECRETARÍA DE GOBIERNO

Al contestar por favor cite estos datos:
Radicado No. 20266720001423
Fecha: 02-02-2026
20266720001423

CONTRATO No. FDLC-COP-371-2025 DEL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2025

ACTA DE INICIO

En Bogotá D.C., a los catorce (14) días del mes enero del año 2026, se reunieron las siguientes personas: Angelica María Angarita Serrano identificado (a) con cédula de ciudadanía No.1.098.731.316 quien se desempeña en el cargo de Alcaldesa del Fondo de Desarrollo Local de la Candelaria, en su calidad de Supervisor(a) y LEONARDO IVAN RAMIREZ BERNAL identificado(a) con cédula de ciudadanía No. 79.909.677, en su condición de representante legal de CONSORCIO JUPITER identificada con NIT. 901.985.889-5 en su condición de contratista, para suscribir el acta de inicio del contrato arriba referido, cuyas condiciones se transcriben a continuación:

CRP: 1079 del 12 de septiembre de 2025

APROBACIÓN DE GARANTÍA: 14 de enero de 2026

OBJETO: CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C

VALOR TOTAL: Dos mil setecientos setenta y tres millones cuatrocientos treinta y cuatro mil seiscientos ochenta y ocho pesos ($ 2.773.434.688,00) m/cte

PLAZO: SEIS (06) MESES

FECHA ESTIMADA DE TERMINACIÓN: 13 de julio de 2026

Conforme el art. 1060 del Código de Comercio, el CONTRATISTA deberá mantener vigentes las garantías a que se refiere este contrato y la suficiencia de las mismas. Será de su cargo el pago de todas las primas y demás erogaciones de constitución, mantenimiento y restablecimiento inmediato de su monto, cada vez que se disminuya o agote por razón de las sanciones que se imponga, prórrogas o suspensiones, así como mantener informada a su garante de cualquier cambio del riesgo asegurado, según aplique.

Para constancia se firma por quienes en ella intervinieron.

Angelica Angarita

ANGELICA MARIA ANGARITA SERRANO
ALCALDESA LOCAL DE LA CANDELARIA
Supervisor

LEONARDO IVAN RAMIREZ BERNAL
C.C. No. 79.909.677
Representante Legal
CONSORCIO JUPITER

SUSPENSIÓN No. 01 AL CONTRATO DE OBRA FDLC-COP-371-2025, CELEBRADO ENTRE EL FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA Y CONSORCIO JUPITER

CONTRATANTE	FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA
CONTRATISTA	CONSORCIO JUPITER
IDENTIFICACIÓN	901.985.889-5
REPRESENTANTE LEGAL	LEONARDO IVÁN RAMÍREZ BERNAL
IDENTIFICACIÓN	C.C. No. 79.909.677
OBJETO	CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C.
VALOR INICIAL	$ 2.773.434.688,00
PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL	SEIS (06) MESES.
FECHA DE INICIO	14/01/2026
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL	13/07/2026

En virtud de la solicitud remitida por la Alcaldesa Local de la Candelaria, Angélica María Angarita Serrano, en su calidad de supervisora; mediante memorando No. 20266720003533 del diecinueve (19) de marzo de 2026, en el cual solicita la Suspensión No. 01 del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025, por los motivos expuestos a continuación:

"En atención a la necesidad de realizar la Suspensión No.1 del Contrato de Obra FDLC-COP-371-2025 la cual obedece a la solicitud presentada por el contratista ante la interventoría, mediante oficio No. CJ-FDLC-076-2026 del 17 de marzo de 2026., en el cual se exponen las circunstancias que han impedido la continuidad normal de la ejecución contractual y que sustentan la procedencia de la presente suspensión exponiendo lo siguiente:

"(…)

En el marco de la ejecución del contrato de obra en referencia, el CONSORCIO JÚPITER, en calidad de contratista, se permite presentar nuevamente solicitud de suspensión temporal del contrato, en atención a lo indicado en el oficio LEMOINE054-FDLC-434-2025, mediante el cual se emitió respuesta a la solicitud previamente radicada.

En dicho oficio, la entidad señala que la justificación procedente para la suspensión del contrato corresponde al componente arqueológico, razón por la cual la presente solicitud se fundamenta exclusivamente en dicho aspecto, el cual incide directamente en la imposibilidad de dar inicio efectivo a las actividades de la fase de obra.

En relación con el Plan de Manejo Arqueológico (PMA), es necesario adelantar el trámite correspondiente para el cambio de titularidad del programa de arqueología, el cambio del arqueólogo responsable y la inclusión de algunos segmentos viales que actualmente se encuentran por fuera de su cobertura.

Al respecto, es importante señalar que, a la fecha, la titularidad del programa de arqueología y el arqueólogo responsable continúan bajo la responsabilidad del contratista anterior, situación que limita la gestión directa por parte del contratista actual, especialmente frente a cualquier eventualidad que pudiera presentarse durante la ejecución de las actividades, las cuales quedarían por fuera de su alcance de control y responsabilidad.

Adicionalmente, solo recientemente se recibió el modelo de datos requerido para la estructuración de las modificaciones al Plan de Manejo Arqueológico, insumo fundamental para adelantar el trámite correspondiente ante el ICANH. En consecuencia, a la fecha no ha sido posible realizar la radicación formal de la solicitud de ajuste del PMA.

Es importante tener en cuenta que, una vez radicado el trámite ante el ICANH, este cuenta con un tiempo estimado de respuesta de mínimo quince (15) días hábiles, lo cual incide directamente en la programación del inicio de las actividades de obra.

En consideración de lo anterior, y en atención a lo indicado en el oficio previamente mencionado, el CONSORCIO JÚPITER se permite solicitar respetuosamente la evaluación y autorización de una suspensión temporal del contrato a partir de la fecha, por un término aproximado de un (1) mes, mientras se adelanta el proceso de ajuste, radicación y aprobación del Plan de Manejo Arqueológico ante la entidad competente.

La presente solicitud se formula con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos normativos aplicables, así como preservar el adecuado desarrollo del contrato en condiciones técnicas y administrativas viables.
(…)"

De igual manera, mediante oficio con radicado No. 20266710012962 del 19 de marzo de 2025, la Interventoría Lemoine Rivera Ingenieros Asociados S.A.S., solicitó la Suspensión del contrato de obra 371 de 2025 manifestando lo siguiente

"(…)
Esta interventoría en cumplimiento de sus obligaciones contractuales y dentro del contrato marco de referencia, una vez revisados los argumentos expuestos en el comunicado CJ-FDLC-076-2026, mediante el cual el contratista solicita la suspensión temporal del contrato de obra de la referencia, se permite manifestar lo siguiente:

Teniendo en cuenta que la solicitud se fundamenta en la necesidad de adelantar el trámite de ajuste, cambio de titularidad y aprobación del Plan de Manejo Arqueológico (PMA) ante el ICANH, condición que resulta indispensable para el inicio de las actividades de obra, y considerando que dicha situación corresponde a un factor externo que limita la ejecución normal del contrato, esta Interventoría encuentra técnicamente viable la suspensión temporal del contrato, en los términos planteados por el contratista.

En consecuencia, se considera procedente la suspensión del contrato por el término solicitado de un (1) mes o mientras se surten los trámites necesarios ante la autoridad competente.

No obstante, es importante precisar que, durante el periodo de suspensión que sea formalmente aprobado, la interventoría suspenderá las actividades de revisión, verificación y/o aprobación de productos, informes, diseños, presupuestos, programaciones y demás entregables asociados al contrato.

Así mismo, no se realizará evaluación ni trámite de aprobación de documentación que sea presentada durante dicho periodo. Las actividades de seguimiento contractual quedaran limitadas a aquellas estrictamente necesarias en el marco de la suspensión, hasta tanto se suscriba el acta de reinicio del contrato.

En consideración de lo anterior, esta Interventoría se permite solicitar a la Entidad la suspensión del contrato por el término de un (1) mes, contados a partir del día 20 de marzo de 2026 y hasta el 19 de abril de 2026 o una vez se superen las condiciones que dieron origen a la suspensión.

Finalmente, se recomienda al contratista adelantar de manera prioritaria todas las gestiones requeridas ante el ICANH, con el fin de minimizar el tiempo de suspensión y garantizar la pronta reactivación del proyecto.
(…)"

De acuerdo con lo anterior y una vez realizada la verificación por parte del FDLC, de la documentación aportada por parte del contratista de obra y la interventoría, se evidencia que la solicitud cuenta con la justificación de la necesidad de la Suspensión No.1 , toda vez que contar con las debidas autorizaciones por parte de las entidades competentes es un requisito para realizar las actividades de obra y así cumplir con el alcance del contrato, por tanto, es conveniente realizar la modificación contractual por el término de Un (01) mes, a partir del 20 de marzo del 2026 al 19 de abril del 2026.

Así mismo, en mi calidad de Supervisora de los contratos y de acuerdo con el radicado No. 20266710012972 del 19 de marzo de 2025 y del 20 de marzo de 2025, en el cual la Interventoría solicita la Suspensión No.1, bajo los mismos términos del Contrato de Obra, autorizo se tramite la Suspensión No.1 al Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025 y del Contrato de Interventoría FDLC-CON-434-2025, por el término de un (01) mes, a partir del 20 de marzo del 2026 al 19 de abril del 2026 o hasta que se superen las causas que dieron origen a la suspensión. (…)"

Que, asimismo, mediante formato de solicitud se establecieron las siguientes situaciones y argumentos:

"(…) Teniendo en cuenta la necesidad de realizar el mejoramiento de la malla vial de la localidad por el mal estado de las vías que afectan la movilidad, el Fondo de Desarrollo Local de la Candelaria – FDLC, suscribió el Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025, cuyo objeto es "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C."

De acuerdo a la localización geográfica, cuando las intervenciones se desarrollan en áreas con valor patrimonial o potencial arqueológico, se debe dar cumplimiento a la normativa expedida por el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC), el Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), en especial la Ley 397 de 1997 y la Ley 1185 de 2008, así como sus decretos reglamentarios, que establecen la protección del patrimonio cultural de la Nación. En el caso del Centro Histórico de Bogotá, las intervenciones deben ajustarse a lo dispuesto en el Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP), aprobado mediante la Resolución 088 de 2021 del Ministerio de Cultura, modificada por la Resolución 092 de 2023, instrumento que define las condiciones de intervención, conservación y uso del área declarada como Bien de Interés Cultural del ámbito nacional.

En este mismo sentido, toda obra que implique intervención del subsuelo debe dar cumplimiento a las obligaciones en materia de arqueología preventiva, lo cual incluye la formulación y aprobación del respectivo Plan de Manejo Arqueológico ante el ICANH, conforme a lo establecido en el régimen especial de protección del patrimonio arqueológico. Dicho requisito es indispensable para la ejecución o continuidad de las obras, en tanto busca garantizar la identificación, protección y manejo

adecuado del patrimonio arqueológico, constituyéndose en una condición habilitante para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

En relación con el componente arqueológico del proyecto, se informa que ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) ya se cuenta con el Plan de Manejo Arqueológico (PMA) debidamente aprobado mediante la Resolución No. 1554 de 2023, lo cual habilita la ejecución de las actividades conforme a los lineamientos establecidos por la autoridad competente. No obstante, con el fin de dar continuidad a la fase de implementación del PMA, centralizar la información correspondiente a cada contratista de obra y garantizar una adecuada coordinación, seguimiento y trazabilidad del Programa de Arqueología, se hace necesario adelantar un trámite de modificación ante el ICANH.

En este sentido, se prevé la solicitud de cambios administrativos y técnicos, dentro de los cuales se contemplan como cambios mayores el cambio de titular del programa y la inclusión de nuevos polígonos específicos de intervención; y como cambios menores, la actualización del profesional en arqueología líder del programa. Estas modificaciones buscan optimizar la gestión integral del componente arqueológico, asegurar la correcta articulación entre los actores involucrados y dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la normativa vigente.

En este contexto, se informa que la solicitud de modificación del Plan de Manejo Arqueológico fue debidamente radicada por el FDLC por medio del radicado de Salida No. 20266720036381 ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) mediante los radicado de entrada No. 2026184200030532, el cual se anexa a la presente solicitud. Es importante precisar que, conforme a los términos establecidos por la entidad, el tiempo de respuesta para este tipo de solicitudes corresponde a quince (15) días hábiles, contados a partir de la radicación completa de la información, plazo dentro del cual se espera obtener el respectivo pronunciamiento por parte de la autoridad competente.

De acuerdo con lo anterior, la necesidad de realizar la Suspensión No.1 del Contrato de Obra FDLC-COP-371-2025 obedece a la solicitud presentada por el contratista ante la interventoría, mediante oficio No. CJ-FDLC-076-2026 del 17 de marzo de 2026., en el cual se exponen las circunstancias que han impedido la continuidad normal de la ejecución contractual y que sustentan la procedencia de la presente suspensión exponiendo lo siguiente:

(…)

De acuerdo con lo anterior y una vez realizada la verificación por parte del FDLC, de la documentación aportada por parte del contratista de obra y la interventoría, se evidencia que la solicitud cuenta con la justificación de la necesidad de la Suspensión No.1 , toda vez que contar con las debidas autorizaciones por parte de las entidades competentes es un requisito para realizar las actividades de obra y así cumplir con el alcance del contrato, por tanto, es conveniente realizar la modificación contractual por el término de Un (01) mes, a partir del 20 de marzo del 2026 al 19 de abril del 2026 o hasta que se superen las causas que dieron origen a la suspensión.

En este orden de ideas, es preciso señalar que la presente suspensión atiende los criterios definidos por el máximo Tribunal de la Jurisdicción de lo Contencioso Administrativo, siendo un instrumento legal idóneo para solucionar las circunstancias acaecidas en la ejecución contractual del presente Contrato de Obra, en aras de garantizar y satisfacer el interés público inmerso, así como los recursos públicos destinados para el efecto.

(…)"

De acuerdo con lo anterior y una vez realizada la verificación por parte del FDLC de la información aportada por parte del contratista de obra, se evidencia que la solicitud cuenta con los soportes y anexos que justifican la necesidad de la Suspensión No. 1, toda vez que contar con las debidas autorizaciones por parte de las entidades competentes es un requisito para realizar las actividades de obra y así cumplir con el alcance del contrato, por tanto, es conveniente realizar la modificación contractual de suspensión por el término de un (01) mes, a partir del 20 de marzo del 2026 al 19 de abril del 2026 o hasta que se superen las causas que dieron origen a la suspensión.

Conforme a lo anterior y encontrándose la solicitud acorde a la normatividad vigente, se procede a efectuar la Suspensión No. 1 del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025, en los siguientes términos:

CLÁUSULA PRIMERA – SUSPENSIÓN No. 01: SUSPENDER el contrato referido, por el término de **UN (01) MES**, desde el día **VEINTE (20) DE MARZO DE 2026 HASTA EL DÍA DIECINUEVE (19) DE ABRIL DE 2026 O BIEN HASTA QUE SE HAYAN SUPERADO LAS CAUSALES QUE DIERON ORIGEN A LA SUSPENSIÓN**, motivo por el cual será reiniciado el contrato el día **VEINTE (20) DE ABRIL DE 2026.**

CLÁUSULA SEGUNDA – GARANTÍAS: EL CONTRATISTA se obliga a modificar las garantías del contrato en mención, de acuerdo con los términos y condiciones del presente documento.

CLÁUSULA TERCERA – REINICIO: LAS PARTES aceptan que el contrato se reiniciará automáticamente en plataforma SECOP II, una vez vencido el término establecido en la presente suspensión.

Las demás disposiciones del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025 que no sean contrarias a lo previsto en el presente documento continuarán vigentes.

REINICIO AL CONTRATO DE OBRA FDLC-COP-371-2025, CELEBRADO ENTRE EL FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA Y CONSORCIO JUPITER

CONTRATANTE	FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA
CONTRATISTA	CONSORCIO JUPITER
IDENTIFICACIÓN	901.985.889-5
REPRESENTANTE LEGAL	LEONARDO IVÁN RAMÍREZ BERNAL
IDENTIFICACIÓN	C.C. No. 79.909.677
OBJETO	CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C.
VALOR INICIAL	$ 2.773.434.688
PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL	SEIS (06) MESES.
FECHA DE INICIO	14/01/2026
FECHA DE TERMINACIÓN INICIAL	13/07/2026
SUSPENSION No. 1:	UN (01) MES O BIEN HASTA QUE SE HAYAN SUPERADO LAS CAUSALES QUE DIERON ORIGEN A LA SUSPENSIÓN
AMPLIACION A LA SUSPENSION No. 1:	UN (01) MES O BIEN HASTA QUE SE HAYAN SUPERADO LAS CAUSALES QUE DIERON ORIGEN A LA SUSPENSIÓN
FECHA DE TERMINACIÓN FINAL	13/09/2026

En virtud del Informe Viabilidad de Reinicio del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025 y Contrato de Interventoría No. FDLC-CON-434-2025, realizado por el Área de Infraestructura del FDLC, que indica:

"(…) En atención a la AMPLIACIÓN No. 1 DE LA SUSPENSIÓN No. 01 del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025 y Contrato de Interventoría No. FDLC-CON-434-2025 la cual se fundamentaba en los siguientes hechos:

"(…)

Teniendo en cuenta la necesidad de realizar el mejoramiento de la malla vial de la localidad por el mal estado de las vías que afectan la movilidad, el Fondo de Desarrollo Local de la Candelaria – FDLC, suscribió el contrato FDLC-COP-371-2025, cuyo objeto es "CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE

MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PUBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE CANDELARIA EN BOGOTA D.C."

De acuerdo a la localización geográfica, cuando las intervenciones se desarrollan en áreas con valor patrimonial o potencial arqueológico, se debe dar cumplimiento a la normativa expedida por el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC), el Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), en especial la Ley 397 de 1997 y la Ley 1185 de 2008, así como sus decretos reglamentarios, que establecen la protección del patrimonio cultural de la Nación. En el caso del Centro Histórico de Bogotá, las intervenciones deben ajustarse a lo dispuesto en el Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP), aprobado mediante la Resolución 088 de 2021 del Ministerio de Cultura, modificada por la Resolución 092 de 2023, instrumento que define las condiciones de intervención, conservación y uso del área declarada como Bien de Interés Cultural del ámbito nacional.

En este mismo sentido, toda obra que implique intervención del subsuelo debe dar cumplimiento a las obligaciones en materia de arqueología preventiva, lo cual incluye la formulación y aprobación del respectivo Plan de Manejo Arqueológico ante el ICANH, conforme a lo establecido en el régimen especial de protección del patrimonio arqueológico. Dicho requisito es indispensable para la ejecución o continuidad de las obras, en tanto busca garantizar la identificación, protección y manejo adecuado del patrimonio arqueológico, constituyéndose en una condición habilitante para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

En relación con el componente arqueológico del proyecto, se informa que ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) ya se cuenta con el Plan de Manejo Arqueológico (PMA) debidamente aprobado mediante la Resolución No. 1554 de 2023, lo cual habilita la ejecución de las actividades conforme a los lineamientos establecidos por la autoridad competente. No obstante, con el fin de dar continuidad a la fase de implementación del PMA, centralizar la información correspondiente a cada contratista de obra y garantizar una adecuada coordinación, seguimiento y trazabilidad del Programa de Arqueología, se hace necesario adelantar un trámite de modificación ante el ICANH.

En este sentido, se prevé la solicitud de cambios administrativos y técnicos, dentro de los cuales se contemplan como cambios mayores el cambio de titular del programa y la inclusión de nuevos polígonos específicos de intervención; y como cambios menores, la actualización del profesional en arqueología líder del programa. Estas modificaciones buscan optimizar la gestión integral del componente arqueológico, asegurar la correcta articulación entre los actores involucrados y dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la normativa vigente.

En este contexto, se informa que la solicitud de modificación del Plan de Manejo Arqueológico fue debidamente radicada por el FDLC por medio del radicado de Salida No. 20266720036381 ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) mediante los radicado de entrada No. 2026184200030532, el cual se anexa a la presente solicitud. Es importante precisar que, conforme a los términos establecidos por la entidad, el tiempo de respuesta para este tipo de solicitudes corresponde a quince (15) días hábiles, contados a partir de la radicación completa de la información, plazo dentro del cual se espera obtener el respectivo pronunciamiento por parte de la autoridad competente.

En este sentido, se hace necesario ampliar la Suspensión No. 1 del contrato, teniendo en cuenta que el Instituto Colombiano de Antropología e Historia ha emitido respuesta a la solicitud presentada, en la cual se formulan observaciones que requieren ser objeto de subsanación. Dichas subsanaciones serán atendidas de manera conjunta por la Entidad y el contratista, y se tiene previsto que su radicación ante la autoridad competente se realice en el transcurso de la semana comprendida entre el 13 y el 17 de abril. En consecuencia, y considerando que el proyecto se encuentra a la espera del respectivo pronunciamiento de aprobación por parte del ICANH, resulta procedente mantener la suspensión hasta tanto se obtenga dicha aprobación, garantizando así el cumplimiento de los requisitos normativos aplicables.
(…)"

Quedando determinadas las fechas de las suspensiones de la siguiente manera:

- *Suspensión No.1: Un (01) mes del 20 de marzo de 2026 al 19 de marzo de 2026.*
- *Ampliación No.1 a la Suspensión No.1: Un (01) mes del 20 de abril de 2026 al 19 de mayo de 2026.*

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta que el día 14 de mayo de 2026 se le notifico al Fondo de Desarrollo Local de La Candelaria la suscripción de la RESOLUCIÓN NÚMERO 0804 DE 2026 "Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023 que aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto "DIAGNOSTICO Y LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA PRIORIZADA POR EL FDLC, EN LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA, BOGOTA D.C.".

Mediante el cual se aprobaron los cambios mayores, el cambio de titular del programa y la inclusión de nuevos polígonos específicos de intervención, modificaciones que buscan optimizar la gestión integral del componente arqueológico, asegurar la correcta articulación entre los actores involucrados y dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la normativa vigente.

Conforme lo anterior, se hace necesario realizar el reinicio del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025 y Contrato de Interventoría No. FDLC-CON-434-2025 a partir del día 20 de mayo de 2026 de acuerdo con los términos establecidos por la Ampliación No.1 a la suspensión No.1 de ambos contratos. (…)"

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, de conformidad con las actas de reinicio suscritas por los contratistas, teniendo presente la resolución expedida por parte de la entidad correspondiente y una vez realizada la verificación por parte del FDLC, se evidencia que es necesario reiniciar el presente contrato, a partir del veinte (20) de mayo de 2026, debido a que se superaron las causales que dieron origen a la suspensión.

Conforme a lo anterior, se procede a efectuar el reinicio del Contrato de Obra No. FDLC-COP-371-2025, en los siguientes términos:

CLÁUSULA PRIMERA – REINICIO: Reiniciar el contrato referido, a partir del **VEINTE (20) DE MAYO DE 2026**, debido a que se superaron las causales que dieron origen a la suspensión y proceder a la actualización de la fecha de terminación en SECOP II, siendo esta el **TRECE (13) DE SEPTIEMBRE DE 2026.**

CLÁUSULA SEGUNDA – GARANTÍAS: EL CONTRATISTA se obliga a modificar las garantías del contrato en mención, de acuerdo con los términos y condiciones del presente documento.

CLAUSULA TERCERA – PERFECCIONAMIENTO: El presente OTROSI MODIFICATORIO, se perfecciona con la aceptación aprobación de las partes y la publicación en el SECOP II. PARAGRAFO: El presente documento se entiende suscrito mediante la aprobación de este a través de la Plataforma SECOP II. Lo anterior, de conformidad con los Artículos 53 y s.s. de la Ley 1437 de 2011; el Numeral 2.3. de la Circular Única de la Agencia Estatal de Contratación Pública Colombia Compra Eficiente, y los Artículos 2, 5, 7, 10, 14 y 15 de la Ley 527 de 1999, la cual establece: "ARTÍCULO 7º. Reglamentado por el Decreto Nacional 2364 de 2012. Firma. Cuando cualquier norma exija la presencia de una firma o establezca ciertas consecuencias en ausencia de la misma, en relación con un mensaje de datos, se entenderá satisfecho dicho requerimiento si: a) Se ha utilizado un método que permita identificar al iniciador de un mensaje de datos y para indicar que el contenido cuenta con su aprobación; b) Que el método sea

tanto confiable como apropiado para el propósito por el cual el mensaje fue generado o comunicado. Lo dispuesto en este artículo se aplicará tanto si el requisito establecido en cualquier norma constituye una obligación, como si las normas simplemente prevén consecuencias en el caso de que no exista una firma". ARTÍCULO 14. Formación y validez de los contratos. En la formación del contrato, salvo acuerdo expreso entre las partes, la oferta y su aceptación podrán ser expresadas por medio de un mensaje de datos. No se negará validez o fuerza obligatoria a un contrato por la sola razón de haberse utilizado en su formación uno o más mensajes de datos. ARTÍCULO 15. Reconocimiento de los mensajes de datos por las partes. En las relaciones entre el iniciador y el destinatario de un mensaje de datos, no se negarán efectos jurídicos, validez o fuerza obligatoria a una manifestación de voluntad u otra declaración por la sola razón de haberse hecho en forma de mensaje de datos."; el Artículo 244, inciso 5º de la Ley 1564 de 2012, y la normatividad que rige la Plataforma SECOP II. Todos los actos y documentos que requieren de suscripción se entienden válidos mediante la aprobación en esta plataforma, la cual asegura su autenticidad, integridad y disponibilidad."

NOTA: Este documento es complementario al Contrato Electrónico: CONTRATO DE OBRA No FDLC COP-371-2025, y los anexos que de ellas se deriven, el cual hace parte integral del mismo.

Las demás disposiciones del Contrato de Obra No. FDLC COP-371-2025, que no sean contrarias a lo previsto en el presente documento continuarán vigentes.

ANEXO 2

Garantías y pólizas vigentes

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER **CL 77 # 13 - 47 OF 605** **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA** **NIT: 9019858895**	**CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES**	**98071 / 2**

LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA

BOGOTÁ, D.C., 14/07/2026.

VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 14/07/2026,
VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2031.

NUMERO DE FACTURA	05 - 0098071 / 002

ASEGURADO	BENEFICIARIO
FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA **CARERRA 5 NO 12C 40** **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA** **NIT: 8999990619** **Teléf. 3416009**	**FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA** **CARERRA 5 NO 12C 40** **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA** **NIT: 8999990619** **Teléf. 3416009**

MODIFICACION CON VALOR

CODIGO DE VERIFICACION :
05000980710002*BOG202607141533143

Dando cumplimiento a lo establecido en las Circulares Conjuntas 001 y 002 del 2021 emitidas por la Superintendencia Financiera de Colombia y Colombia Compra Eficiente, informamos que a través de la página web www.berkley.com.co podrá acceder al mecanismo de Verificación en línea dispuesto por Berkley Colombia con el propósito de verificar la validez, idoneidad y suficiencia de la póliza de seguros.

PRIMA	GASTOS DE EXPEDICIÓN	IVA	PRIMA TOTAL	VENCIMIENTO PAGO
COP 228.637,00	COP 10.000,00	COP 45.341,00	COP 283.978,00	13/08/2026

INTERMEDIARIOS :
COLAMSEG CLASE: CORREDORES DE SEGUROS CLAVE: 108301

CONDICIONES PARTICULARES DE LA COBERTURA

Las partes acuerdan que el Tomador pagará la prima a más tardar dentro del mes siguiente contado a partir de la iniciación de vigencia de la misma. La mora en el pago de la prima de la póliza o de los certificados o anexos que se expidan con fundamento en ella, producirá la terminación automática del seguro y dará derecho a la aseguradora para exigir el pago de la prima devengada y de los gastos causados con ocasión de la expedición del contrato de acuerdo con lo establecido por el artículo 1068 del Código de Comercio.

La presente póliza ampara los riesgos descritos en el condicionado general del seguro de CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES registrado en la Superintendencia Financiera de Colombia con el código 19092024-1347-P-05-0000000000CUES09-000I para esta póliza rigen todas las cláusulas, deducibles y garantías expresadas en la carátula

Transcurridos 15 días contados a partir de la fecha del recibo de este documento por parte del Tomador, sin que este hubiese hecho observación alguna sobre su contenido a Berkley International Seguros Colombia S.A., se entenderá que el mismo fue aceptado totalmente.
Es obligación del tomador, asegurado y beneficiario actualizar por lo menos una vez al año su información en los formularios suministrados por la Compañía, para cumplir con las normas para la prevención de lavado de activos.
Grandes Contribuyentes. Responsable de Impuesto a las Ventas. Agente Retenedor de IVA. Actividad Económica ICA 6511.
No sujetos a Retención en la fuente por concepto de renta, Artículo 17 Decreto 2509 del 03/09/85

Firma Autorizada

EL TOMADOR

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 19092024-1347-NTP-05-0000000000CUES08-000I

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	**CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES**	**98071 / 2**
CL 77 # 13 - 47 OF 605 **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA**	**LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA** BOGOTÁ, D.C., 14/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 14/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2031.	
NIT: 9019858895	**NUMERO DE FACTURA**	**05 - 0098071 / 002**

CARATULA

POR MEDIO DEL PRESENTE ENDOSO SE CONTABILIZAN LAS ACTAS DE SUSPENSIÓN No. 01; AMPLIACIÓN No. 1 DE LA SUSPENSIÓN No. 01;REINICIO AL CONTRATO DE OBRA SE PRORROGA LA VIGENCIA DE LA POLIZA,

LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

POR MEDIO DEL ENDOSO 0001 EMITIDO EN FECHA 06/02/2026 Y SEGUN ACTA DE INICIO CONTRATO No. FDLC-COP-371-2025 DE FECHA 14/01/2026 SE MODIFICA EL INICIO DE VIGENCIA DE LA POLIZA.

GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS DERIVADOS DEL INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATO DE OBRA PÚBLICA No. FDLC-COP-371-2025, CUYO OBJETO ES CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C.

LA VIGENCIA DEL AMPARO DE ESTABILIDAD ES DE CINCO (5) AÑOS A PARTIR DEL ACTA DE ENTREGA A SATISFACCION

CONSORCIO JUPITER, CONFORMADO POR;

CUMBRE INGENIERIA SAS NIT 900.321.674-6 PARTICIPACION DEL 90%
LESATH SAS NIT 901.239.041-8 PARTICIPACION DEL 10%

SE MODIFICA/N LA/S COBERTURA/S :

CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO ---------- COP 554.686.937,60
Vigencia de la Cobertura : desde las 0 hs del 14/01/2026, hasta las 0 hs del 13/03/2027

PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES COP 277.343.468,80
Vigencia de la Cobertura : desde las 0 hs del 14/01/2026, hasta las 0 hs del 13/09/2029

ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LAS OBRAS ---------- COP 554.686.937,60
Vigencia de la Cobertura : desde las 0 hs del 13/09/2026, hasta las 0 hs del 13/09/2031

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 19092024-1347-NTP-05-0000000000CUES08-000I

Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

www.berkley.com.co

Nit. 900.814.916-1

Fecha: 15/07/2026 12:24:41-p.m.	Recibo de Caja No. 166248369
Recibimos de: CONSORCIO JUPITER	Identificación: 9019858895
La suma de: CIENTO UNO MIL CIENTO CINCUENTA PESOS COLOMBIANOS PESOS.	Valor $: $ 101,150.00
Forma de pago: TRANSACCIÓN PSE	Banco: BANCOLOMBIA

Estado de transacción: APROBADA

Por concepto de: Pago prima póliza de BOGOTÁ VIGENCIA DESDE 2025

06 ; 00028231 ; 0004

; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;

"La retención en la fuente a título de ICA deberá ser practicada, pagada y certificada en la ciudad de BOGOTÁ "

Firma autorizadora:

Gerente Financiero
Berkley International Seguros Colombia S.A.

Sello:

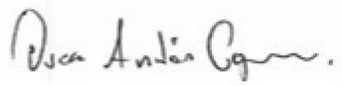
Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

CERTIFICACIÓN PAGO DE PRIMA

Berkley International Seguros Colombia S.A., con NIT 900-814-916-1, hace constar que la prima correspondiente a la póliza de **RESPONSABILIDAD CIVIL No 00028231 Anexo 4** se encuentra recaudada, siendo su estado *PAGADA*.

Se expide la presente certificación en BOGOTÁ, D.C. a los 15 días del mes de julio de 2026.



OSCAR ANDRES COGUA B.
Gerente Financiero
Berkley International Seguros Colombia S.A.
NIT.900.814.916-1

Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

www.berkley.com.co

Nit. 900.814.916-1

Fecha: 15/07/2026 10:30:21-a.m.	Recibo de Caja No. 166233694
Recibimos de: CONSORCIO JUPITER	Identificación: 9019858895
La suma de: CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTOS VEINTICINCO PESOS COLOMBIANOS PESOS.	Valor $: $ 482,725.00
Forma de pago: TRANSACCIÓN PSE	Banco: BANCOLOMBIA

Estado de transacción: APROBADA

Por concepto de: Pago prima póliza de BOGOTÁ VIGENCIA DESDE 2025

05 ; 00098071 ; 0002
06 ; 00028231 ; 0003
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;
; ;

"La retención en la fuente a título de ICA deberá ser practicada, pagada y certificada en la ciudad de BOGOTÁ "

Firma autorizadora:

Gerente Financiero
Berkley International Seguros Colombia S.A.

Sello:

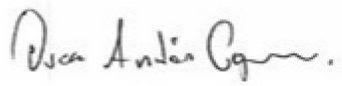
Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

CERTIFICACIÓN PAGO DE PRIMA

Berkley International Seguros Colombia S.A., con NIT 900-814-916-1, hace constar que la prima correspondiente a la póliza de **CUMPLIMIENTO No 00098071 Anexo 2** se encuentra recaudada, siendo su estado *PAGADA*.

Se expide la presente certificación en BOGOTÁ, D.C. a los 15 días del mes de julio de 2026.



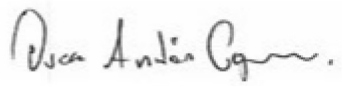
OSCAR ANDRES COGUA B.
Gerente Financiero
Berkley International Seguros Colombia S.A.
NIT.900.814.916-1

Berkley Colombia Seguros
a Berkley Company

CERTIFICACIÓN PAGO DE PRIMA

Berkley International Seguros Colombia S.A., con NIT 900-814-916-1, hace constar que la prima correspondiente a la póliza de **RESPONSABILIDAD CIVIL No 00028231 Anexo 3** se encuentra recaudada, siendo su estado *PAGADA*.

Se expide la presente certificación en BOGOTÁ, D.C. a los 15 días del mes de julio de 2026.



OSCAR ANDRES COGUA B.
Gerente Financiero
Berkley International Seguros Colombia S.A.
NIT.900.814.916-1

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER **CL 77 # 13 - 47 OF 605** **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA** **NIT: 9019858895**	**RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO**	**28231 / 4**

LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA

BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026.

VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026,
VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.

NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

ASEGURADO	BENEFICIARIO
CONSORCIO JUPITER **CL 77 # 13 - 47 OF 605** **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA** **NIT: 9019858895**	**TERCEROS AFECTADOS**

MODIFICACION CON VALOR

CODIGO DE VERIFICACION :

060002823100042BOG202607151134099

Dando cumplimiento a lo establecido en las Circulares Conjuntas 001 y 002 del 2021 emitidas por la Superintendencia Financiera de Colombia y Colombia Compra Eficiente, informamos que a través de la página web www.berkley.com.co podrá acceder al mecanismo de Verificación en línea dispuesto por Berkley Colombia con el propósito de verificar la validez, idoneidad y suficiencia de la póliza de seguros.

PRIMA	GASTOS DE EXPEDICIÓN	IVA	PRIMA TOTAL	VENCIMIENTO PAGO
COP 75.000,00	COP 10.000,00	COP 16.150,00	COP 101.150,00	14/08/2026

INTERMEDIARIOS :
COLAMSEG CLASE: CORREDORES DE SEGUROS CLAVE: 108301

CONDICIONES PARTICULARES DE LA COBERTURA

Las partes acuerdan que el Tomador pagará la prima a más tardar dentro del mes siguiente contado a partir de la iniciación de vigencia de la misma. La mora en el pago de la prima de la póliza o de los certificados o anexos que se expidan con fundamento en ella, producirá la terminación automática del seguro y dará derecho a la aseguradora para exigir el pago de la prima devengada y de los gastos causados con ocasión de la expedición del contrato de acuerdo con lo establecido por el artículo 1068 del Código de Comercio.

La presente póliza ampara los riesgos descritos en el condicionado general del seguro de RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO registrado en la Superintendencia Financiera de Colombia con el código 01082023-1347-P-06-RCGO09-000I para esta póliza rigen todas las cláusulas, deducibles y garantías expresadas en la carátula.

Transcurridos 15 días contados a partir de la fecha del recibo de este documento por parte del Tomador, sin que este hubiese hecho observación alguna sobre su contenido a Berkley International Seguros Colombia S.A., se entenderá que el mismo fue aceptado totalmente.
Es obligación del tomador, asegurado y beneficiario actualizar por lo menos una vez al año su información en los formularios suministrados por la Compañía, para cumplir con las normas para la prevención de lavado de activos.
Grandes Contribuyentes. Responsable de Impuesto a las Ventas. Agente Retenedor de IVA. Actividad Económica ICA 6511.
No sujetos a Retención en la fuente por concepto de renta, Artículo 17 Decreto 2509 del 03/09/85



Firma Autorizada EL TOMADOR

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	**RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO**	**28231 / 4**
CL 77 # 13 - 47 OF 605 **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA**	**LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA** BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
NIT: 9019858895	**NUMERO DE FACTURA**	**06 - 0028231 / 004**

CARATULA

POR MEDIO DEL PRESENTE ENDOSO SE AJUSTA EL LIMITE ASEGURADO SEGUN SMMLV AL AÑO 2026

VALOR ASEGURADO GLOBAL----------$525.271.500.00

LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

POR MEDIO DEL PRESENTE ENDOSO SE CONTABILIZAN LAS ACTAS DE SUSPENSIÓN No. 01; AMPLIACIÓN No. 1 DE LA

SUSPENSIÓN No. 01;REINICIO AL CONTRATO DE OBRA SE PRORROGA LA VIGENCIA DE LA POLIZA,

VIGENCIA GLOBAL : DEL 14/01/2026 AL 13/09/2026.-

LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

POR MEDIO DEL PRESENTE ENDOSO Y SEGUN ACTA DE INICIO CONTRATO No. FDLC-COP-371-2025 DE FECHA 14/01/2026 SE MODIFICA EL INICIO DE VIGENCIA DE LA POLIZA,

LOS DEMAS TERMINOS Y CONDICIONES NO MODIFICADOS CONTINUAN VIGENTES.

EXTENSION DE VIGENCIA : DEL 14/01/2026 AL 14/07/2026.-

POR MEDIO DEL PRESENTE ENDOSO SE ACLARA:

ASEGURADO:

FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA NIT 899.999.061-9

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	**RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO**	**28231 / 4**
CL 77 # 13 - 47 OF 605 **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA**	**LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA** BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
NIT: 9019858895	**NUMERO DE FACTURA**	**06 - 0028231 / 004**

CARATULA

BENEFICIARIO

TERCEROS AFECTADOS Y/O FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA NIT 899.999.061-9

==========

RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO

==========

ACTIVIDAD DESARROLLADA : CONSTRUCCION

INDEMNIZAR LOS DAÑOS Y PERJUICIOS PATRIMONIALES OCASIONADOS A TERCERAS PERSONAS DERIVADOS DURANTE LA EJECUCION DEL CONTRATO DE OBRA PÚBLICA No. FDLC-COP-371-2025; CUYO OBJETO ES :CONTRATAR POR EL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS FIJOS Y A MONTO AGOTABLE, EL DIAGNOSTICO, LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA LOCAL E INTERMEDIA Y SU ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO, DE LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA EN BOGOTA D.C.

ASEGURADO / BENEFICIARIO
FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA NIT 899.999.061-9 Y/O TERCEROS AFECTADOS

NOTA: LOS VALORES ASEGURADOS ESTABLECIDOS COMO LIMITE POR EVENTO Y LIMITE POR VIGENCIA PARA LOS AMPAROS ADICIONALES OTORGADOS EN LA PRESENTE POLIZA, FORMAN PARTE DEL VALOR ASEGURADO TOTAL ESTABLECIDO PARA EL AMPARO BASICO (PLO) QUE SE CONSIDERA EL LIMITE MAXIMO DE RESPONSABILIDAD DE LA ASEGURADORA Y POR ESTO NO SON VALORES ASEGURADOS ADICIONALES.

%LEY Y JURISDICCIÓN:
COLOMBIANA

%MODALIDAD DE COBERTURA:
OCURRENCIA

TERRITORIALIDAD:
Colombia

PLAZO PARA EL PAGO DE PRIMAS:

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO	28231 / 4
CL 77 # 13 - 47 OF 605 BOGOTÁ, D.C. BOGOTA	LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA	
NIT: 9019858895	BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
	NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

CARATULA

30 días contados a partir de la emisión de la póliza

==========

RESUMEN DE COBERTURAS Y CAPITALES ASEGURADOS :

==========

Predios Labores y Operaciones(PLO), dentro de esta se cubren las responsabilidades originadas por:

1. Incendio y/o explosión

2. Uso de ascensores y escaleras automáticas dentro de los predios asegurados.

3. Uso de máquinas y equipos de trabajo, de cargue y descargue y transporte dentro de los predios asegurados.

4. Montaje, desmonte o desplome de avisos y vallas publicitarias instaladas por el asegurado. En caso de que sean instaladas por terceros, se indemnizará la responsabilidad civil solidaria del asegurado. Siempre y cuando dichas vallas o avisos se encuentren en los predios del asegurado.

5. Uso de las instalaciones sociales y/o deportivas que se encuentren en los predios relacionados por el asegurado.

6. Eventos sociales o deportivos organizados por el asegurado en los predios relacionados por éste.

7. Viajes de funcionarios del asegurado dentro del territorio nacional, cuando, en desarrollo de actividades del asegurado inherentes al contrato laboral, se causen daños a terceros.

8. Participación del asegurado en ferias y exposiciones nacionales.

9. Vigilancia de los predios del asegurado según lo definido en el anexo "Responsabilidad Civil Por Personal de

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	**RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO**	**28231 / 4**
CL 77 # 13 - 47 OF 605 **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA**	**LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA** BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
NIT: 9019858895	**NUMERO DE FACTURA**	**06 - 0028231 / 004**

CARATULA

Celaduria, Vigilancia y Seguridad".

10. Posesión y el uso de depósitos, tanques y tuberías que se encuentren ubicados o instalados dentro de los predios relacionados por el asegurado.

11. Uso de parqueaderos dentro de los predios relacionados por el asegurado según lo definido en el anexo Responsabilidad Civil Parqueaderos"

12. Posesión o utilización de cafeterías, casinos y restaurantes para uso de sus empleados, dentro de los predios asegurados.

13. Bienes bajo cuidado, tenencia y control, se indemnizarán los daños causados a terceros con los bienes más no los daños sufridos por los mismos.

14. Se entiende incorporado el daño emergente, lucro cesante, daño moral y perjuicios extra patrimoniales del tercero que se deriven de un daño físico directo ocasionado por el asegurado en ejecución de las actividades objeto de cobertura.

15. Gastos de defensa.

COBERTURAS ADICIONALES A LA BASICA :

==========

LOS LIMITES INDICADOS A CONTINUACIÓN HACEN PARTE DEL VALOR ASEGURADO DE LA PÓLIZA

==========

LÍMITES DE INDEMNIZACIÓN DE LA POLIZA:

==========

• LÍMITE MÁXIMO POR EVENTO : COP 525.271.500.00

• LÍMITE MÁXIMO POR VIGENCIA : COP 525.271.500.00

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO	28231 / 4
CL 77 # 13 - 47 OF 605 BOGOTÁ, D.C. BOGOTA NIT: 9019858895	LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
	NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

CARATULA

** CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS:

EL PRESENTE AMPARO OPERARÁ EN EXCESO DE LAS PÓLIZAS DE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL QUE DEBA TENER CADA CONTRATISTA O SUBCONTRATISTA CON UN MÍNIMO COP 30000000,00. EN CASO DE NO TENER CONTRATADA PÓLIZA, ESTE VALOR OPERARÁ COMO DEDUCIBLE.

• LÍMITE MÁXIMO POR EVENTO : COP 525.271.500.00

• LÍMITE MÁXIMO POR VIGENCIA : COP 525.271.500.00

** RESPONSABILIDAD CIVIL PATRONAL:

• LÍMITE MÁXIMO POR EVENTO : COP 525.271.500.00

• LÍMITE MÁXIMO POR VIGENCIA : COP 525.271.500.00

** RESPONSABILIDAD CIVIL PARA VEHÍCULOS PROPIOS Y NO PROPIOS:

• OPERA EN EXCESO DE LA COBERTURA DE RCE DE LA PÓLIZA DE AUTOMÓVILES QUE DEBE TENER CONTRATADA Y SIEMPRE VIGENTE CADA VEHÍCULO, LA CUAL DEBERÁ TENER CONTRATADA UN LÍMITE MÍNIMO DE COP 200.000.000,00

• LÍMITE MÁXIMO POR EVENTO : COP 525.271.500.00

• LÍMITE MÁXIMO POR VIGENCIA : COP 525.271.500.00

* EXCLUSIÓN DE SUSTANCIAS TOTALES DE PERFLUOROALQUILO Y POLIFLUOROALQUILO (PFAS)

Este endoso modifica el seguro provisto bajo la póliza.

A. La siguiente exclusión se agrega a todas las coberturas incluidas en esta póliza:

1. Este seguro no aplica a:

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO	28231 / 4
CL 77 # 13 - 47 OF 605 BOGOTÁ, D.C. BOGOTA NIT: 9019858895	LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
	NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

CARATULA

(i) "Lesiones corporales", "Daños a la propiedad", "Lesiones personales y publicitarias", gastos médicos, daños (incluyendo, pero no limitado a, daños punitivos o daños ejemplares), pérdida, sanciones, multas, honorarios, costos o gastos, o cualquier otra compensación, de cualquier tipo; y/o

(ii) Cualquier reclamo, demanda, obligación, solicitud, investigación, notificación, orden, acción, acuerdo, decreto de consentimiento, acuerdo, programa de remediación, demanda o procedimiento, de cualquier tipo, incluyendo, pero no limitado a, civiles, penales, administrativos o regulatorios, interpuestos por o en nombre de una "Autoridad gubernamental", persona física, empresa, organización u otra entidad; real o presuntamente, y directa o indirectamente, que surja de, sea causado por, se base en, sea atribuible a, esté relacionado con, contribuya a o involucre de alguna manera, total o parcialmente:

(a) "PFAS", incluidos, entre otros, los reales, presuntos, amenazantes, potenciales o sospechosos:
i. Incumplimiento de un deber, incumplimiento de las normas de cuidado, acto, error, omisión, falta de actuación adecuada, falta de ejecución adecuada de cualquier servicio o servicio profesional, o violación de cualquier ley, estatuto o reglamento en relación con los "PFAS";

ii. Inhalación, ingestión, absorción, consumo, descarga, dispersión, manipulación, prueba, descascarillado, fuga, lixiviación, friabilidad, migración, filtración, liberación, escape, contacto con, exposición a, existencia o presencia de "PFAS";

iii. Uso, incluido, entre otros, cualquier uso obligatorio, sancionado, autorizado, permitido o sugerido, desarrollo, fabricación, producción, procesamiento, incorporación, envasado, diseño, distribución, venta, reventa, cambio de marca, manipulación, transporte, reemplazo, comercialización o publicidad de "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS"; o

iv. Advertencias, avisos o instrucciones con respecto a "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS" o no proporcionar advertencias, avisos o instrucciones con respecto a "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS";

(b) Investigar, reducir, analizar, monitorear, limpiar, eliminar, contener, estudiar, remediar, mitigar, desechar, tratar, desintoxicar, neutralizar o, de cualquier manera, responder, abordar o evaluar los "PFAS" y/o los efectos o la presencia reales, presuntos, amenazantes, potenciales o sospechados de "PFAS", ya sea en el medio ambiente, en la propiedad, en un ser humano, animal o cualquier otra cosa viva o no viva o de otro modo; o

(c) Garantías o representaciones hechas en cualquier momento con respecto a "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS", incluyendo, entre otras, la seguridad, aptitud, calidad, durabilidad, rendimiento, toxicidad o persistencia

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO	28231 / 4
CL 77 # 13 - 47 OF 605 BOGOTÁ, D.C. BOGOTA NIT: 9019858895	LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
	NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

ambiental de "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS", o garantías o representaciones hechas en cualquier momento con respecto a cualquier cosa descrita en A.1.(a) o A.1.(b) anteriormente.

2. Las disposiciones anteriores se aplican:

(a) Independientemente de si cualquier otra causa, evento, material, sustancia, compuesto, bien o producto (incluyendo, entre otros, "su producto"), contribuyó de manera concurrente o en cualquier secuencia a cualquier "Lesión corporal", "Daño a la propiedad", "Lesión personal y publicitaria", gastos médicos, daños (incluyendo, entre otros, daños punitivos o daños ejemplares), pérdida, sanciones, multas, honorarios, costos o gastos o cualquier otra compensación, de cualquier tipo;

(c) A cualquier obligación asumida por usted o cualquier otro asegurado en virtud de un "contrato asegurado" o cualquier otro acuerdo;

(d) Independientemente de si se aplica el "riesgo de operaciones completadas con productos";

(e) Independientemente de si existía un permiso, autorización o requisito para usar "PFAS", incorporar "PFAS" en su producto o liberar "PFAS" al medio ambiente, o si cualquier uso, incorporación o liberación era legalmente permisible o cumplía con los niveles permisibles establecidos por una "Autoridad Gubernamental";

(f) A cualquier exposición en el lugar de trabajo o exposición ocupacional a "PFAS" o enfermedad ocupacional real o presuntamente atribuible a "PFAS"; y

(g) Excluir la cobertura de la totalidad del reclamo, demanda, obligación, solicitud, investigación, notificación, orden, acción, acuerdo, decreto de consentimiento, acuerdo, programa de remediación, demanda o procedimiento, cuando solo una parte de lo anterior involucre o se refiera a "PFAS" o cualquier cosa que contenga "PFAS", incluso si cualquier otra parte hubiera estado cubierta por esta Póliza o se hubiera debido un deber de defensa en ausencia de "PFAS". B. Se añaden las siguientes definiciones a la Política:

1. "PFAS" significa:

(a) Cualquier sustancia química fluorada que contenga al menos un átomo de carbono total o parcialmente fluorado, ya sea polímero o no polímero, incluyendo, entre otros: cualquier sustancia perfluoroalquilo y polifluoroalquilo, ácido(s) perfluoroalquilo, ácido(s) perfluorooctanosulfónico(s), perfluoroalcano, ácido(s) de óxido de hexafluoropropileno-dímero, ácido(s) perfluorobutanosulfónico(s), ácido(s)

CONTINUA

www.berkley.com.co
Calle 75 No. 5-88 Edificio Difransa Piso 3, Bogotá D.C. | NIT 900.814.916
Atención telefónica desde cualquier parte del país: (601)3572727 | servicioalcliente@berkley.com.co
VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO	28231 / 4
CL 77 # 13 - 47 OF 605 BOGOTÁ, D.C. BOGOTA NIT: 9019858895	LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
	NUMERO DE FACTURA	06 - 0028231 / 004

CARATULA

perfluorohexanosulfónico(s),sulfonamidas de perfluoroalcano, ácido(s) carboxílico(s) de éter perfluoroalquilo (incluidos, entre otros, los ácidos perfluorobutanoico, perfluorohexanoico, perfluorooctanoico, perfluorononanoico y perfluorodecanoico),sustancias fluorotelómeras, sustancias perfluoroalcanosulfonamidas, fluoruros de perfluoroalcanosulfonilo,sulfonato de perfluorodecano, perfluorooctanoato de amonio, sulfonato de perfluoroalquilo, sulfonato de perfluorodecano, sulfonato de perfluorooctanoato de amonio, sulfonato de perfluoroalquilo, sulfonato de perfluorodecano, sulfonato de perfluoroalcano, sulfonato de perfluorodecano, sulfonato de perfluorooctanoato de amonio, sulfonato de perfluorodecano, sulfonato de perfluoroalcano, sulfonato de perfluorode ... yoduros, sustancias basadas en perfluoroalquil éter y polifluoroalquil éter, fluoropolímeros, polímeros fluorados de cadena lateral, perfluoropoliéteres, sales de ácido perfluorosulfónico, sales de perfluorosulfonato, sales de ácido perfluorocarboxílico, sales de perfluorocarboxilato, todos los anteriores por cualquier nombre conocido, incluidos,entre otros, nombres químicos, nombres comerciales (por ejemplo, "GenX" o "ADONA") o cualquier otro nombre o descriptor (por ejemplo, "C8");

(b) Cualquier sustancia química que esté o pueda estar relacionada o sea similar a los elementos contenidos en B.1(a), incluidos, entre otros, los identificados en (i) cualquiera de las listas de sustancias químicas de la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU., (ii) la lista de sustancias perfluoroalquilo y polifluoroalquilo sujetas a informes de liberación de sustancias químicas tóxicas de conformidad con la sección 313 de la Ley de Planificación de Emergencias y Derecho a Saber de la Comunidad de los EE. UU. ("EPCRA"), 42 U.S.C. § 11001 et seq., incluidas las que estén o puedan estar incluidas en 40 C.F.R. § 372.65, o (iii) cualquier estatuto, ley, reglamento, norma o norma propuesta por escrito, documento de orientación, lista o boletín emitido, adoptado o mantenido por cualquier "Autoridad Gubernamental";

(c) Cualquier polímero, oligómero, monómero, sustancia química no polimérica, homólogo, isómero, telómero, sal,éster, alcohol, ácido, precursor, degradante, derivado y producto de descomposición o subproducto asociado con cualquier sustancia o sustancia química descrita en los párrafos B.1(a) o B.1(b) de esta definición; o
(d) Cualquier bien, producto, sustancia, mezcla, alimento, líquido, suplemento y/o medicamento, incluidos los contenedores, materiales, partes, equipos o empaques suministrados en relación con dicho bien, producto, sustancia, mezcla, alimento, líquido, suplemento y/o medicamento, que consista en o contenga algo de lo descrito en los párrafos B.1(a), B.1(b) o B.1(c) de esta definición.

2. "Autoridad gubernamental" significa cualquier gobierno nacional, nacional, internacional, extranjero, federal, estatal, provincial, local o tribal u otra subdivisión política del mismo, ya sea dentro o fuera de los Estados Unidos, y cualquier agencia, organismo, unidad, entidad o cualquier otro instrumento del mismo, que ejerza funciones ejecutivas, legislativas, judiciales, regulatorias o administrativas del gobierno.

CONTINUA

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

TOMADOR	POLIZA DE SEGURO DE	POLIZA / ENDOSO
CONSORCIO JUPITER	**RC EXTRACONTRACTUAL DERIVADA DE CUMPLIMIENTO**	**28231 / 4**
CL 77 # 13 - 47 OF 605 **BOGOTÁ, D.C.** **BOGOTA**	**LUGAR Y FECHA DE EMISION - VIGENCIA** BOGOTÁ, D.C., 15/07/2026. VIGENCIA INICIACION - LAS 0HS DEL 15/07/2026, VIGENCIA DE TERMINACION - LAS 0HS DEL 13/09/2026.	
NIT: 9019858895	**NUMERO DE FACTURA**	**06 - 0028231 / 004**

CARATULA

Todos los demás términos y condiciones de la Política permanecen sin cambios.

DEDUCIBLES APLICABLES :

** AMPARO BÁSICO Y DEMAS EVENTOS:

EL ASEGURADO PARTICIPARÁ EN TODO Y CADA EVENTO INDEMNIZABLE POR LA PRESENTE POLIZA EN UN 10,00% DEL MONTO DEL MISMO, CON UN MÍNIMO DE COP 5.000.000,00

CÓDIGO NOTA TECNICA REGISTRADO EN LA SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA : 01082023-1347-NT-P-06-RCGO07

ANEXO 3

Documentación aprobación ICANH

RESOLUCIÓN NÚMERO 0804 DE 2026

Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023 que aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto *"DIAGNOSTICO Y LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA PRIORIZADA POR EL FDLC, EN LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA, BOGOTA D.C.".*

EL SUBDIRECTOR DE GESTIÓN DEL PATRIMONIO DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA – ICANH-

En uso de sus atribuciones legales, en especial de las que le confiere la Ley 397 de 1997, modificada y adicionada por la Ley 1185 del 2008, Decreto 1080 del 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura), modificado por el Decreto 138 del 2019, el artículo 17 del Decreto 0993 del 2025, la Resolución 1237 de 2025 y,

CONSIDERANDO

Que la Ley 397 de 1997, "*Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias*", modificada y adicionada por la Ley 1185 de 2008, estableció un Régimen Especial de Protección para los bienes de interés cultural, entre los cuales se encuentran los bienes pertenecientes al patrimonio arqueológico.

Que el artículo 6 de la Ley 397 de 1997, modificado por el artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, establece que "*el ICANH es la institución competente en el territorio nacional respecto del manejo del patrimonio arqueológico*".

Que el artículo 131 del Decreto 2106 de 2019, modificó el artículo 11 de la Ley 397 de 1997, en el sentido de establecer que "*los titulares de proyectos, obras o actividades que requieran licenciamiento ambiental o estén sujetos a la aprobación de Planes de Manejo Ambiental deberán presentar un Programa de Arqueología Preventiva al Instituto Colombiano de Antropología e Historia, y que tiene por objeto garantizar la protección del patrimonio arqueológico ante eventuales hallazgos arqueológicos en el área del proyecto, obra o actividad*".

Que el Título V de la Parte VI del Libro II que trata sobre *"Patrimonio Arqueológico"* del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, modificado por el Decreto 138 de 2019, establece la naturaleza y alcance del Programa de Arqueología Preventiva, así como las obligaciones que recaen sobre el titular para su formulación y desarrollo.

Que el ICANH con la expedición de la Resolución 1337 del 04 de octubre de 2021, reglamentó los términos de referencia para los Programas de Arqueología Preventiva en cada una de sus fases y contempló que las modificaciones a los mismos se realicen mediante acto administrativo cuando se trate de cambios mayores. Se considera un cambio mayor la solicitud de cambios del polígono

general, inclusión de nuevos polígonos específicos, exclusión de polígonos específicos registrados y cambio de titular del Programa.

Que mediante el Decreto No. 0993 de 17 de septiembre de 2025, se modificó la estructura del Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH y se derogó el Decreto 021 de 2022.

Que en el artículo 10 del Decreto No. 0993 de 17 de septiembre de 2025, se determinan las funciones de la Dirección General del Instituto.

Que por medio del numeral 1 del artículo segundo de la Resolución No. 1237 de 23 de septiembre de 2025, la Dirección General delegó a la Subdirección de Gestión del Patrimonio, para expedir los actos administrativos requeridos en el marco del desarrollo de Programas de Arqueología Preventiva.

Que mediante Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023 el ICANH aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto *"DIAGNOSTICO Y LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA PRIORIZADA POR EL FDLC, EN LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA, BOGOTA D.C"* cuyo titular es RETIN INGENIERIA SAS identificada con NIT 900.283.268-5, representada por Antonio Rafael González identificado con C.C 72.227.511 en calidad de representante legal.

Que mediante comunicación con radicado interno 2026184200030532 del 19 de marzo de 2026, RETIN INGENIERIA SAS solicitó modificación al Registro del proyecto.

Que, en virtud de lo establecido en el artículo 17 de la Ley 1437 de 2011 sustituido por el artículo 1 de la Ley 1755 de 2015 y del principio de eficacia, el ICANH mediante comunicación con radicado interno 2026162000039151 del 01 de abril de 2026, notificado el día 06 del mismo mes y año, requirió a RETIN INGENIERIA SAS para que realizara ajustes a la solicitud de cambio mayor al haber verificado que no se cumplía con alguno de los requisitos establecidos en la Resolución 1337 del 04 de octubre de 2021.

Que RETIN INGENIERIA SAS, presentó al ICANH mediante radicado interno 2026184200043902 del 27 de abril de 2026 ajustes a la solicitud de cambio mayor, de la siguiente manera:

1. *"Cambio mayor tipo 4 Cambio de titular del programa: Se solicita el cambio de titular del Programa de Arqueología Preventiva de la empresa RETIN INGENIERIA SAS identificada con NIT 900.283.268-5 por el FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE CANDELARIA identificado con NIT 899.999.061. Para tal fin se anexa la carta de cesión y aceptación de titularidad debidamente firmada por ambas partes, RUT del Fondo de Desarrollo Local de la Candelaria, Acta de posesión Alcaldesa y copia de documento de identidad.*

   Adicionalmente se solicita el cambio de correo electrónico de notificaciones por: cdi.candelaria@gobiernobogota.gov.co y remitir los comunicados siempre con copia al correo jose.alarcon@gobiernobogota.gov.co para garantizar el adecuado manejo de la trazabilidad y tiempos de respuesta en los comunicados

2. *Cambio Mayor numeral 2: Inclusión de nuevos polígonos específicos.*
En el marco del contrato para la segunda fase de intervenciones relacionadas con el PAP se requiere la inclusión de 6 polígonos específicos correspondientes a los siguientes Segmentos Viales:

CIV	***ELEMENTO (PK)***	***EJE VIAL***	***DESDE***	***HASTA***	***AREA M²***	***INTERVENCION***	***N POL ESP***
17000337	*189686*	*CARRERA 8*	*CALLE 6 A*	*CALLE 6 B*	*512,23*	*REAHABILITACION*	*58*
17000100	*189763*	*CALLE 12*	*CARRERA 7*	*CARRERA 8*	*588,98*	*MANTENIMIENTO*	*59*
17000091	*189778*	*CALLE 12B*	*CARRERA 6*	*CARRERA 7*	*591,67*	*MANTENIMIENTO*	*60*
17000168	*189590*	*CARRERA 1*	*CALLE 12 B BIS*	*CALLE 12B BIS*	*240,05*	*REHABILITACION*	*61*
17000125	*189796*	*CALLE 12 D*	*CARRERA 1*	*CARRERA 1*	*184,83*	*REHABILITACION*	*62*
17000124	*189593*	*CARRERA 1*	*CALLE 12 D*	*CALLE 12 f*	*1199,73*	*MANTENIMIENTO*	*63*

3. *Cambio Menor numeral 7: Cambios de profesional en arqueología líder del programa*
Se solicita el cambio de Arqueólogo Líder por la profesional ANGELA PATRICIA MORALES RAMIREZ identificada con cédula de ciudadanía 1053778196, Especialista en Arqueología con RNA 884. Para tal fin se anexa la carta de aceptación de vinculación por parte de la arqueóloga."

Que una vez realizada la evaluación de la documentación aportada por RETIN INGENIERIA SAS, se evidenció que la información con la cual se solicitaron los cambios contiene lo requerido en los términos de referencia.

Que, en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1. Modificar parcialmente el artículo primero de la Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023 por la cual se aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto *"DIAGNOSTICO Y LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA PRIORIZADA POR EL FDLC, EN LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA, BOGOTA D.C"*, en el sentido de:

1. *Cambiar el titular RETIN INGENIERIA SAS identificada con NIT 900.283.268-5 por el FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE CANDELARIA identificado con NIT 899.999.061. representado legalmente por ANGÉLICA MARÍA ANGARITA SERRANO.*

2. *Incluir los polígonos específicos denominados 17000337, 17000100, 17000091, 17000168, 17000125 y 17000124, los cuales se registran para la fase de Diagnóstico y Prospección.*

3. *Cambiar el arqueólogo líder. De esta manera, la nueva profesional en arqueología líder del programa será ANGELA PATRICIA MORALES RAMIREZ identificada con cédula de ciudadanía 1.053.778.196 y que se encuentra incluido/a en el Registro Nacional de Arqueólogos con el No. 884. Así mismo, con el presente cambio, ya NO funge como arqueólogo líder del programa el profesional Carlos Rómulo del Cairo identificado con cédula de ciudadanía 79960475 y que se encuentra incluido/a en el Registro Nacional de Arqueólogos con el No. 049.*

La información geográfica de los polígonos incluidos se encuentra en el modelo de datos para arqueología que acompaña la solicitud con radicado interno 2026184200043902 del 27 de abril de 2026 y que hace parte integral de la presente resolución.

Artículo 2. FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE LA CANDELARIA, como titular del Programa de Arqueología Preventiva es responsable de adelantar todas las fases del Programa en los polígonos incluidos mediante el presente acto administrativo, de acuerdo con lo establecido en el Título V de la Parte VI del Libro II del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, modificado por el Decreto 138 de 2019.

Artículo 3. Para la implementación de la modificación parcial del artículo primero de la Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023, por la cual se aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el proyecto *"DIAGNOSTICO Y LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN Y ACCIONES DE MOVILIDAD DE LA MALLA VIAL URBANA PRIORIZADA POR EL FDLC, EN LA LOCALIDAD DE LA CANDELARIA, BOGOTA D.C"*, se deberán tener en cuenta las siguientes observaciones:

1. Resumen Informe de avance:
El informe de avance del Programa de Arqueología Preventiva detalla las intervenciones realizadas en el marco del proyecto de conservación y movilidad de la malla vial urbana en la localidad de La Candelaria, Bogotá D.C. El arqueólogo Carlos del Cairo figura como el líder vinculado ante el ICANH, mientras que el reporte se basa en los datos recolectados por el arqueólogo Nayan Castillo para la empresa RETIN INGENIERÍA SAS. Las actividades se han concentrado principalmente en los periodos comprendidos entre marzo y mayo de 2025, enfocándose en cumplir con las obligaciones del Plan de Manejo Arqueológico (PMA) aprobado mediante la Resolución 1095 de 2024.

En cuanto a las actividades de campo, se reportó la ejecución de 41 pozos de sondeo que alcanzaron profundidades de hasta 150 cm. Aunque estas excavaciones funcionaron inicialmente como acompañamiento a estudios geotécnicos, su verificación mediante excavación manual controlada permitió cumplir con los requerimientos del PMA para establecer la zonificación de potencial arqueológico tras el retiro de la capa asfáltica. Estos sondeos se distribuyeron en diversos puntos del área de intervención y arrojaron resultados negativos en su totalidad para el hallazgo de materiales arqueológicos. No obstante, el informe advierte sobre inconsistencias cronológicas, ya que algunos sondeos presentan fechas de noviembre de 2023, previas a la aprobación oficial del plan.

Simultáneamente, se llevaron a cabo labores de monitoreo y verificación en 20 polígonos específicos durante las obras de mejoramiento vial. Se realizaron un total de 48 monitoreos con excavaciones uniformes de 12 cm de profundidad, coincidiendo con el retiro de la capa superficial para el bacheo y sellado de grietas. Al igual que en los sondeos, todos los resultados fueron negativos para materiales de interés arqueológico, lo que permite dar por finalizadas las actividades de monitoreo en los segmentos reportados. La distribución espacial de estas labores se registró en corredores viales clave, asegurando la vigilancia arqueológica durante la intervención del espacio público.

Finalmente, el documento señala que aún existen 16 polígonos pendientes para la ejecución de pozos de sondeo y subraya la necesidad de actualizar la cartografía de zonificación para corregir errores en la calificación de los niveles de potencial. El objetivo principal sigue siendo avanzar con las obras civiles garantizando la protección del patrimonio.

2. Sobre el Informe de Avance:
Es fundamental que para la presentación del informe final se consolide la información técnica de todas las actividades ejecutadas durante el 2025. Según el acápite 6.4.3 (página 34) de los Términos de Referencia para Programas de Arqueología Preventiva, los informes de avance deben documentar el estado de ejecución del Plan de Manejo Arqueológico (PMA). Para cumplir con el estándar de cierre, se requiere que esta información permita demostrar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas, incluyendo el registro detallado de intervenciones (fichas y fotografías) que den cuenta de la gestión del patrimonio en el área.

3. Diagnóstico y Prospección en Polígonos Específicos:
Para los polígonos específicos identificados, será obligatorio desarrollar la Fase de Diagnóstico y Prospección, conforme a los Términos de Referencia para los Programas de Arqueología Preventiva. Esta fase tiene como objetivo identificar y caracterizar los bienes y contextos arqueológicos presentes, con el fin de evaluar los posibles impactos y definir las medidas de manejo correspondientes, ajustadas a las particularidades de cada polígono, en caso de que aplique. Una vez realizada la caracterización arqueológica de dichos polígonos, podrá formularse y someterse a aprobación el correspondiente Plan de Manejo Arqueológico para los polígonos específicos incluidos en el presente cambio mayor. Así mismo, se recuerda que no será posible iniciar actividades de obra en aquellos polígonos que se encuentren en fase de Diagnóstico y Prospección, hasta tanto estos cuenten con un Plan de Manejo Arqueológico debidamente aprobado.

4. Notificación de Inicio de Actividades Constructivas:
Es importante que una vez se inicien nuevamente las actividades constructivas en los polígonos específicos que cuentan con Plan de Manejo Arqueológico, aprobado, se notifique a través de un oficio al instituto, esto con el fin de realizar un adecuado seguimiento de estas.

5. Acorde a su solicitud se actualizan los corres electrónicos de notificación , siendo estos los siguientes: cdi.candelaria@gobiernobogota.gov.co y jose.alarcon@gobiernobogota.gov.co

6. Actualización del Cronograma del Proyecto:
Acorde a su solicitud se anexa a la presente resolución el cronograma de obra que se encuentra del proyecto, dado que este mismo no se cumplió, es necesario que se presente la solicitud de ajuste del cronograma (cambio menor) el cual deberá de estar ajustado a la realidad del proyecto y acorde a los Términos de Referencia para Programas de Arqueología Preventiva.

Artículo 4. El presente acto administrativo modifica parcialmente la Resolución 1554 del 18 de octubre de 2023, y rige a partir de la fecha de notificación.

Artículo 5. Notifíquese la presente resolución de acuerdo con lo establecido en el artículo 56 de la Ley 1437 de 2011, modificado por el artículo 10 de la Ley 2080 de 2021, conforme a la autorización otorgada mediante formulario de registro, a los correos electrónicos cdi.candelaria@gobiernobogota.gov.co y jose.alarcon@gobiernobogota.gov.co

Artículo 6. Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición dentro de los diez (10) días siguientes a la notificación del mismo, que se presentará por escrito ante la Subdirección de Gestión del Patrimonio del ICANH, en los términos previstos en los artículos 76 y 77 de la Ley 1437 de 2011.

Dada en Bogotá D. C., a los trece (13) días del mes de mayo del año 2026.

NOTIFÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

FERNANDO MONTEJO GAITÁN
Subdirector de Gestión del Patrimonio

Transcribió: Karen Johanna Amaya Técnico Operativo Grupo de Arqueología	**Revisó:** Rodolfo Cepeda Profesional Especializado Grupo de Arqueología	**Aprobó:** Rodolfo Cepeda Profesional Especializado Grupo de Arqueología
Revisó: Nathaly Andrea Bonilla Abogada Contratista Oficina Jurídica	**Revisó:** Carol Castro Borbón Abogada Contratista Oficina Jurídica	**Aprobó:** Jeyson Alberto Rodríguez Pacheco Jefe Oficina Jurídica

ANEXO 4

Diagnósticos

REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES PARA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ – CONTRATO FDLC-LP-002-2025

INSPECCIÒN DE PAVIMENTO DE 5 TRAMOS (17000118, 17000424, 17000182, 17000168, 17000159)

PROYECTO: REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES				
Descripción		**Originó**	**Aprobó**	**Fecha**
Versión	0	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	07/02/2026
Versión	1	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	28/02/2026
Firmas				

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6
1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA 7
1.1 Antecedentes 7
1.2 Marco técnico adoptado para la actualización 7
1.3 Alcance metodológico específico de este informe 7
2 OBJETIVO GENERAL 8
2.1 Objetivos específicos 8
3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 9
4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS 10
4.1 Segmento 1 – CIV 17000118 / PK_ID 189762 10
4.2 Segmento 2 – CIV 17000424 / PK_ID 189820 10
4.3 Segmento 3 – CIV 17000182 / PK_ID 189589 11
4.4 Segmento 4 – CIV 17000168 / PK_ID 189590 11
4.5 Segmento 5 – CIV 17000159 / PK_ID 189591 12
5 METODOLOGÍA 13
5.1 Insumos de entrada y consolidación de información 13
5.2 Actualización de la condición superficial 13
5.3 Integración por tipología de pavimento 13
5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU) 14
5.5 Definición de alternativas 14
6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 16
6.1 Segmento 1 – CIV 17000118 / PK_ID 189762 16
6.2 Segmento 2 – CIV 17000424 / PK_ID 189820 16
6.3 Segmento 3 – CIV 17000182 / PK_ID 189589 17
6.4 Segmento 4 – CIV 17000168 / PK_ID 189590 17
6.5 Segmento 5 – CIV 17000159 / PK_ID 189591 17
7 CONDICIÓN SUPERFICIAL Y FUNCIONAL (PCI Y EVIDENCIA HISTÓRICA) 18
7.1 Información de referencia (PCI 2024) 18
7.2 Actualización de la condición superficial (PCI 2026) y evidencia histórica 18
7.3 Comparación resultados de PCI 2023 vs 2026 19
7.3.1 CIV 17000182 – Carrera 1 (Calle 12B – Calle 12B Bis) 19
7.3.2 CIV 17000168 – Carrera 1 (Calle 12B Bis – Calle 12B Bis A) 20
7.3.3 CIV 17000159 – Carrera 1 (Calle 12B Bis A – Calle 12C) 20
7.3.4 CIV 17000424 – Calle 4A Bis (Carrera 1A – Carrera 2) 20

7.3.5 CIV 17000118 – Calle 12 (Carrera 6 – Carrera 7) 20
8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA 21
9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO 23
10 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES 29
10.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante 30
10.1.2 Módulo ponderado del pavimento 30
10.1.3 Número estructural efectivo (SN eff) 31
10.1.4 Número estructural requerido (SN req) 31
10.1.5 Índice Estructural (Ie) 32
10.1.6 Resultados de verificación estructural y validación de condición global del pavimento 32
10.2 ALTERNATIVA RECOMENDADA PARA LOS TRAMOS FLEXIBLES 33
10.2.1 Análisis de módulos 33
10.2.2 Evaluación del pavimento según metodología mecanicista 35
10.2.3 Resultados del análisis del pavimento según metodología mecanicista 37
10.2.4 Recomendaciones de intervención 37
11 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO 39
11.1 Tramo de la Carrera 1: CIV 17000182, 17000168 y 17000159 39
11.1.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k) 39
11.1.2 Predimensionamiento por AASHTO (verificación complementaria) 41
11.1.3 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados 42
11.1.4 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido) 42
11.2 Tramo CIV 17000424 43
11.2.1 Predimensionamiento por AASHTO (verificación complementaria) 45
11.2.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados 46
11.2.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido) 46
12 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 48
12.1 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU) 48
12.2 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU) 48
12.3 Drenaje y manejo del agua (IDU) 48
12.4 Diseño de juntas y sellos 49
12.5 Juntas Longitudinales 49
12.6 Juntas Transversales 50
13 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADA 54
14 RESUMEN ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN Y RECOMENDACIÓN 56
15 CONCLUSIONES 58

16 ANEXOS 61

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Descripción tramos 9
Tabla 2 Resultados PCI 2023 18
Tabla 3 Resultados PCI 2026 19
Tabla 4 resultados de clasificación (identificación y granulometría/plasticidad). 21
Tabla 5 resultados de resistencia/soporte (CBR y parámetros PDC reportados). 21
Tabla 6 TPD Carrera 1 23
Tabla 7 TPD Calle 12 23
Tabla 8 TPD Calle 12c 24
Tabla 9 TPD Calle 4A 24
Tabla 10 Factores daño empleados 25
Tabla 11 NESE Carrera 1 25
Tabla 12 NESE Calle 12 26
Tabla 13 NESE Calle 12C 26
Tabla 14 Calle 4A 27
Tabla 15 Espectro de carga carrera 1 CIV 17000182, 17000168, 17000159 28
Tabla 16 Espectro de carga carrera 4 a CIV 17000424 28
Tabla 17 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles 29
Tabla 18 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles 32
Tabla 19 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural 32
Tabla 20 Resultados análisis estructural por metodología AASHTO 32
Tabla 21 Resumen del Diagnóstico 33
Tabla 22 Resultados análisis estructural por metodología mecanicista 37
Tabla 23 Módulo de reacción conjunto k 40
Tabla 24 Datos de entrada utilizados (AASHTO) 41
Tabla 25 Datos de entrada utilizados (AASHTO) 45
Tabla 26– Recomendaciones para las barras de amarre 49
Tabla 27– Recomendación para las dovelas 50
Tabla 28 Consolidado de estrategias de intervención por CIV 54
Tabla 28 Consolidado de alternativas por CIV 56

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización general de los cinco (5) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID). 9
Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000118 10
Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000424 11
Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000182 11
Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000168 12
Figura 6 Imágenes históricas CIV 17000159 12
Figura 7 Perfiles encontrados 22
Figura 8 Retrocálculo de módulos 34
Figura 9. Parámetros empleados en el modelo mecanicista 35
Figura 10 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto 41
Figura 11 Datos de entrada BS-PCA 42
Figura 12 Sección transversal típica 43
Figura 13 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto 45
Figura 14 Sección transversal típica 17000424 47
Figura 15 Detalle barras de anclaje 50
Figura 16 Detalle de canastillas para soportar dovelas 51
Figura 17 Vista en planta de canastilla soportar dovelas 51
Figura 18 Corte A-A y B-B de canastilla para soportar dovelas 52
Figura 19 Detalle junta 53

INTRODUCCIÓN

El presente informe consolida el diagnóstico técnico y la formulación de alternativas de rehabilitación para cinco (5) segmentos viales localizados en la localidad de La Candelaria, identificados mediante su CIV y su PK. Los tramos evaluados corresponden a vías urbanas de tipología intermedia y presentan evidencia de deterioro funcional y/o estructural que requiere análisis integral para definir intervenciones acordes con su condición actual y su evolución reciente.

Los segmentos objeto de análisis se ubican en los siguientes ejes viales y límites, cuya identificación se presenta con su CIV–PK y el área reportada:

- **CIV 17000118 – PK 189762:** Calle 12, entre Carrera 6 y Carrera 7
- **CIV 17000424 – PK 189820:** Calle 4 A Bis, entre Carrera 1A y Carrera 2
- **CIV 17000182 – PK 189589:** Carrera 1, entre Calle 12B y Calle 12B Bis
- **CIV 17000168 – PK 189590:** Carrera 1, entre Calle 12B Bis y Calle 12B Bis A
- **CIV 17000159 – PK 189591:** Carrera 1, entre Calle 12B Bis A y Calle 12C

La materialidad y tipología de pavimento de cada segmento (pavimento flexible, articulado en adoquín, rígido o configuraciones mixtas) se consolidan en el capítulo de Descripción de los tramos, y se utilizan como base para seleccionar los métodos de evaluación y los criterios de intervención aplicables.

En los primeros capítulos se presentan los resultados de la evaluación superficial mediante metodología PCI, incorporando como línea base el PCI de referencia de finales del año 2023 y el PCI actualizado a partir de la verificación reciente en campo. De manera complementaria, se incluye evidencia histórica obtenida de Google Street View, con el propósito de ilustrar la evolución del deterioro y apoyar la interpretación de cambios rápidos en la condición superficial de cada segmento, en relación con factores como tránsito, drenaje, intervenciones previas o condiciones del entorno.

Adicionalmente, el diagnóstico se apoya en la verificación realizada en diciembre de 2023 de la estructura existente mediante exploración puntual (apique) y en el análisis de ensayos de laboratorio asociados, orientados a caracterizar la calidad de los materiales granulares y de subrasante, su comportamiento frente a humedad y posibles condiciones de inestabilidad, incluyendo la identificación de subrasantes con potencial de expansión cuando aplique. Con base en estos resultados, se establecen criterios técnicos para definir si se requieren medidas de retiro, reemplazo, mejoramiento o estabilización de materiales, ya sea por deterioro avanzado o por no cumplimiento de parámetros de aceptación, limpieza u otras propiedades relevantes.

Para los tramos cuya estructura corresponde a pavimento flexible, se incorporan los análisis de las mediciones de deflectometría de finales de 2023 y su procesamiento para estimar parámetros estructurales bajo un enfoque tipo AASHTO, incluyendo el Número Estructural (SN), y para estimar la vida residual mediante un análisis mecanicista. Estos insumos se integran con la evaluación superficial y la caracterización de materiales para construir un diagnóstico coherente y sustentado proyectado hacia la condición actual del pavimento en 2026.

Finalmente, con base en la información consolidada y en concordancia con lineamientos técnicos de referencia para diagnóstico y selección de intervenciones, se plantean alternativas de intervención acordes con la tipología y condición de cada tramo, sustentando la recomendación final de rehabilitación y las consideraciones generales de ejecución y control de calidad.

1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA

1.1 Antecedentes

Los cinco (5) segmentos viales objeto de este informe se ubican en La Candelaria y cuentan con información técnica previamente levantada en el marco de una inspección inicial llevada a cabo en entre diciembre de 2023 y enero de 2024. Dado que entre esa evaluación y la fecha actual ha transcurrido un periodo de tiempo considerable, se requiere actualizar algunos parámetros para asegurar que el diagnóstico y las decisiones de intervención se soporten en condiciones vigentes y representativas del estado real de los tramos.

1.2 Marco técnico adoptado para la actualización

Como documento guía para estructurar el diagnóstico y la toma de decisiones en conservación vial, se adopta el Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial para Bogotá del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el cual define actividades para determinar el estado de las estructuras de infraestructura vial dentro del programa de conservación y orienta la definición de intervenciones.

El anexo organiza la evaluación del pavimento integrando componentes como diagnóstico, estudio de tránsito, factor de daño y evaluación estructural, incluyendo lineamientos específicos para el uso de FWD y consideraciones para el georradar.

Adicionalmente, el documento establece que la metodología para diagnóstico y definición de intervenciones en pavimentos se apoya en la determinación de estados superficiales y estructurales, soportada en metodologías PCI y AASHTO, las cuales deben aplicarse de manera consistente.

1.3 Alcance metodológico específico de este informe

Con base en el marco anterior, el alcance metodológico del presente informe se concentra en:

- Validar y actualizar el PCI de los cinco segmentos a condiciones actuales, garantizando trazabilidad y comparabilidad frente al diagnóstico previo.

- Aprovechar la información existente (apiques, georradar, deflectometría y tránsito) como soporte del diagnóstico integral, sin duplicar campañas de medición ya realizadas.

- Registrar observaciones relevantes en caso de evidenciar diferencias frente a la caracterización previa que puedan afectar la lectura del segmento (por ejemplo, cambios de superficie, configuración o condiciones particulares), de modo que queden documentadas para los capítulos de descripción y diagnóstico.

2 OBJETIVO GENERAL

Realizar la actualización del diagnóstico de cinco (5) segmentos viales ubicados en la localidad de La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales, con el fin de sustentar la clasificación de estado y la recomendación de alternativas de intervención conforme a los lineamientos del IDU.

2.1 Objetivos específicos

- Consolidar la información base de cada segmento (CIV–PK, localización, tipología y área).
- Revisar y consolidar la información de tránsito disponible como insumo para el análisis.
- Actualizar la condición superficial mediante inspección en campo, incluyendo el cálculo del PCI actualizado.
- Integrar la información existente de apiques/exploración geotécnica, georradar y deflectometría, para soportar la interpretación del estado y la recomendación de intervención por segmento.

3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los segmentos viales objeto de la presente actualización se localizan en la localidad de La Candelaria, en el área urbana de Bogotá. Para efectos de identificación y trazabilidad, cada tramo se referencia mediante su CIV y PK_ID, junto con su eje vial y límites "desde–hasta". La Tabla 1 presenta la relación de los cinco (5) segmentos incluidos en el alcance del informe, así como su tipología de pavimento de acuerdo con la información de referencia disponible.

Tabla 1 Descripción tramos

CIV	PK_ID	MALLA	TIPO DE SUPERFICIE 2023	DIRECCIÓN			TIPO DE SUPERFICIE 2026	ÁREA (m²)
				EJE VIAL	DESDE	HASTA		
17000118	189762	INTERMEDIA	FLEXIBLE	Calle 12	Carrera 6	Carrera 7	FLEXIBLE RÍGIDO	726.31
17000424	189820	INTERMEDIA	RÍGIDO	Calle 4 a bis	Carrera 1 a	Carrera 2	RÍGIDO FLEXIBLE	235.59
17000182	189589	INTERMEDIA	ADOQUIN-ASFALTO	Carrera 1	Calle 12b	Calle 12 b bis	ADOQUÍN FLEXIBLE	257.71
17000168	189590	INTERMEDIA	SIN DATO	Carrera 1	Calle 12 b bis	Calle 12 b bis a	ADOQUÍN	240.05
17000159	189591	INTERMEDIA	ADOQUIN-ASFALTO	Carrera 1	Calle 12 b bis a	Calle 12c	ADOQUÍN RÍGIDO	353.31

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se presenta la localización general de los cinco (5) segmentos dentro de la localidad de La Candelaria, indicando la ubicación de cada tramo mediante su identificación CIV–PK_ID. Esta figura sirve como referencia cartográfica para la lectura del alcance y para la relación de los segmentos evaluados dentro del área de influencia del presente informe.

Figura 1 Localización general de los cinco (5) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID).



Fuente: Elaboración propia.

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

Este capítulo presenta, para cada uno de los cinco (5) segmentos incluidos en el alcance, una descripción general de localización y entorno, indicando su identificación CIV–PK_ID, eje vial, límites y tipología de pavimento según la información de referencia. Adicionalmente, se incorporan imágenes de Google Street View que permitan ilustrar la condición general observada y documentar la evolución reciente, como soporte complementario a la actualización del diagnóstico.

4.1 Segmento 1 – CIV 17000118 / PK_ID 189762

Ubicación y dirección: Calle 12, entre Carrera 6 y Carrera 7, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento flexible.
Área del segmento: 726,31 m².

Descripción general del entorno: Se observa una condición intermedia del pavimento, con deterioro más significativo en los bordes, donde se identifican parches en mal estado, pérdida de agregado y presencia de huecos. En general, se trata de un pavimento asfáltico en estado intermedio. De acuerdo con el análisis histórico, entre 2020 y 2021 la condición era más favorable; sin embargo, en un periodo relativamente corto se evidencia un deterioro acelerado, reflejado en la aparición de múltiples zonas con pérdida de agregado.

Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000118

Fotografía 2024	Fotografía 2021	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

4.2 Segmento 2 – CIV 17000424 / PK_ID 189820

Ubicación y dirección: Calle 4 A Bis, entre Carrera 1A y Carrera 2, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento rígido.
Área del segmento: 235,59 m².

Descripción general del entorno: El tramo se encuentra en pavimento rígido en muy mal estado, con presencia de losas divididas y múltiples patologías, además de parches de concreto de gran extensión. En las zonas intervenidas con pavimento asfáltico, también se evidencian malas condiciones. En general, se observa un deterioro generalizado a lo largo del tramo.

Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000424

Fotografía 2024	Fotografía 2022	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

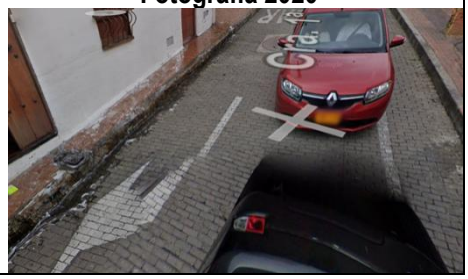
4.3 Segmento 3 – CIV 17000182 / PK_ID 189589

Este segmento está unido con los segmentos de CIV: 17000168 Y 17000159.

Ubicación y dirección: Carrera 1, entre Calle 12B y Calle 12B Bis, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Adoquín – asfalto
Área del segmento: 257,71 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento articulado. Se evidencian signos de desgaste, irregularidades superficiales, hundimientos, pérdida de unidades y rotura de adoquines. En conjunto, el tramo presenta un estado regular.

Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000182

Fotografía 2024	Fotografía 2023	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

4.4 Segmento 4 – CIV 17000168 / PK_ID 189590

Ubicación y dirección: Carrera 1, entre Calle 12B Bis y Calle 12B Bis A, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Por confirmar según base de referencia / inventario.
Área del segmento: 240,05 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento articulado. Se evidencian signos de desgaste, irregularidades superficiales, hundimientos, pérdida de unidades y rotura de adoquines. En conjunto, el tramo presenta un estado regular.

Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000168

Fotografía 2024	Fotografía 2023	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

4.5 Segmento 5 – CIV 17000159 / PK_ID 189591

Ubicación y dirección: Carrera 1, entre Calle 12B Bis A y Calle 12C, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento: Adoquín – asfalto
Área del segmento: 353,31 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento articulado. Se evidencian signos de desgaste, irregularidades superficiales, hundimientos, pérdida de unidades y rotura de adoquines. En conjunto, el tramo presenta un estado regular, con nivel de deterioro constante en el tiempo.

Figura 6 Imágenes históricas CIV 17000159

Fotografía 2025	Fotografía 2023	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

5 METODOLOGÍA

La metodología aplicada corresponde a la actualización del diagnóstico para cinco (5) segmentos viales localizados en La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales. El proceso integra insumos existentes de tránsito, apiques y exploración geotécnica, georradar y deflectometría cuando aplique, y se complementa con la actualización de la condición superficial mediante inspección visual y cálculo del PCI actualizado. La metodología se desarrolla conforme al enfoque del IDU para conservación vial, articulando la evaluación superficial y estructural con periodos de análisis y diseño definidos para soportar la selección de alternativas de intervención.

5.1 Insumos de entrada y consolidación de información

Para cada segmento identificado por CIV–PK_ID se consolidó la información existente, incluyendo atributos de inventario y localización, el PCI de referencia, la información de tránsito, los resultados de apiques y ensayos de laboratorio, los resultados de georradar y, cuando aplique, la información de deflectometría. Esta consolidación asegura trazabilidad entre la información histórica y la condición actual, y evita duplicar campañas ya ejecutadas.

5.2 Actualización de la condición superficial

Se realizó inspección visual en campo para actualizar la condición superficial de los cinco segmentos a la fecha de revisión. La inspección incluyó la verificación de materialidad (flexible, rígido o articulado en adoquín), el registro de deterioros con severidad y extensión, y el soporte fotográfico correspondiente. Con base en lo anterior se determinó el PCI actualizado para cada segmento, manteniendo criterios consistentes para permitir la comparación con el PCI de referencia.

Como soporte complementario, se incorporaron capturas de Google Street View para representar la condición general del tramo y apoyar la lectura de su evolución observable entre diferentes fechas. Este insumo es visual y complementario; no reemplaza la inspección técnica ni el cálculo del PCI.

5.3 Integración por tipología de pavimento

Una vez actualizada la condición superficial, la información se integró con los insumos técnicos existentes, considerando la tipología de pavimento:

- Pavimento flexible: se contrasta el PCI actualizado con la información deflectométrica disponible y con parámetros estructurales derivados cuando existan, como el Número Estructural efectivo (SN) y la estimación de vida residual mediante análisis mecanicista.

- Pavimento rígido: además del PCI actualizado, se incorpora como criterio el desempeño asociado a juntas, especialmente la eficiencia de transferencia de carga (LTE) cuando este indicador (o información equivalente) se encuentre disponible. En ausencia de mediciones directas, la interpretación se sustenta en el PCI actualizado, en deterioros característicos del rígido (fisuración, deterioro de juntas, escalonamientos, reparaciones) y en los hallazgos de soporte y materiales derivados de apiques y laboratorio.

- Pavimento articulado (adoquín): la evaluación y definición de actividades se concentra en la superficie en adoquín, integrando la inspección visual y el PCI actualizado con los resultados de apiques (condición del material granular y subrasante) y con georradar cuando se disponga, priorizando la identificación de hundimientos, pérdida de regularidad, deformaciones y condiciones de soporte.

Ajuste de la información deflectométrica a condiciones actuales. Dado que la información deflectométrica disponible no corresponde a la fecha de la inspección actual, la interpretación estructural se ajusta incorporando el tránsito acumulado entre la fecha de toma de las deflexiones y la fecha de actualización del diagnóstico. Para ello, se estima el tránsito correspondiente al periodo transcurrido (en términos de ejes equivalentes o el parámetro adoptado en el estudio) y se incorpora como demanda adicional, de modo que la comparación con el SN efectivo represente condiciones actuales y no únicamente las existentes al momento de la medición.

5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU)

Para la selección de alternativas de intervención se adoptan los periodos establecidos por el IDU:

1. Diagnóstico: horizonte de 3 años, con el cual se define si el segmento puede atender el corto plazo con actividades de conservación o si requiere una intervención mayor.
2. Rehabilitación: cuando se requiere rehabilitación, el periodo de diseño adoptado es de 10 años.
3. Reconstrucción: cuando se requiere reconstrucción, el periodo de diseño es no inferior a 10 años para pavimento flexible y no menor a 20 años para pavimento rígido.

En los tramos con deflectometría previa, se incorpora el tránsito transcurrido desde la medición como demanda ya acumulada, para que el análisis no represente una condición “antigua” sino la condición vigente al momento de la actualización.

5.5 Definición de alternativas

La alternativa de intervención para cada segmento se define adoptando los criterios del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el documento “Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá” (versión 6, 2014). Bajo este enfoque, la selección se sustenta en la interacción entre el estado superficial (representado mediante el PCI actualizado) y un indicador estructural o de desempeño, según la tipología del pavimento, con el fin de orientar la decisión hacia actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según aplique.

- **Pavimentos flexibles.** La alternativa se selecciona con base en la relación entre el PCI y el Índice Estructural (Ie), definido como la razón entre el Número Estructural efectivo (SNefec) y el Número Estructural requerido (SNreq). La clasificación y la selección se realizan con el diagrama de diagnóstico del IDU que cruza rangos de PCI con rangos de Ie, y conduce a la categoría de intervención correspondiente (mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción), complementando con la matriz de intervenciones cuando aplique.

- **Pavimentos rígidos.** La decisión se define a partir de la interacción entre el PCI actualizado y el desempeño estructural asociado a juntas, incorporando la eficiencia de transferencia de carga (LTE) cuando se disponga de este indicador o de información equivalente. En ausencia de mediciones directas de LTE, la selección se sustenta en el PCI, en los deterioros característicos del pavimento rígido y en la información disponible de soporte y materiales.

- **Pavimentos articulados (adoquín).** La alternativa se sustenta principalmente en el PCI actualizado, en la tipología y severidad de deterioros propios de la superficie articulada (incluyendo la identificación de hundimientos y pérdida de regularidad) y en la condición de soporte, considerando la calidad de los materiales granulares y subrasante a partir de la información de apiques y ensayos asociados. En los segmentos donde exista superficie en adoquín, el análisis se concentra en dicha superficie.

De manera transversal para todas las tipologías, se incorpora un análisis breve de la condición y calidad de los materiales granulares y subrasante con base en los apiques y resultados de laboratorio, con el fin de identificar si se requiere retiro, reemplazo o mejoramiento localizado.

En los capítulos siguientes se presentan los criterios adoptados y las tablas/diagramas de clasificación del documento IDU, y se justifica la alternativa seleccionada por segmento con base en la tipología de pavimento, el PCI actualizado y los indicadores complementarios aplicables (Ie para flexible, LTE cuando esté disponible para rígido y calidad de materiales para adoquín).

6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Este capítulo describe las actividades desarrolladas en campo para la verificación de los cinco (5) segmentos y la recopilación de información necesaria para la actualización del diagnóstico. La inspección se orientó a constatar la localización y características generales de cada tramo (identificación CIV–PK, límites, materialidad y condiciones del entorno), y a levantar información actual que permita comparar el estado vigente frente a la información de referencia disponible.

Durante la visita se realizó un recorrido visual de cada segmento, con registro fotográfico y anotaciones de condiciones relevantes que pueden influir en el desempeño del pavimento, tales como drenaje superficial, presencia de reparaciones o intervenciones de redes, confinamiento/bordes y particularidades operacionales. La información levantada en campo constituye el insumo principal para actualizar la condición superficial y soportar la interpretación posterior.

Vale la pena aclarar que, la evaluación del estado superficial de los pavimentos se realizó mediante inspección visual detallada, siguiendo los lineamientos de la metodología PCI, conforme a lo establecido en las normas ASTM D6433 (pavimentos flexibles y rígidos) y ASTM 2840 (pavimentos adoquinados).

6.1 Segmento 1 – CIV 17000118 / PK_ID 189762

Pavimento flexible con sectores rígidos, en el inventario de 2023 se consideraba el CIV completo en superficie asfáltica. A modo de comparación se puede establecer que en el inventario de 2023-2024, el CIV 17000118 presentaba un predominio de parcheos, huecos, desprendimiento de agregados y grietas longitudinales/transversales, distribuidos en las diferentes unidades de muestra. Estos deterioros evidenciaban una superficie de rodadura intervenida de manera recurrente.

En la inspección de 2026, se mantiene la presencia de parcheos extensos, así como la identificación reiterada de huecos y desprendimiento de agregados. Los daños se concentran en tramos similares a los registrados en 2023, con continuidad longitudinal de las áreas intervenidas. En los sectores de pavimento rígido se siguen identificando grietas de durabilidad, descascaramientos y bombeo, deterioros que ya estaban presentes en el inventario anterior.

No se evidencian cambios significativos en el tipo de deterioros, aunque sí una mayor recurrencia de intervenciones puntuales, reflejada en la extensión acumulada de parcheos.

6.2 Segmento 2 – CIV 17000424 / PK_ID 189820

Este segmento originalmente con superficie rígida y parcheos de losa completos en superficie de concreto asfáltico evidencia en el inventario de 2023-2024 que el CIV 17000424 presentaba un conjunto de deterioros característicos del pavimento rígido, destacándose la presencia de grietas de esquina, losas fracturadas, deterioro del sello de juntas y desportillamientos, con severidades entre baja y alta. Estos daños se encontraban distribuidos en varias losas a lo largo del segmento.

En la inspección más reciente, se observa la persistencia de los mismos tipos de deterioro en el pavimento rígido, registrándose nuevamente grietas, losas fracturadas y problemas en juntas. El inventario 2026 evidencia una mayor cantidad de registros asociados a desportillamiento y deterioro de sellos, lo que evidencia una evolución de daños ya presentes en 2023.

En el tramo con pavimento flexible, el inventario evidencia deterioros como huecos, desprendimiento de agregados, agrietamiento en bloque y parcheos, así como deformaciones relevantes, observándose continuidad espacial de los deterioros en zonas similares del CIV, con una evolución de las patologías importante.

6.3 Segmento 3 – CIV 17000182 / PK_ID 189589

Este segmento cuya rodadura se encuentra en pavimento adoquinado y un sector en pavimento flexible deja en evidencia que la inspección realizada entre diciembre de 2023 y enero de 2024, el CIV 17000182 presentaba como deterioro predominante la presencia de adoquines dañados, inventariados en diferentes tramos del segmento, con severidad baja y media, así como depresiones localizadas y áreas intervenidas mediante parcheos. La afectación se distribuía de manera discontinua a lo largo del CIV, concentrándose principalmente en la calzada adoquinada.

En la inspección más reciente (2026), se mantiene la presencia recurrente de adoquines dañados, observándose un aumento en la continuidad longitudinal de este deterioro. Adicionalmente, las depresiones previamente identificadas se registran nuevamente, algunas de ellas con mayor extensión superficial. En el tramo con pavimento flexible se identifican abultamientos y hundimientos, así como agrietamiento tipo piel de cocodrilo, deterioros que no aparecían inventariados en el registro de 2023 para este CIV.

El cambio más relevante corresponde a la aparición de deterioros en el tramo flexible, lo cual representa una modificación en la superficie de rodadura respecto a la condición evaluada en 2023.

6.4 Segmento 4 – CIV 17000168 / PK_ID 189590

Este segmento se encuentra ubicado entre los CIV 17000182 y 17000159, con la particularidad de que en 2023 no fue considerado dentro del análisis realizado, por lo que no se cuenta con un punto de partida para realizar comparación con la inspección pendiente. Ahora bien, en la inspección 2026 se identificó una alta presencia de adoquines dañados y pérdida de adoquines, acompañados de depresiones de diversa extensión y parcheos localizados en diferentes tipos de superficie. Los deterioros se distribuyen de forma continua a lo largo del segmento, con afectación directa de la superficie de rodadura. También se registran zonas puntuales con elementos de concreto y transiciones, las cuales presentan comportamiento diferenciado.

6.5 Segmento 5 – CIV 17000159 / PK_ID 189591

Para este CIV con superficie mixta entre adoquín y pavimento rígido se tiene que para el inventario realizado en 2023-2024 el CIV 17000159 presentaba como deterioro dominante las depresiones en pavimento adoquinado, registradas en severidad alta y con afectaciones continuas en varios tramos del segmento. De manera complementaria se identificaron adoquines dañados, pérdida puntual de adoquines y múltiples parcheos, algunos de ellos asociados a cambios de tipo de pavimento.

En la inspección de 2026, se evidencia la persistencia de las depresiones, manteniéndose como el deterioro predominante del CIV. Estas se registran nuevamente en extensiones longitudinales comparables a las del inventario 2023. Asimismo, continúa observándose pérdida y daño de adoquines, así como la presencia de parcheos, los cuales se distribuyen a lo largo del tramo evaluado.

Adicionalmente, en la inspección más reciente se documentan de forma más detallada los sectores con pavimento rígido, en los cuales se identifican grietas de esquina, losas fracturadas, deterioro del sello de juntas y descascaramientos, deterioros que no estaban incluidos en el PCI 2023 al haberse concentrado este en el pavimento adoquinado.

7 CONDICIÓN SUPERFICIAL Y FUNCIONAL (PCI Y EVIDENCIA HISTÓRICA)

En este capítulo se presenta la condición superficial y funcional de los cinco (5) segmentos como base para actualizar el diagnóstico. Se toma como línea base el PCI de referencia diciembre 2023 a enero de 2024 y, dado que la condición superficial ha cambiado con el tiempo por efecto del tránsito y la carga, el drenaje, intervenciones puntuales y la fatiga de la estructura, se realiza una actualización a condiciones actuales mediante inspección en campo y cálculo del PCI 2026 (levantamiento del 1 de febrero de 2026).

7.1 Información de referencia (PCI 2024)

Para cada segmento se dispone de un PCI calculado en el año 2024, el cual se adopta como condición de referencia. Esta información permite establecer el estado superficial reportado en el diagnóstico previo y constituye el punto de comparación para identificar variaciones en el desempeño superficial. En este apartado se presenta el valor de PCI 2024 por tramo según lo reportado en el estudio de SAICON Ingeniería, pero también se hace la verificación a partir de los resultados de la inspección validando los valores de PCI por CIV a partir de la metodología ASTM (Flexibles y rígidos en la ASTM D6433 y pavimentos articulados bajo las consideraciones de la ASTM 2840).

Los resultados comparativos se plantean en la siguiente tabla:

Tabla 2 Resultados PCI 2023

CIV	PK_ID	Tipo de superficie	Unidad Muestra	Área	Losas	PCI estimado en estudio de 2023			Revisión de PCI con ASTM 2023			
			-	(m²)	Und	Parcial	CIV	Clasificación	Parcial	Clasificación	CIV	Clasificación
17000182	189589	ADOQUIN-ASFALTO	1	174.42	-	3	3	C	47	Regular	47	C
			2	56.865	-							
17000168	189590	SIN DATO	1	185.64	-	-	-	-	-	-	-	-
17000159	189591	ADOQUIN-ASFALTO	1	317.84	-	3	3	C	0	Fallado	0	D
			2	47.56	14							
17000424	189820	RÍGIDO	1	122.21	15	13	13	D	25	Muy Malo	25	D
			2	96.922	-							
17000118	189762	FLEXIBLE	1	269.5	-	51	60	B	48	Regular	57	B
			2	184.73	-	64			61	Bueno		
			3	110.25	6	66			63	Bueno		

Fuente: Elaboración propia.

El análisis comparativo entre los valores de PCI reportados en el estudio realizado en 2023-2024 por la firma SAICON Ingeniería y la verificación interna efectuada con los resultados del mismo año mediante la metodología PCI conforme a la normativa ASTM evidencia diferencias relevantes en la clasificación del estado de algunos segmentos. Dichas diferencias se concentran principalmente en los CIV con superficie de rodadura en adoquín, donde el estudio de la consultora aplicó una metodología nacional desarrollada por la Universidad de Medellín, la cual no contempla los criterios de ponderación establecidos en la norma ASTM 2840 para pavimentos adoquinados.

7.2 Actualización de la condición superficial (PCI 2026) y evidencia histórica

Con el fin de reflejar la condición vigente, se realizó una inspección visual en campo para identificar los deterioros presentes en cada segmento, su severidad y extensión, y con base en la información levantada el 1 de febrero de 2026 se efectuó el cálculo del PCI actualizado (2026). En este apartado se presentan los valores actualizados por tramo y se comparan con el PCI de referencia 2024, destacando los cambios relevantes observados.

A modo de comparación general, se plantea a continuación la tabla con resultados de la evaluación de PCI según las inspección de 2026:

Tabla 3 Resultados PCI 2026

CIV	PK_ID	Unidad Muestra	Abscisado		Ancho	Área	Losas	TIPO	Revisión de PCI con ASTM 2026			
		-	Inicio	Fin	(m)	(m²)	Und		Parcial	Clasificación	PCI CIV	Clasificación
17000182	189589	1	0	34.2	5.1	174.42	-	ADOQUÍN	48	Bueno	46	C
		2	34.2	45.35	5.1	56.865	-	FLEXIBLE	38	Malo		
17000168	189590	1	54.8	91.2	5.1	185.64	-	ADOQUÍN	0	Fallado	0	D
17000159	189591	1	91.2	146	5.8	317.84	-	ADOQUÍN	4	Fallado	3	D
		2	146	154.2	5.8	47.56	14	RÍGIDO	0	Fallado		
17000424	189820	1	0	13.1	6.02	122.21	15	RÍGIDO	38	Malo	31	C
			19.4	26.6								
		2	13.1	19.4	6.02	96.922	-	FLEXIBLE	22	Muy Malo		
			26.6	36.4								
17000118	189762	1	0	55	4.9	269.5	-	FLEXIBLE	27	Malo	32	C
		2	55	92.7	4.9	184.73	-		18	Muy Malo		
		3	92.7	115.2	4.9	110.25	6	RÍGIDO	67	Bueno		

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Comparación resultados de PCI 2023 vs 2026

Con el fin de evaluar la evolución de la condición superficial de los corredores viales por diagnosticar, se realizó un análisis comparativo de los resultados de PCI obtenidos en el estudio desarrollado en 2023 y los resultados del estudio más reciente. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la verificación interna realizada en 2023 mediante la aplicación estricta de la metodología PCI conforme a la normativa ASTM, la cual permitió contrastar los valores reportados inicialmente y establecer una lectura homogénea del estado de los pavimentos. Este análisis se orienta a identificar variaciones en la clasificación de los segmentos, así como a evaluar la consistencia de los resultados en función del enfoque metodológico empleado.

7.3.1 CIV 17000182 – Carrera 1 (Calle 12B – Calle 12B Bis)

En el estudio de 2023, el CIV fue clasificado con PCI C (Regular), condición que fue confirmada durante la verificación interna realizada bajo metodología PCI conforme a ASTM, con una variación muy sutil entre los valores reportados por dicha metodología.

En el estudio más reciente, el análisis diferenciado por tipo de pavimento evidencia comportamientos distintos dentro del mismo CIV:

- El pavimento en adoquín presenta una condición Buena.
- El pavimento flexible presenta una condición Mala.

La clasificación global del CIV se mantiene en C, observándose que la principal diferencia corresponde a una mayor desagregación del análisis y no a un cambio uniforme en la condición del segmento.

7.3.2 CIV 17000168 – Carrera 1 (Calle 12B Bis – Calle 12B Bis A)

No se dispone de valores de PCI correspondientes al estudio de 2023, por lo cual no es posible establecer una comparación directa. Sin embargo, es claro que el estudio más reciente clasifica el CIV como Fallado (D). Este resultado constituye la línea base de condición del segmento para la definición de intervenciones y designación directa de la condición del CIV apta para reconstrucción parcial.

7.3.3 CIV 17000159 – Carrera 1 (Calle 12B Bis A – Calle 12C)

En el estudio de 2023, el CIV fue clasificado como C (Regular). La verificación interna realizada en 2023 mediante metodología PCI conforme a ASTM reclasificó el CIV como Fallado (D), así mismo, el estudio más reciente mantiene la clasificación D, tanto para el pavimento en adoquín como para los sectores rígidos.

La comparación evidencia que el valor reportado en el estudio original de 2023 presentaba una condición más favorable que la obtenida mediante la aplicación estricta de la metodología PCI.

7.3.4 CIV 17000424 – Calle 4A Bis (Carrera 1A – Carrera 2)

El estudio de 2023 clasificó el CIV como Fallado (D), condición que fue ratificada en la verificación interna realizada con metodología PCI conforme a ASTM. De la misma manera, en el estudio más reciente se identifican diferencias internas por tipo de pavimento:

- El pavimento rígido presenta una condición Mala.
- El pavimento flexible presenta una condición Muy Mala.

A pesar de estas variaciones internas, el CIV mantiene una condición general deficiente, consistente con lo reportado en 2023.

7.3.5 CIV 17000118 – Calle 12 (Carrera 6 – Carrera 7)

El estudio de 2023 clasificó el CIV como B (Bueno), resultado coherente con la verificación interna realizada bajo metodología PCI conforme a ASTM. Ahora bien, en el estudio más reciente se observa lo siguiente:

- El pavimento flexible en condición Mala, con reducción del valor de PCI.
- El pavimento rígido en condición Buena, similar a la reportada en 2023.

Como resultado, la clasificación global del CIV pasa de B a C, evidenciando una pérdida de condición general asociada principalmente al comportamiento del pavimento flexible.

8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA

Para la evaluación de los diferentes tramos analizados, se utilizó información geotécnica y de la estructura de pavimento como insumo de referencia. Se aclara que en esta etapa no se ejecutaron exploraciones geotécnicas directas ni apiques nuevos; la información proviene de los estudios 2023–2024 desarrollados por SAICON Ingeniería.

Con base en las muestras recuperadas, se revisaron los resultados de los ensayos de laboratorio típicos de identificación y clasificación (humedad natural, límites de Atterberg, granulometría y clasificaciones AASHTO/USCS) desarrollados por SAICON Ingeniería entre 2023-2024. Adicionalmente, se recopilaron los resultados de resistencia/soporte disponibles (CBR y ensayos asociados como PDC), los cuales se presentan de manera independiente para facilitar su lectura y trazabilidad.

A continuación, se presentan dos tablas:

Tabla 4 resultados de clasificación (identificación y granulometría/plasticidad).

Apique	CIV	Muestra	Desde (m)	Hasta (m)	Descripción	w (%)	LL (%)	IP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	AASHTO	USCS
12	17000159		0	0,08	Adoquín								
12	17000159	1	0,08	0,57	Arena limosa (SM) / finos NP	7,53	NP		24	32	43		SM
12	17000159	2	0,57	1,6	Arcilla baja compresibilidad	34,71	48	22	1	32	68	A-7-5 (IG 14)	CL
47	17000182		0	0,08	Adoquín								
47	17000182	1 (M-1)	0,08	0,61	Relleno granular – arena limosa (color amarillo)	3,9	NP		15	45	40	A-4 (IG 0)	SM
47	17000182	2 (M-2)	0,61	1,5	Suelo natural – arcilla baja compresibilidad (color marrón)	30,6	46	25	0	12	88	A-7-5 (IG 23)	CL
50	17000118		0	0,19	Carpeta asfáltica								
50	17000118	1 (M-1)	0,19	0,74	Relleno granular	9,7	NP		22	31	48	A-4 (IG 0)	SM
50	17000118	2 (M-2)	0,74	1,5	Relleno granular	8,9	NP		16	40	44	A-4 (IG 0)	SM
52	17000424		0	0,15	Carpeta asfáltica								
52	17000424	1 (M-1)	0,15	1,5	Material granular (relleno granular)	8,1	NP		28	38	34	A-2-4 (IG 0)	SM

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

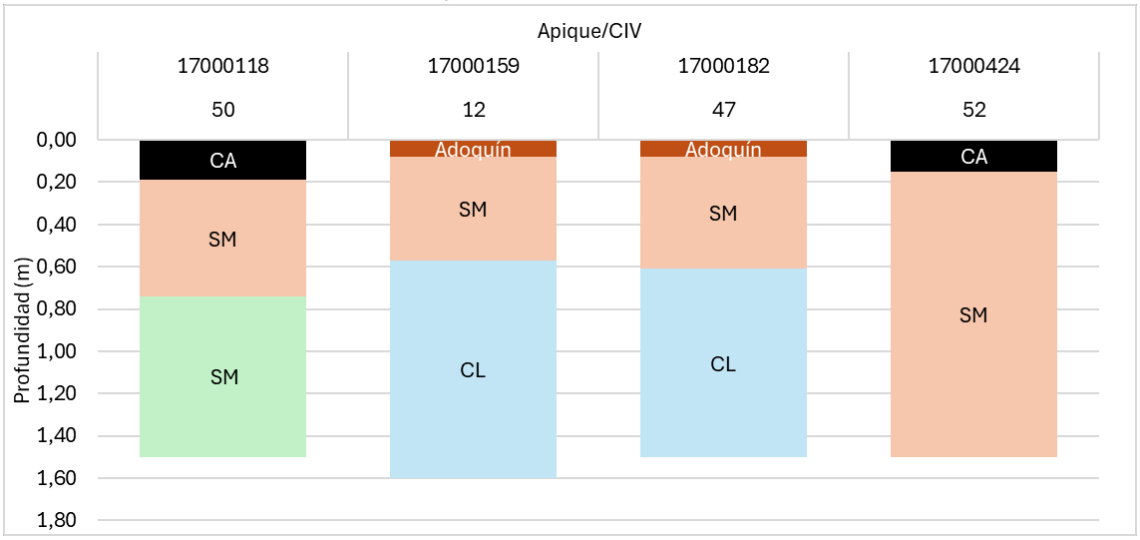
Tabla 5 resultados de resistencia/soporte (CBR y parámetros PDC reportados).

Apique	CIV	Muestra	Prof. Desde (m)	Prof. Hasta (m)	CBR sin inmersión (%)	CBR en inmersión (%)	Expansión CBR (%)	PDC Prof (m)	PDC Z1 (mm/golpe)	CBR PDC USA Z1 (%)	CBR PDC MOPT Z1 (%)	PDC Z2 (mm/golpe)	CBR PDC USA Z2 (%)	CBR PDC MOPT Z2 (%)
12	17000159		0	0,08										
12	17000159	1	0,08	0,57										
12	17000159	2	0,57	1,6	2,7	1,4	0	0,7	94	1,8	1	27,37	7,2	5,5
47	17000182		0	0,08										
47	17000182	1	0,08	0,61										
47	17000182	2)	0,61	1,5	3,9	2,5	0	0,61	54	3,4	2,1	30,45	6,4	4,7
50	17000118		0	0,19										
50	17000118	1	0,19	0,74				0,74	25,33	7,8	6,1			
50	17000118	2	0,74	1,5				0,74	25,33	7,8	6,1			
52	17000424		0	0,15										
52	17000424	1	0,15	1,5				0,46	57,5	3,1	2			

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

En figura siguiente se muestran los materiales y espesores encontrados en cada uno de los apiques encontrados.

Figura 7 Perfiles encontrados



Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

De acuerdo con lo anterior, se puede plantear a nivel general lo siguiente:

- **CIV 17000159:** Se identificó adoquín sobre una arena limosa (SM, finos no plásticos) y, a mayor profundidad, una arcilla de baja compresibilidad (CL) con LL=48% e IP=22%. Los CBR reportados son bajos, lo que sugiere soporte limitado de subrasante.

- **CIV 17000182:** Se encontró adoquín sobre un relleno granular fino (SM) y subrasante correspondiente a arcilla (CL) con LL=46% e IP=25% y alto contenido de finos. Los CBR reportados son bajos, confirmando una subrasante de baja capacidad portante.

- **CIV 17000118:** Se identificó carpeta asfáltica sobre rellenos granulares finos (SM), con finos altos y humedades cercanas al 9%. No se reportó CBR por falta de muestra inalterada; la resistencia se complementa con resultados PDC.

- **CIV 17000424:** Aunque el tramo es predominantemente de pavimento rígido, el apique se ejecutó sobre una reparación localizada tipo parche en mezcla asfáltica; por ello, el registro de carpeta asfáltica corresponde únicamente al punto intervenido. Bajo dicha reparación se identificó material granular fino (SM, w=8%). No se obtuvo muestra inalterada para CBR; el soporte se estimó mediante PDC.

9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO

Para el análisis de los cinco (5) tramos incluidos en este documento se realizó la caracterización de tránsito con base en la información disponible en los diseños de referencia, la cual fue actualizada al año vigente para asegurar consistencia con las condiciones actuales de operación y demanda vehicular. Esta actualización se emplea como insumo para el diagnóstico y para el dimensionamiento de las alternativas de intervención definidas para cada tramo.

Adicionalmente, considerando que la información deflectométrica empleada para la verificación estructural fue tomada en un año anterior al presente diagnóstico, se incorporó el efecto del tránsito ocurrido entre la fecha de medición y la fecha actual. En la práctica, esto se abordó como una actualización del acumulado de tránsito (años adicionales de servicio), de manera que la evaluación no represente una condición no actualizada del pavimento, sino que incluya el desgaste y deterioro esperable durante el periodo transcurrido desde la toma de deflexiones hasta la fecha de actualización.

A continuación, se presenta el listado con los resultados de TPD (Tránsito Promedio Diario) adoptados para cada uno de los tramos analizados, los cuales sirven como base para los cálculos y comparaciones presentados en los capítulos posteriores.

Tabla 6 TPD Carrera 1

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real										
0	2023	1.074		6	28	6					1.114
0	2024	1.094		6	30	6					1.136
0	2025	1.113		6	33	7					1.159
1	2026	1.144		6	35	7					1.192
2	2027	1.176		6	37	8					1.227
3	2028	1.209		6	40	8					1.263
4	2029	1.243		6	42	9					1.300
5	2030	1.278		6	45	10					1.339
6	2031	1.315		6	48	11					1.380
7	2032	1.352		6	50	11					1.419
8	2033	1.391		6	53	12					1.462
9	2034	1.431		6	56	13					1.506
10	2035	1.472		6	60	13					1.551
11	2036	1.514		6	63	14					1.597
12	2037	1.557		6	67	15					1.645
13	2038	1.601		6	71	16					1.694
14	2039	1.647		6	75	17					1.745
15	2040	1.694		6	79	18					1.797
16	2041	1.743		6	84	19					1.852
17	2042	1.793		6	88	20					1.907
18	2043	1.844		6	94	21					1.965
19	2044	1.895		6	97	22					2.020
20	2045	1947		6	100	23					2.076

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 7 TPD Calle 12

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real										
0	2023	3.686	8	8	87	33	5				3.827
0	2024	3.753	8	8	94	36	5				3.904
0	2025	3.821	8	8	102	39	6				3.984
1	2026	3.928	8	8	109	42	6				4.101
2	2027	4.038	8	8	116	44	7				4.221

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real										
3	2028	4.151	8	8	123	47	7				4.344
4	2029	4.267	8	8	131	50	8				4.472
5	2030	4.387	8	8	139	53	8				4.603
6	2031	4.512	8	8	147	56	8				4.739
7	2032	4.642	8	8	156	59	9				4.882
8	2033	4.774	8	8	165	63	9				5.027
9	2034	4.901	8	8	175	67	10				5.169
10	2035	5031	8	8	186	71	11				5.315
11	2036	5.164	8	8	198	75	12				5.465
12	2037	5.301	8	8	210	80	13				5.620
13	2038	5.442	8	8	223	85	14				5.780
14	2039	5.586	8	8	237	90	15				5.944
15	2040	5.734	8	8	252	96	16				6.114
16	2041	5.886	8	8	268	102	17				6.289
17	2042	6.042	8	8	285	108	18				6.469
18	2043	6.202	8	8	303	115	19				6.655
19	2044	6.367	8	8	322	122	20				6.847
20	2045	6536	8	8	342	130	21				7.045

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 8 TPD Calle 12c

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	1.308	53	6	2	87	30	5				1.491
0	2024	1.332	53	6	2	94	32	5				1.524
0	2025	1.356	54	6	2	102	35	6				1.561
1	2026	1.394	54	6	2	109	37	6				1.608
2	2027	1.433	55	6	2	116	40	7				1.659
3	2028	1.473	55	6	2	123	42	7				1.708
4	2029	1.514	56	6	2	131	45	8				1.762
5	2030	1.557	56	6	2	139	48	8				1.816
6	2031	1.602	56	6	2	147	51	8				1.872
7	2032	1.647	56	6	2	156	54	9				1.930
8	2033	1.694	56	6	2	165	57	9				1.989
9	2034	1.739	56	6	2	175	61	10				2.049
10	2035	1785	56	6	2	186	65	11				2.111
11	2036	1.832	56	6	2	198	69	12				2.175
12	2037	1.881	56	6	2	210	73	13				2.241
13	2038	1.931	56	6	2	223	78	14				2.310
14	2039	1.982	56	6	2	237	83	15				2.381
15	2040	2.035	56	6	2	252	88	16				2.455
16	2041	2.089	56	6	2	268	94	17				2.532
17	2042	2.144	56	6	2	285	100	18				2.611
18	2043	2.201	56	6	2	303	106	19				2.693
19	2044	2.259	56	6	2	322	113	20				2.778
20	2045	2319	56	6	2	342	120	21				2.866

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 9 TPD Calle 4A

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	548	4	104	34	24	3					717
0	2024	558	4	105	34	26	3					730
0	2025	568	4	105	34	28	4					743
1	2026	584	4	106	34	30	4					762

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
2	2027	600	4	107	35	32	5					783
3	2028	617	4	108	35	34	5					803
4	2029	634	4	109	35	36	5					823
5	2030	652	4	110	36	38	5					845
6	2031	671	4	110	36	40	5					866
7	2032	690	4	110	36	43	6					889
8	2033	710	4	109	36	45	6					910
9	2034	730	4	109	36	48	6					933
10	2035	751	4	109	36	50	7					957
11	2036	772	4	109	36	53	7					981
12	2037	794	4	109	36	56	7					1.006
13	2038	817	4	108	35	60	8					1.032
14	2039	840	4	108	35	63	8					1.058
15	2040	864	4	108	35	67	9					1.087
16	2041	889	4	108	35	71	9					1.116
17	2042	915	4	108	35	75	10					1.147
18	2043	941	4	107	35	79	10					1.176
19	2044	966	4	108	35	84	11					1.208
20	2045	992	4	109	35	89	12					1.241

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

A continuación, se presenta el factor de daño adoptado para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes (NEE) y, con base en este, se relaciona el NEE estimado para cada uno de los tramos analizados, el cual se emplea como insumo para la verificación estructural y el dimensionamiento de las alternativas de intervención.

Tabla 10 Factores daño empleados

	LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6
FDV - Flexible	-	3,92	0,78	3,92	0,31	3,57	5,31	5,39	8,77	6,50
FDV – Rígido	-	4,40	0,73	4,40	0,26	4,04	9,36	9,85	16,00	12,08

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 11 NESE Carrera 1

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES										DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES								NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6				
0	2023	-	1.708	3.168	7.818	-	-	-	-	12.695	12.695	-	
0	2024	-	1.708	3.395	7.818	-	-	-	-	12.921	25.616	-	
0	2025	-	1.708	3.734	9.121	-	-	-	-	14.564	40.179	-	
1	2026	-	1.708	3.960	9.121	-	-	-	-	14.790	54.969	**14.790**	**14.790**
2	2027	-	1.708	4.187	10.424	-	-	-	-	16.319	71.288	16.319	31.109
3	2028	-	1.708	4.526	10.424	-	-	-	-	16.659	87.947	16.659	47.768
4	2029	-	1.708	4.752	11.727	-	-	-	-	18.188	106.135	18.188	65.956
5	2030	-	1.708	5.092	13.031	-	-	-	-	19.830	125.965	19.830	85.786
6	2031	-	1.708	5.431	14.334	-	-	-	-	21.473	147.438	21.473	107.259
7	2032	-	1.708	5.658	14.334	-	-	-	-	21.699	169.137	21.699	128.958
8	2033	-	1.708	5.997	15.637	-	-	-	-	23.342	192.479	23.342	152.300
9	2034	-	1.708	6.336	16.940	-	-	-	-	24.984	217.463	24.984	177.284
10	**2035**	**-**	**1.708**	**6.789**	**16.940**	**-**	**-**	**-**	**-**	**25.437**	**242.900**	**25.437**	**202.721**
11	2036	-	1.708	7.128	18.243	-	-	-	-	27.079	269.980	27.079	229.800
12	2037	-	1.708	7.581	19.546	-	-	-	-	28.835	298.815	28.835	258.635
13	2038	-	1.708	8.034	20.849	-	-	-	-	30.591	329.405	30.591	289.226
14	2039	-	1.708	8.486	22.152	-	-	-	-	32.346	361.752	32.346	321.572
15	2040	-	1.708	8.939	23.455	-	-	-	-	34.102	395.853	34.102	355.674
16	2041	-	1.708	9.505	24.758	-	-	-	-	35.971	431.824	35.971	391.645

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES										DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES								NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6				
17	2042	-	1.708	9.957	26.061	-	-	-	-	37.726	469.551	37.726	429.371
18	2043	-	1.708	10.636	27.364	-	-	-	-	39.708	509.259	39.708	469.080
19	2044	-	1.708	10.976	28.667	-	-	-	-	41.351	550.610	41.351	510.431
20	**2045**	**-**	**1.708**	**11.315**	**29.970**	**-**	**-**	**-**	**-**	**42.993**	**593.603**	**42.993**	**553.424**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 12 NESE Calle 12

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES										DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES								NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6				
0	2023	467	2.278	9.844	43.001	9.691	-	-	-	65.280	65.280	-	
0	2024	467	2.278	10.636	46.910	9.691	-	-	-	69.981	135.262	-	
0	2025	467	2.278	11.541	50.819	11.629	-	-	-	76.734	211.996	-	
1	2026	467	2.278	12.333	54.728	11.629	-	-	-	81.435	293.431	**81.435**	**81.435**
2	2027	467	2.278	13.125	57.334	13.567	-	-	-	86.771	380.202	86.771	168.207
3	2028	467	2.278	13.917	61.243	13.567	-	-	-	91.473	471.675	91.473	259.679
4	2029	467	2.278	14.823	65.153	15.505	-	-	-	98.225	569.900	98.225	357.904
5	2030	467	2.278	15.728	69.062	15.505	-	-	-	103.040	672.940	103.040	460.944
6	2031	467	2.278	16.633	72.971	15.505	-	-	-	107.854	780.793	107.854	568.798
7	2032	467	2.278	17.651	76.880	17.443	-	-	-	114.720	895.513	114.720	683.517
8	2033	467	2.278	18.670	82.092	17.443	-	-	-	120.950	1.016.463	120.950	804.467
9	2034	467	2.278	19.801	87.304	19.382	-	-	-	129.232	1.145.695	129.232	933.699
10	**2035**	**467**	**2.278**	**21.046**	**92.517**	**21.320**	**-**	**-**	**-**	**137.627**	**1.283.322**	**137.627**	**1.071.326**
11	2036	467	2.278	22.404	97.729	23.258	-	-	-	146.135	1.429.457	146.135	1.217.461
12	2037	467	2.278	23.762	104.244	25.196	-	-	-	155.946	1.585.403	155.946	1.373.407
13	2038	467	2.278	25.232	110.759	27.134	-	-	-	165.871	1.751.274	165.871	1.539.278
14	2039	467	2.278	26.817	117.275	29.072	-	-	-	175.908	1.927.182	175.908	1.715.186
15	2040	467	2.278	28.514	125.093	31.010	-	-	-	187.362	2.114.544	187.362	1.902.548
16	2041	467	2.278	30.324	132.911	32.949	-	-	-	198.929	2.313.472	198.929	2.101.477
17	2042	467	2.278	32.248	140.729	34.887	-	-	-	210.609	2.524.081	210.609	2.312.085
18	2043	467	2.278	34.284	149.851	36.825	-	-	-	223.705	2.747.786	223.705	2.535.790
19	2044	467	2.278	36.434	158.972	38.763	-	-	-	236.914	2.984.700	236.914	2.772.704
20	**2045**	**467**	**2.278**	**38.697**	**169.397**	**40.701**	**-**	**-**	**-**	**251.540**	**3.236.240**	**251.540**	**3.024.244**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 13 NESE Calle 12C

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES											DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES									NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6				
0	2023	75.832	1.708	2.862	9.844	39.092	9.691	-	-	-	139.029	139.029	-	
0	2024	75.832	1.708	2.862	10.636	41.698	9.691	-	-	-	142.427	281.455	-	
0	2025	77.263	1.708	2.862	11.541	45.607	11.629	-	-	-	150.610	432.065	-	
1	2026	77.263	1.708	2.862	12.333	48.213	11.629	-	-	-	154.008	586.073	**154.008**	**154.008**
2	2027	78.694	1.708	2.862	13.125	52.122	13.567	-	-	-	162.078	748.151	162.078	316.086
3	2028	78.694	1.708	2.862	13.917	54.728	13.567	-	-	-	165.476	913.628	165.476	481.563
4	2029	80.125	1.708	2.862	14.823	58.637	15.505	-	-	-	173.660	1.087.288	173.660	655.222
5	2030	80.125	1.708	2.862	15.728	62.546	15.505	-	-	-	178.474	1.265.762	178.474	833.697
6	2031	80.125	1.708	2.862	16.633	66.456	15.505	-	-	-	183.288	1.449.050	183.288	1.016.985
7	2032	80.125	1.708	2.862	17.651	70.365	17.443	-	-	-	190.154	1.639.204	190.154	1.207.139
8	2033	80.125	1.708	2.862	18.670	74.274	17.443	-	-	-	195.082	1.834.286	195.082	1.402.221
9	2034	80.125	1.708	2.862	19.801	79.486	19.382	-	-	-	203.363	2.037.649	203.363	1.605.584
10	**2035**	**80.125**	**1.708**	**2.862**	**21.046**	**84.698**	**21.320**	**-**	**-**	**-**	**211.758**	**2.249.407**	**211.758**	**1.817.342**
11	2036	80.125	1.708	2.862	22.404	89.910	23.258	-	-	-	220.267	2.469.674	220.267	2.037.609
12	2037	80.125	1.708	2.862	23.762	95.123	25.196	-	-	-	228.775	2.698.449	228.775	2.266.384
13	2038	80.125	1.708	2.862	25.232	101.638	27.134	-	-	-	238.699	2.937.148	238.699	2.505.083

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES											DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES									NEE	NEE	NEE	NEE
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	ANUAL	Acum	ANUAL	Acum
14	2039	80.125	1.708	2.862	26.817	108.153	29.072	-	-	-	248.737	3.185.884	248.737	2.753.819
15	2040	80.125	1.708	2.862	28.514	114.668	31.010	-	-	-	258.887	3.444.771	258.887	3.012.706
16	2041	80.125	1.708	2.862	30.324	122.487	32.949	-	-	-	270.454	3.715.226	270.454	3.283.160
17	2042	80.125	1.708	2.862	32.248	130.305	34.887	-	-	-	282.134	3.997.360	282.134	3.565.294
18	2043	80.125	1.708	2.862	34.284	138.123	36.825	-	-	-	293.927	4.291.287	293.927	3.859.222
19	2044	80.125	1.708	2.862	36.434	147.245	38.763	-	-	-	307.137	4.598.423	307.137	4.166.358
20	**2045**	**80.125**	**1.708**	**2.862**	**38.697**	**156.366**	**40.701**	**-**	**-**	**-**	**320.459**	**4.918.882**	**320.459**	**4.486.817**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 14 Calle 4A

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES											DIAGNÓSTICO		DISEÑO	
AÑO		NEE ANUALES									NEE	NEE	NEE	NEE
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	ANUAL	Acum	ANUAL	Acum
0	2023	6.424	27.711	54.604	2.278	4.424	-	-	-	-	95.440	95.440	-	
0	2024	6.424	27.977	54.604	2.467	4.424	-	-	-	-	95.896	191.337	-	
0	2025	6.424	27.977	54.604	2.657	5.898	-	-	-	-	97.561	288.898	-	
1	2026	6.424	28.244	54.604	2.847	5.898	-	-	-	-	98.017	386.915	**98.017**	**98.017**
2	2027	6.424	28.510	56.210	3.037	7.373	-	-	-	-	101.554	488.469	101.554	199.571
3	2028	6.424	28.777	56.210	3.227	7.373	-	-	-	-	102.010	590.479	102.010	301.581
4	2029	6.424	29.043	56.210	3.416	7.373	-	-	-	-	102.466	692.945	102.466	404.048
5	2030	6.424	29.310	57.816	3.606	7.373	-	-	-	-	104.529	797.474	104.529	508.576
6	2031	6.424	29.310	57.816	3.796	7.373	-	-	-	-	104.719	902.192	104.719	613.295
7	2032	6.424	29.310	57.816	4.081	8.848	-	-	-	-	106.478	1.008.670	106.478	719.773
8	2033	6.424	29.043	57.816	4.271	8.848	-	-	-	-	106.401	1.115.071	106.401	826.174
9	2034	6.424	29.043	57.816	4.555	8.848	-	-	-	-	106.686	1.221.757	106.686	932.860
10	**2035**	**6.424**	**29.043**	**57.816**	**4.745**	**10.322**	**-**	**-**	**-**	**-**	**108.350**	**1.330.107**	**108.350**	**1.041.210**
11	2036	6.424	29.043	57.816	5.030	10.322	-	-	-	-	108.635	1.438.742	108.635	1.149.845
12	2037	6.424	29.043	57.816	5.314	10.322	-	-	-	-	108.920	1.547.662	108.920	1.258.765
13	2038	6.424	28.777	56.210	5.694	11.797	-	-	-	-	108.901	1.656.563	108.901	1.367.666
14	2039	6.424	28.777	56.210	5.979	11.797	-	-	-	-	109.186	1.765.750	109.186	1.476.852
15	2040	6.424	28.777	56.210	6.358	13.271	-	-	-	-	111.040	1.876.790	111.040	1.587.892
16	2041	6.424	28.777	56.210	6.738	13.271	-	-	-	-	111.420	1.988.210	111.420	1.699.312
17	2042	6.424	28.777	56.210	7.118	14.746	-	-	-	-	113.274	2.101.484	113.274	1.812.586
18	2043	6.424	28.510	56.210	7.497	14.746	-	-	-	-	113.387	2.214.871	113.387	1.925.974
19	2044	6.424	28.777	56.210	7.972	16.221	-	-	-	-	115.603	2.330.474	115.603	2.041.576
20	**2045**	**6.424**	**29.043**	**56.210**	**8.446**	**17.695**	**-**	**-**	**-**	**-**	**117.818**	**2.448.292**	**117.818**	**2.159.395**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Para los tramos que serán diseñados en concreto hidráulico, el análisis de tránsito se realizará empleando espectros de carga (en sustitución del tránsito resumido por ejes equivalentes), dado que este enfoque representa de forma más realista la distribución de pesos por tipo de eje y su efecto sobre el desempeño del pavimento rígido.

En consecuencia, a continuación, se presentan los espectros de carga adoptados para cada uno de los tramos objeto de diseño en concreto hidráulico, correspondientes a los siguientes segmentos:

- **CIV 17000424 (PK_ID 189820)** – Reconstrucción (material actual: rígido).
- **CIV 17000182 (PK_ID 189589)** – Reconstrucción en pavimento rígido (material actual: adoquín).
- **CIV 17000168 (PK_ID 189590)** – Reconstrucción en pavimento rígido (material actual: adoquín).
- **CIV 17000159 (PK_ID 189591)** – Reconstrucción en pavimento rígido (material actual: adoquín)

Tabla 15 Espectro de carga carrera 1 CIV 17000182, 17000168, 17000159

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2,5	6,6	-	-	501.875	-	-	-	-	-	501.875
	3,5	6,6	-	50.370	-	-	-	-	-	-	50.370
	5	6,6	-	-	-	111.690	-	-	-	-	111.690
	6	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Simple rueda doble	5	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	8,2	-	-	501.875	-	-	-	-	-	501.875
	7,5	8,2	-	50.370	-	-	-	-	-	-	50.370
	10	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	8,2	-	-	-	111.690	-	-	-	-	111.690
	12	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tándem	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21,5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tridem	23,5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 16 Espectro de carga carrera 4 a CIV 17000424

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2,5	6,6	-	-	-	427,415	-	-	-	-	427,415
	3,5	6,6	-	905,200	-	-	-	-	-	-	905,200
	5	6,6	-	-	-	-	56,575	-	-	-	56,575
	6	6,6	33,580	-	295,285	-	-	-	-	-	328,865
Simple rueda doble	5	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	8,2	-	-	-	427,415	-	-	-	-	427,415
	7,5	8,2	-	905,200	-	-	-	-	-	-	905,200
	10	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	8,2	33,580	-	295,285	-	56,575	-	-	-	385,440
	12	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tándem	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21,5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tridem	23,5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Basados en los resultados planteados en los cuadros anteriores se realizan los análisis de la siguiente manera:

- Diagnóstico del pavimento a 3 años (2026-2028).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento flexible a 10 años (2026-2035).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento rígidos a 20 años (2026-2045).

10 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES

La evaluación estructural del tramo con pavimento flexible se desarrolló siguiendo los lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014). El objetivo es integrar la condición superficial (PCI) con la capacidad estructural del pavimento para definir la clase del tramo y, a partir de esta, la estrategia de conservación.

De los cinco (5) tramos evaluados en el presente informe, uno (1) corresponde a pavimento flexible, correspondiente al CIV 17000118 – PK_ID 189762 (Calle 12 entre Carrera 6 y Carrera 7). Para este tramo se realizó la verificación estructural mediante número estructural (SN) e índice estructural (Ie) para el horizonte de diagnóstico de tres (3) años, integrando el resultado con el PCI.

Insumos y horizonte de diagnóstico

Para el diagnóstico se adoptó un período de análisis de 3 años, para el cual se proyectó el tránsito en términos de Número de Ejes Equivalentes (NEE). Con la información deflectométrica disponible se estimó el Número Estructural efectivo (SN eff) y, con el tránsito proyectado y los parámetros de confiabilidad adoptados, se determinó el Número Estructural requerido (SN req). La comparación entre capacidad y demanda se resume en el índice estructural:

$$Ie = SN\ eff - SN\ req$$

Con el valor de Ie se asigna el código estructural, y con el PCI y el Ie se obtiene la calificación de condición (color). A partir del color se asigna el código superficial. Finalmente, la combinación de ambos códigos define la clase del tramo, la cual se asocia con la estrategia de conservación. A continuación, se muestra la matriz que relaciona las diferentes consideraciones del IDU empleadas para esta clasificación.

Tabla 17 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
Ie< 0.7	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-55	C	4C	Rojo	Reconstrucción
		56-85	B	4B	Rojo	Reconstrucción
		86-100	A	4A	Verde	Postergar la intervención
0.7≤ Ie< 0.9	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-55	C	3C	Naranja	Rehabilitación
		56-85	B	3B	Naranja	Rehabilitación
		86-100	A	3A	Verde	Postergar la intervención
0.9≤ Ie< 1.0	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	2C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	2B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario
Ie≥ 1.0	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	1C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	1B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

Para la verificación del valor del índice estructural, se ha tomado como referencia la información de las mediciones de deflectometría del informe de diagnóstico de 2023-2024 y la metodología AASHTO-93, según las recomendaciones del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014).

A continuación, se describen los cálculos realizados para llegar a la estimación del índice estructural Ie:

10.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante

El módulo resiliente de la subrasante se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación

$$M_r = C * \frac{0.24\,P}{D_r * r}$$

En donde:

C: Factor de ajuste
P: carga aplicada, libras
Dr: deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, pulgadas
R: distancia desde el centro del plato de carga, pulgadas

Así mismo, en función de lo propuesto por Darter, la deflexión empelada para el cálculo del módulo de la subrasante debe ser medida a una distancia tal que se garantice el cumplimiento de la siguiente relación.

$$r \geq 0.7 a_e$$

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{Ep}{M_R}} \right)^2}$$

En dónde:

a_e: Radio del bulbo de esfuerzos en la interfaz pavimento-subrasante, pulgadas.
a: Radio del plato de carga del deflectómetro, pulgadas.
D: Espesor de la estructura de pavimento, pulgadas.
Ep: Módulo efectivo de todas las capas del pavimento, PSI
MR: Módulo resiliente de la subrasante, PSI.

El módulo obtenido mediante la medición de deflexiones debe ser ajustado por un coeficiente C, de acuerdo con las siguientes condiciones.

- ✓ Inicialmente, de acuerdo con lo establecido en la guía AASHTO 93, los módulos de la subrasante deben ser ajustados por un coeficiente C de **0,33**.

- ✓ Si se tiene un espesor total de estructura superior a **0,8 m**, se consideraría el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como un mejoramiento. En tal caso, se deberá usar un coeficiente C de **0,5**.

10.1.2 Módulo ponderado del pavimento

A partir del valor del módulo resiliente de la subrasante ya corregido, se puede determinar el módulo ponderado del pavimento por iteración, mediante la siguiente expresión:

$$D_0 = 1.5 \cdot p \cdot a \cdot \left[\frac{1}{E_0 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_0}} \right)}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right)}{E_p} \right]$$

En donde:

D_0: Deflexión central corregida por carga y temperatura (mm).
p: Presión aplicada por la carga (MPa).
a: Radio del plato de carga (mm).
E_0: Módulo resiliente de la subrasante (MPa).
Ep: Módulo del pavimento (MPa).
D: Espesor del pavimento (mm).

10.1.3 Número estructural efectivo (SN eff)

Para calcular el número estructural efectivo, se emplea la siguiente expresión:

$$SN_{eff} = 0.0045 \cdot D \cdot \sqrt[3]{E_p}$$

En donde:

SN_{eff}: Número estructural efectivo.
D: Espesor del pavimento, pulgadas
Ep: Módulo del pavimento, PSI

Los parámetros estructurales característicos para el diseño de las intervenciones serán calculados como el promedio de las muestras recopiladas a lo largo de cada sector homogéneo de diseño.

10.1.4 Número estructural requerido (SN req)

El número estructural requerido (SN_{req}) corresponde a la capacidad estructural necesaria para que una estructura de pavimento pueda soportar las solicitaciones de carga, en términos de número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo determinado. El número estructural requerido (SN_{req}) se calcula siguiendo la metodología AASHTO con la siguiente ecuación para pavimentos asfálticos:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 2.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

En donde:

W18: Número de ejes equivalentes, proyectado a un periodo de 3 años.
ZR: Desviación normal estándar.
S0: Error estándar combinado.
ΔPSI: Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final.

Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.
SN: Número estructural requerido.

Para el cálculo se debe emplear las siguientes constantes estadísticas y de serviciabilidad.

Tabla 18 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles

Confiabilidad		Índice de Servicio Inicial	Índice de Servicio Final	Error estándar combinado
Tipo de Vía	R	Po	Pt	So
Troncal	95%	4.2	2.5	0.49
Arterial	90%			
Intermedia	85%			
Local	80%			
Rural	85%			

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU y la Guía para diseño de estructuras de pavimentos AASHTO-93).

10.1.5 Índice Estructural (Ie)

El índice estructural de cada segmento vial será redondeado al múltiplo inferior de una décima, y calculado mediante la siguiente relación:

$$I_e = \frac{SN_{eff}}{SN}$$

En función del Ie obtenido se puede asignar un código de preclasificación estructural a cada segmento, tomando como referencia la siguiente tabla.

Tabla 19 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural

Índice Estructural	Ie<0.7	0.7≤Ie<0.9	0.9≤Ie<1.0	Ie≥1.0
Código	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

10.1.6 Resultados de verificación estructural y validación de condición global del pavimento

De acuerdo con la información base de deflectometría, se realiza el análisis de parámetros estructurales AASHTO y se valida la condición global para el CIV 17000118. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el tramo en pavimento flexible:

Tabla 20 Resultados análisis estructural por metodología AASHTO

Abscisa Inicial	Parámetros Cualitativos					Espesores		Parámetros AASHTO			SN Req.	Verificación de vida residual por AASHTO		
	D0 (µm)	D180 (µm)	ICB (µm)	ICM (µm)	ICI (µm)	CA (cm)	MG (cm)	Mr (Mpa)	Ep (Mpa)	SN	Tránsito Diseño	SN Req.	IE	Refuerzo teórico (cm)
17000118	149	29	35	29	18	19.0	51.0	94	1364	7.2	471,675	2.3	3.14	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar, para el nivel de tránsito tan bajo proyectado a nivel diagnóstico (a 3 años) para el CIV 17000118, el número estructural requerido es de apenas 2.3, mientras que el número estructural que aporta la estructura es de 7.2, por lo que el índice estructural es por mucho superior a 1.0. Lo que deja en evidencia que dicho tramo no requiere de una intervención a nivel estructural que posibilite mejorar la capacidad portante de la estructura de pavimento existente.

A nivel de diagnóstico, y tomando como referencia la matriz de evaluación de la condición global del pavimento, se establece que la estrategia de intervención se define a partir del cruce entre la condición funcional, representada por los resultados de la evaluación superficial mediante el índice PCI, y la condición estructural, previamente analizada. La integración de ambos criterios permite clasificar la estructura del pavimento dentro de la clase 1C, lo cual indica que el pavimento presenta un desempeño estructural adecuado y que los deterioros identificados son predominantemente de carácter superficial. En este sentido, desde el punto de vista estructural no se requieren intervenciones mayores, recomendándose la implementación de una estrategia de conservación, orientada principalmente a la ejecución de actividades de mantenimiento periódico, con el fin de preservar la condición actual del pavimento y prevenir la evolución prematura de los deterioros existentes.

Tabla 21 Resumen del Diagnóstico

PRIORIDAD	CIV	TIPO 2023	VERIFICACIÓN DE DIAGNÓSTICO 2026										
			PCI Parcial 2026	PCI CIV 2026	Calificación	NEE (3 años)	Conf (%)	SN eff	SN Req	Ie	Código Estructural	Clase	Estrategia de Conservación
1	17000118	FLEXIBLE	23 67	32	C	471.675	85%	7,2	2,3	3,1	1	1C	Mantenimiento Periódico

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

10.2 ALTERNATIVA RECOMENDADA PARA LOS TRAMOS FLEXIBLES

De acuerdo con la matriz de decisión del IDU, el tramo se clasifica para mantenimiento periódico, considerando que la verificación estructural por metodología AASHTO indica una capacidad adecuada frente al tránsito considerado para el periodo de diagnóstico de 3 años. Sin embargo, el PCI es bajo debido a la alta densidad de deterioros, por lo que se requiere una intervención que recupere la condición funcional.

Para llegar a la definición de la actividad de intervención recomendada, se realiza primero la verificación de los análisis con metodología mecanicista siguiendo los siguientes pasos intermedios:

1. Análisis de módulos de cada una de las capas que componen el paquete estructural, de modo que se pueda validar la capacidad de soporte que aporta cada una a la estructura.
2. Evaluación de criterios de fatiga y ahuellamiento según metodología mecanicista, empleando como referencia la ley de la Shell como se verá en la descripción más adelante.
3. Análisis de vida residual del pavimento tomando como referencia tránsito proyectado.

El detalle de la metodología se describe a continuación:

10.2.1 Análisis de módulos

La estimación de los módulos elásticos de las capas que conforman la estructura del pavimento flexible se realiza mediante un procedimiento de retrocálculo de cuencos de deflexión, el cual considera tanto la geometría de la estructura como la respuesta mecánica registrada durante las mediciones de deflexión en campo. Este enfoque permite representar de manera adecuada el comportamiento estructural del pavimento bajo las condiciones actuales de servicio.

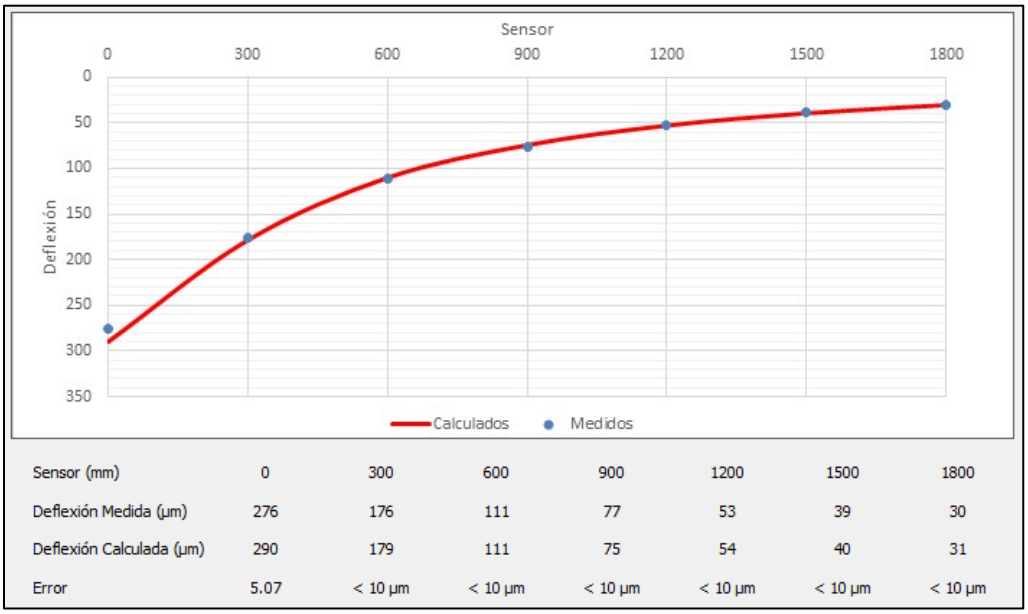
El procedimiento inicia con la definición de los parámetros base del modelo, que incluyen los espesores de las capas, valores típicos del coeficiente de Poisson según el tipo de material, las presiones aplicadas por el equipo de deflectometría y las deflexiones medidas en cada uno de los sensores. Adicionalmente, se establecen rangos de variación para los módulos de elasticidad de cada capa, con el fin de restringir el proceso iterativo a valores físicamente representativos y consistentes con el tipo de material evaluado.

Para el pavimento flexible se consideran rangos de módulos semilla entre 750 y 5.000 MPa para la carpeta asfáltica, entre 80 y 500 MPa para las capas granulares y entre 40 y 300 MPa para la subrasante, definidos con base en criterios técnicos y resultados obtenidos mediante metodologías de referencia. Estos rangos pueden ajustarse en función de las características particulares de los materiales y de las condiciones ambientales del proyecto.

Una vez definidos los parámetros iniciales, se ejecuta el proceso iterativo de retrocálculo hasta lograr un ajuste adecuado entre el cuenco teórico y las deflexiones medidas en campo, obteniendo así valores representativos de los módulos elásticos de la estructura, los cuales constituyen un insumo fundamental para la evaluación de la capacidad estructural y el análisis de la vida residual del pavimento.

En la siguiente figura se puede validar un ejemplo del proyecto con las deflexiones medidas (puntos azules) y las calculadas (línea roja) para cada sensor, de modo que al lograr esa correlación se obtengan los módulos representativos de las capas del pavimento:

Figura 8 Retrocálculo de módulos



Sensor (mm)	0	300	600	900	1200	1500	1800
Deflexión Medida (µm)	276	176	111	77	53	39	30
Deflexión Calculada (µm)	290	179	111	75	54	40	31
Error	5.07	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en este proceso se deben ajustar según las consideraciones de cada capa. Teniendo en cuenta la sensibilidad del módulo del concreto asfáltico ante las condiciones de temperatura, los valores de este parámetro han sido ajustados por medio de la siguiente expresión:

$$FA=10^{-0.0195(Tr-Tm)}$$

Donde:

FA : Factor de ajuste del módulo del concreto asfaltico por temperatura.
Tr : Temperatura de trabajo de la mezcla, ºC.
Tm : Temperatura de ensayo, ºC.

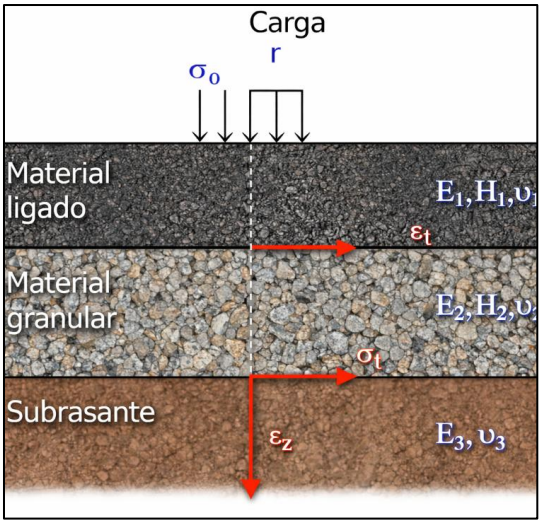
Con respecto a los resultados, los módulos de la carpeta asfáltica fueron afectados por el factor de ajuste (FA), mientras que los módulos obtenidos de subrasante se afectan por el factor de corrección C = 0.50, de acuerdo con las consideraciones de la normativa AASHTO, recomendaciones IDU y tipo de material relacionado en los anexos de los apiques del informe de diagnóstico de 2023-2024; en cuanto a los módulos del material granular se considera un factor de corrección de 0.62 y de la misma manera, los resultados obtenidos fueron limitados a un valor de 250 MPa. Se estima el factor de corrección de la carpeta asfáltica a partir de la temperatura media del pavimento al momento de la medición y la temperatura de la mezcla estimada en función de la temperatura del aire al momento de la medición.

10.2.2 Evaluación del pavimento según metodología mecanicista

Esta metodología emplea propiedades físicas fundamentales de los materiales y se basa en un modelo teórico para el cálculo de esfuerzos, deformaciones y deflexiones elásticas, con el objetivo de predecir la respuesta del pavimento causada por una carga estándar aplicada.

Los criterios de diseño evaluados se muestran en la siguiente Figura 9.

Figura 9. Parámetros empleados en el modelo mecanicista



Fuente: Elaboración propia.

- **Deformación permanente**: La cual limita la deformación por compresión en la subrasante (εz) y el esfuerzo máximo de compresión sobre ésta (σz).

- **Fatiga de las capas asfálticas**: Fundamentada en la limitación del grado de deformación por tensión en la base de la capa de concreto asfáltico (εt).

Una vez se conocen los módulos de las capas que conforman la estructura del pavimento, se procede a modelar dicha estructura, para predecir las deformaciones y esfuerzos de las diferentes capas, para lo cual, se empleó la hoja de cálculo de OpenPave, que emplea un modelo elástico, multicapa y acepta hasta 10 diferentes modos de carga en la dirección vertical y también en la dirección horizontal. El estado de la interfaz entre las capas también puede ser definido, siendo este normalmente asumido como ligado.

Para la determinación de la vida residual teórica, de acuerdo con el criterio de fatiga en las capas asfálticas, se ha empleado el criterio de la Shell.

❖ Criterio de agrietamiento por fatiga según Shell

La deformación por tensión en la base y en la superficie de la carpeta asfáltica, es usada para determinar la vida residual teórica en función del tránsito que producirá tal deformación. Dicho valor de tránsito es comparado con el tránsito de diseño proyectado al último año en el periodo de diseño.

Ley de Shell:

$$\varepsilon_t = (0.856 V_b + 1.08) E_1^{-0.36} \left(\frac{N_{dis}}{K}\right)^{-0.2}$$

Dónde:

ε_t: Deformación máxima a compresión bajo las capas asfálticas (Strain)
Vb: Volumen de asfalto de la mezcla (%)
E_1: Modulo dinámico de la mezcla asfáltica (N/m^2)
N_{dis}: Ejes equivalentes de 8.2 Ton para el periodo de diseño
K: Coeficiente de Calage (3.3), correspondiente a una confiabilidad del 85%.

De la expresión anterior, si se despeja el valor de los Ejes equivalentes de 8.2 Ton, para determinado valor de deformación por tracción (ε_t), se obtendrá el número de repeticiones admisibles teóricas que el paquete estructural considerado puede soportar.

❖ Criterio de deformación permanente sobre la subrasante

El ahuellamiento está relacionado con la capacidad de la estructura para soportar los esfuerzos y deformaciones generadas en el suelo de subrasante por las cargas del tránsito; al controlar el ahuellamiento, se evita la falla estructural por acumulación de deformaciones.

- Deformación Vertical por Compresión

La deformación y el esfuerzo a compresión sobre la subrasante, obtenidos de la modelación mediante OpenPave, se emplean para determinar la vida residual teórica por este criterio. De manera que, para el control del ahuellamiento, dicho valor de tránsito es comparado con el de diseño.

Existen funciones de transferencia para el criterio de falla por ahuellamiento que no controlan el fenómeno con la deformación unitaria por compresión, sino a través del esfuerzo vertical por compresión (σz) en la superficie de la subrasante.

De acuerdo con Shell, la relación entre la deformación por compresión y las repeticiones, para una confiabilidad del 85%, está dada por:

$$N = \left(\frac{0.021}{e_z}\right)^4$$

Dónde:

εz : Deformación unitaria vertical en la superficie de la subrasante, strain
N : Número de ejes equivalentes de 8.2 t

- Esfuerzo de Compresión

Se evaluó adicionalmente el ahuellamiento teniendo en cuenta el esfuerzo vertical de compresión sobre la subrasante para lo cual se propone la utilización del criterio de Dormon-Prerhoven, quienes lo expresan de la siguiente manera:

$$s_z = \frac{0.007 \times E_{SBR}}{1 + 0.7 \log N}$$

Dónde:

σ_z : Esfuerzo máximo de compresión sobre la subrasante, MPa
E_{SBR} : Módulo de la subrasante, MPa
N : Número de ejes equivalentes de 8.2 t

Es importante tener en cuenta que, el valor del factor de deterioro para el cálculo de las solicitaciones de ejes equivalentes admisibles en el factor de fatiga por tracción se establece de acuerdo con el porcentaje de afectación por fisuras.

10.2.3 Resultados del análisis del pavimento según metodología mecanicista

Los resultados del análisis del pavimento por metodología mecanicista se comparten a continuación:

Tabla 22 Resultados análisis estructural por metodología mecanicista

CIV	NEE proyectado a 10 años	Espesores (cm)			Módulos Ajustados y Limitados (MPa)			Estructura Existente			Ejes Equivalentes Admisibles			Verificación de Consumos			Año Vida Residual
								Deformaciones (µstrain)		Esfuerzo SR (MPa)	Criterio Fatiga	Criterio Ahuella/to					
		CA	MG	Total	CA	BG	SR	Tracción CA	Compresión		Shell	Shell	Esfuerzo (MPa)	Fatiga CA	Ahuella/to Shell	Esfuerzo	
17000118	1,071,326	19	51	70	1715	250	100	175	178	0.0186	5.783E+07	8.201E+07	1.823E+08	2%	1%	14%	>10

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los resultados obtenidos reflejan el comportamiento estructural del pavimento bajo las condiciones de carga actuales, permitiendo identificar los niveles de deterioro en términos de vida residual y consumos de fatiga y ahuellamiento. Así mismo, la modelación sugiere que, en general, el pavimento existente presenta vida residual teórica adecuada para soportar las cargas del tráfico, ante los modos de falla de fatiga de la capa asfáltica y deformación a compresión en subrasante.

10.2.4 Recomendaciones de intervención

Dado que la evaluación estructural del CIV, realizada tanto mediante la metodología AASHTO como a través del análisis mecanicista, indica que la estructura del pavimento presenta una capacidad portante adecuada y que los módulos de los materiales remanentes se encuentran dentro de rangos aceptables, no se identifican deficiencias de carácter estructural que justifiquen una intervención mayor. No obstante, el bajo valor del índice PCI (PCI = 32) evidencia un nivel significativo de deterioro superficial, asociado principalmente a daños de la carpeta asfáltica, lo cual condiciona la necesidad de intervención desde el punto de vista funcional.

En atención al tipo, severidad y extensión de los deterioros observados, no se considera técnicamente recomendable la aplicación de soluciones superficiales de conservación. En su lugar, se propone una estrategia de fresado y reposición de la carpeta asfáltica en el mismo espesor, con el objetivo de mantener las condiciones actuales de rodadura, las cotas de rasante y las pendientes del segmento intervenido. Esta alternativa es coherente con los

resultados del análisis mecanicista, en la medida en que el reemplazo parcial de la carpeta por mezcla asfáltica nueva permite mejorar el desempeño funcional del pavimento sin comprometer su comportamiento estructural. Como criterio mínimo de intervención, se recomienda un espesor de reposición no inferior a 12 cm, el cual deberá ajustarse en función de las condiciones particulares que se evidencien durante la ejecución.

Adicionalmente, y en concordancia con la recomendación formulada en el estudio previo, se considera técnicamente conveniente mantener la instalación de una geomalla biaxial como parte de la solución de intervención propuesta. Esta medida tiene como objetivo principal mitigar el riesgo de reflexión de fisuras en aquellos sectores donde los deterioros existentes puedan extenderse por debajo del espesor de fresado previsto. La incorporación de la geomalla permite controlar la propagación de fisuración hacia la nueva carpeta asfáltica, mejorando el desempeño a mediano plazo de la intervención, sin modificar de manera significativa la respuesta estructural del pavimento, la cual ha sido verificada como adecuada mediante los análisis AASHTO y mecanicistas. En este sentido, la aplicación de la geomalla se plantea como una medida preventiva y complementaria, coherente con las condiciones observadas y orientada a preservar la funcionalidad del pavimento intervenido.

11 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO RÍGIDO Y ARTICULADO

Según la información recopilada en los estudios previos suministrados, para los segmentos en pavimento rígido y pavimento articulado evaluados en el presente informe se dispone de información geotécnica correspondiente al año 2023, con excepción del CIV 17000168, para el cual no se cuenta con dicha verificación. En relación con los ensayos de deflectometría, no se dispone de resultados para los sectores construidos en pavimento articulado, mientras que para el CIV 17000424 se realizó la evaluación de transferencia de carga y comportamiento en centro de losa, a partir de la cual se estimó un módulo de reacción del sistema de 41 MPa/m, conforme a lo reportado en el informe de diagnóstico elaborado por SAICON Ingeniería en 2023-2024.

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que estos segmentos fueron clasificados en el estudio 2023–2024 como CIV que requieren una intervención tipo rehabilitación, en el presente capítulo se desarrollan las verificaciones estructurales correspondientes a las alternativas de rehabilitación proyectadas. Estas verificaciones incluyen el análisis de las estructuras de diseño propuestas y la evaluación de al menos dos alternativas estructurales, considerando variaciones en la calidad de los materiales, con el fin de validar posibles optimizaciones en los espesores de losa a construir, manteniendo condiciones adecuadas de desempeño estructural y durabilidad.

Adicionalmente, se plantea que los sectores que actualmente cuentan con pavimento articulado sean intervenidos mediante una estructura en pavimento rígido estampado, como alternativa de rehabilitación. Esta solución permite simular funcionalmente la condición de un afirmado, pero con una mejor calidad y homogeneidad de los materiales, mayor capacidad de soporte y un comportamiento estructural más estable frente a las solicitaciones de servicio. La adopción de pavimento rígido estampado busca, además, reducir la recurrencia de intervenciones de mantenimiento, asociadas al desplazamiento, pérdida de confinamiento y deterioro progresivo característicos de los pavimentos articulados, especialmente en zonas con tránsito vehicular y cargas repetitivas.

11.1 Tramo de la Carrera 1: CIV 17000182, 17000168 y 17000159

Los tres (3) tramos analizados sobre la carrera 1, correspondientes a los CIV 17000182, 17000168 y 17000159, conforman un corredor continuo que actualmente opera con pavimento articulado y secciones cortas mixtas en pavimento rígido y flexible. Con base en la evaluación de la condición superficial y la verificación en campo, se evidencia un mal desempeño y un alto nivel de deterioro, lo cual afecta la funcionalidad y la durabilidad de la vía. En consecuencia, para mejorar la durabilidad, el desempeño estructural y la operación del corredor, se define como alternativa la reconstrucción completa y el cambio de materialidad hacia pavimento rígido, el cual podrá ser estampado para no afectar la arquitectura de la zona.

Para sustentar esta decisión, se emplea la información de exploración geotécnica disponible en el corredor, representada por dos apique: Apique 12 (CIV 17000159 – PK_ID 189591) y Apique 47 (CIV 17000182 – PK_ID 189589), los cuales se consideran representativos de las condiciones de soporte del corredor y se utilizan como base de caracterización para los tres tramos intervenidos.

En ambos casos se identifica una estructura con adoquín sobre material granular y una subrasante arcillosa (CL), lo que sugiere una capacidad de soporte limitada y sensibilidad a variaciones de humedad y posibles cambios volumétricos. Estas condiciones respaldan la adopción de una solución estructural de mayor capacidad y estabilidad, consistente con el cambio propuesto a pavimento rígido.

11.1.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k)

Para el diseño estructural se adoptó un criterio conservador, utilizando como condición representativa de soporte el CBR en inmersión. En particular, se seleccionó un CBR = 2,00 %, correspondiente al promedio de los valores

obtenidos en los apiques 12 y 47 (1,40 % y 2,50 %, respectivamente), con el fin de representar una condición de subrasante crítica asociada a variaciones de humedad.

Para estimar el módulo de reacción de la subrasante (k) a partir del CBR, se empleó la correlación:

$$K_{\{\frac{kg}{cm^3}\}} = 0.25 + 5.15\backslash log_{\{10\}(CBR)}$$

Aplicando la correlación anterior para CBR = 2,00 %, se obtiene un módulo de reacción de subrasante de:

K=[MPa/m]=17.4

Este valor representa el módulo de reacción de la subrasante (k) utilizado como referencia para la obtención del apoyo equivalente con capa granular.

Con el din de establecer escenarios en el diseño y evaluar la sensibilidad de variables se evaluaron 2 espesores de Subbase granular:

- **Escenario 1:** 15 cm de subbase granular
- **Escenario 2:** 20 cm de subbase granular

A partir de las recomendaciones PCA, se determinó el módulo de reacción equivalente del sistema subrasante + base granular (k compuesto) usando la Tabla 23 .

Tabla 23 Módulo de reacción conjunto k

k (MPa/m)	K Combinado para material granular (MPa/m)								
	100mm	150mm	200 mm	220mm	225mm	230mm	240 mm	250 mm	300mm
20	23	26	30	31,6	32	32,4	33	34	38
40	45	49	54	56	57	57,6	59	60	66
48	53	56	63	64	65	65	67	69	76
60	64	66	73	75	76	76,9	79	81	90

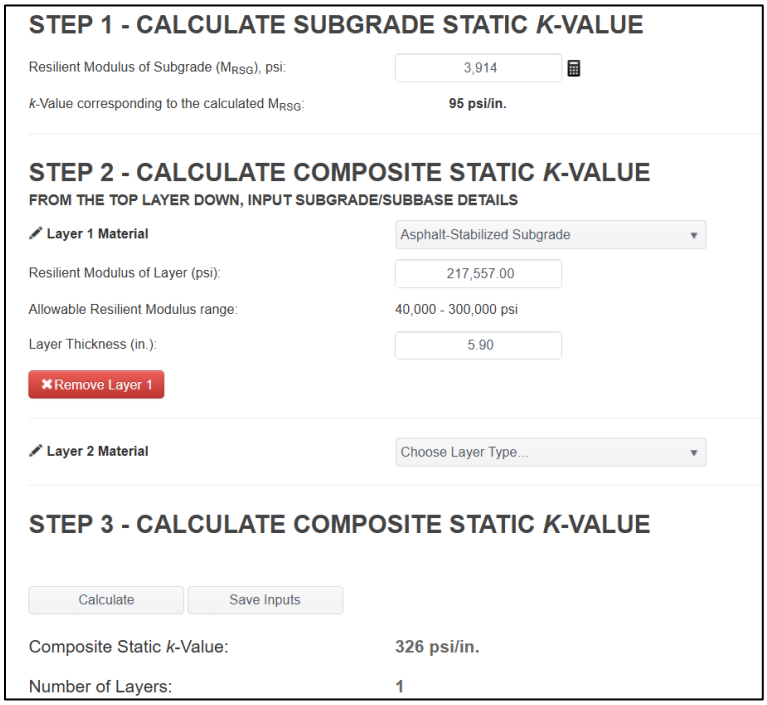
Fuente: Elaboración propia.

Con base en esta tabla anterior y realizando la interpolación correspondiente, se obtuvieron los siguientes valores de k compuesto:

- **Escenario 1 (15 cm):** k = 24,50 MPa/m
- **Escenario 2 (20 cm):** k = 28,20 MPa/m

Como complemento al cálculo del módulo de reacción equivalente (k conjunto) considerando subbase granular convencional, se evaluó una alternativa adicional con base estabilizada con asfalto (BEC) de 15 cm de espesor. Para este caso se estimó el k conjunto mediante la K-Value Calculator de la Asphalt Concrete Pavement Association (ACPA) (disponible en http://apps.acpa.org/applibrary/KValue/), adoptando un módulo teórico para la capa estabilizada de E = 1.500 MPa. Con estos supuestos, el valor obtenido de k conjunto en la superficie de apoyo fue 89,31 MPa/m.

Figura 10 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto



Fuente: Elaboración ACPA

11.1.2 Predimensionamiento por AASHTO (verificación complementaria)

Como parte del proceso se ejecutó un predimensionamiento por AASHTO como ejercicio complementario de verificación. Se aclara que este cálculo se utiliza para contrastar el orden de magnitud del espesor obtenido y no reemplaza el dimensionamiento principal del pavimento rígido, realizado mediante la metodología PCA.

Tabla 24 Datos de entrada utilizados (AASHTO)

Parámetro	Valor
Tránsito – W18	500000
k de apoyo (15 cm sub base)	24.5 MPa/m
k de apoyo (20 cm sub base)	28.2 MPa/m
Módulo elástico del concreto – Ec	27.000 MPa
Módulo de rotura – MR	4,10 MPa
Servicialidad final – Pf	4,5
Servicialidad inicial – Pi	2,5
ΔPSI	2
Coeficiente de drenaje – Cd	0,9
Confiabilidad – Zr	-0,84
Error normal combinado – So	0,35
Coeficiente de transferencia de carga – J	3,2

Fuente: Elaboración propia.

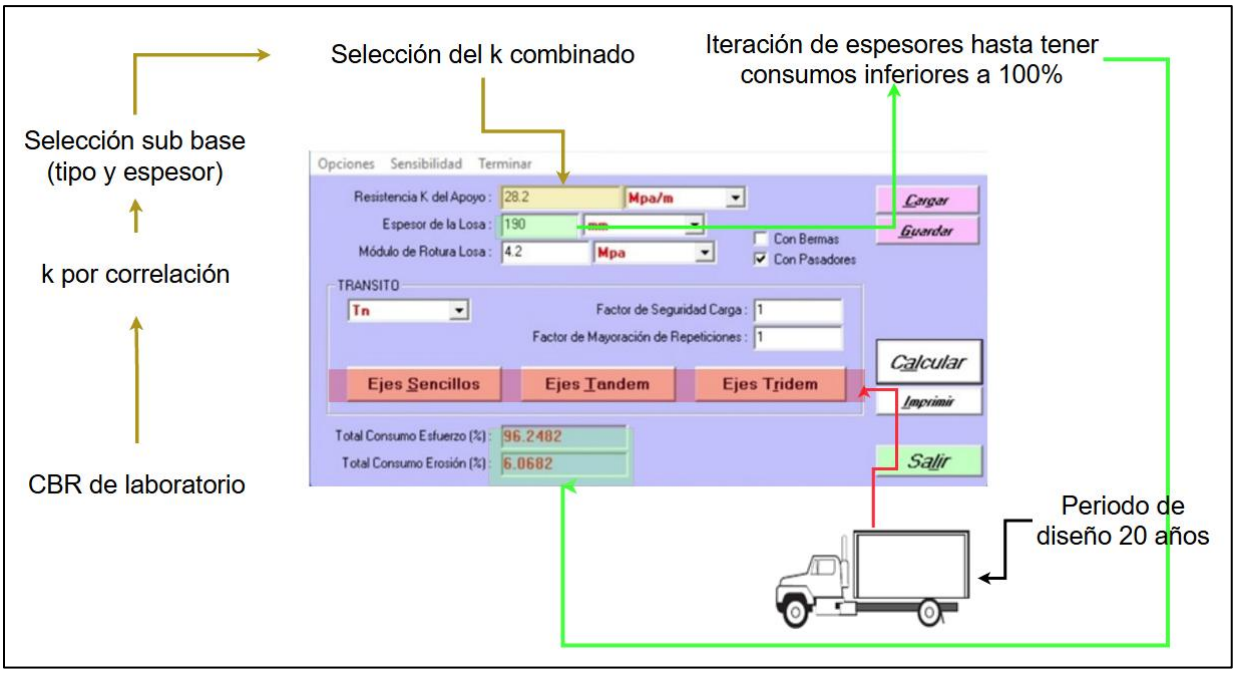
Con base en la metodología AASHTO, el predimensionamiento arrojó los siguientes espesores de losa de concreto:

- **Escenario 1 (15 cm subbase):** 18 cm de concreto
- **Escenario 2 (20 cm subbase):** 17 cm de concreto

11.1.3 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados

El dimensionamiento de las alternativas en pavimento rígido se desarrolló con base en la metodología PCA, utilizando el software BS-PCA. En la figura siguiente se presentan los principales datos de entrada empleados en la corrida de diseño; para el tránsito se incorporó el espectro de carga presentado en el capítulo 9.

Figura 11 Datos de entrada BS-PCA



Fuente: Elaboración propia.

11.1.4 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)

Con base en las alternativas definidas previamente, se plantean dos secciones tipo de pavimento rígido las cuales fueron verificadas mediante análisis con el software de la PCA. Para el escenario 1 se incluye una capa asfáltica antierosión de 5 cm, la cual, conforme a los lineamientos del IDU, se incorpora como una medida de durabilidad y control de erosión, pero no se considera dentro del aporte estructural del sistema (no incrementa la capacidad estructural de la sección para efectos del dimensionamiento, se toma como referencia el valor del K mayor de los modelados previamente con material de subbase granular, considerando 20 cm de espesor; por otro lado para la alternativa 2, se toma como referencia el módulo k obtenido a partir de la modelación en el software ACPA con una base estabilizada con asfalto de 15 cm de espesor:

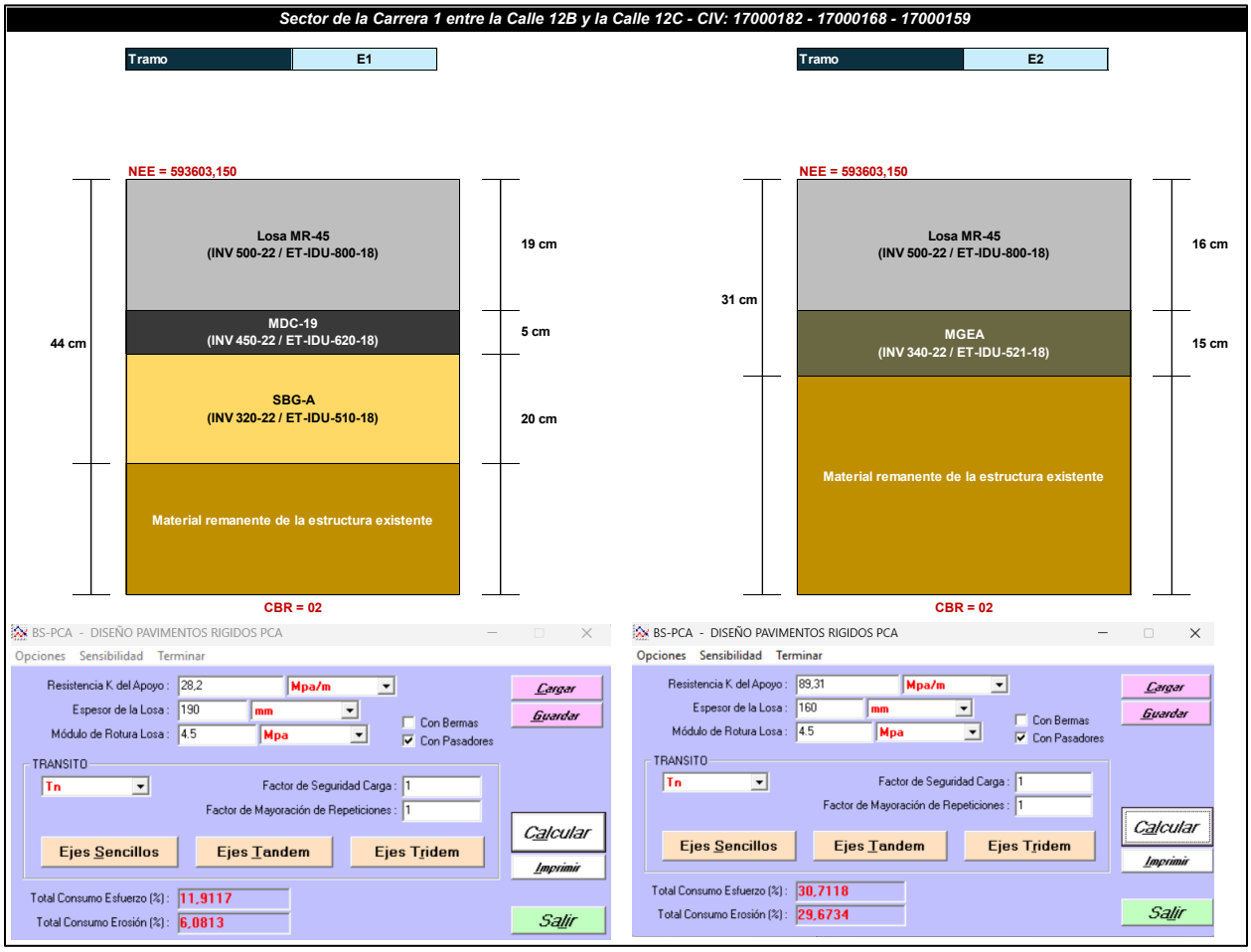
En ese sentido, las alternativas propuestas son:

- **Alternativa 1:** 19 cm de concreto hidráulico + 5 cm de capa asfáltica antierosión + 20 cm de subbase granular.
- **Alternativa 2:** 16 cm de concreto hidráulico + 15 cm de base estabilizada con asfalto.

Adicionalmente, el IDU establece que las capas antierosión deben limitarse a espesores máximos del orden de 0,06 m y usualmente se ejecutan con mezcla densa en caliente como capa funcional para mitigar el potencial de erosión bajo la losa, para las opciones con granular convencional.

A continuación, se presenta la sección transversal típica correspondiente a cada alternativa.

Figura 12 Sección transversal típica



Fuente: Elaboración propia.

11.2 Tramo CIV 17000424

El tramo correspondiente al CIV 17000424 (PK_ID 189820) se encuentra ubicado en la Calle 4A Bis entre Carrera 1A y Carrera 2. Con base en la evaluación de la condición superficial y la verificación en campo, se identifican condiciones que afectan la funcionalidad y la durabilidad del pavimento existente. En consecuencia, con el fin de mejorar el desempeño estructural y la operación del tramo, se define como alternativa la reconstrucción completa en pavimento rígido.

Para sustentar el diseño se emplea la información de exploración geotécnica disponible en el tramo, representada por el Apique 52 (CIV 17000424 – PK_ID 189820). De acuerdo con la estratigrafía reportada, se identifica un material granular tipo arena limosa (NP), clasificado como SM y A-2-4 (IG 0).

Para el diseño estructural se adoptó un criterio conservador, seleccionando un CBR equivalente = 2,00 %, correspondiente a un valor bajo dentro de los estimados a partir de PDC, con el fin de representar una condición desfavorable de soporte asociada a variaciones de humedad y a la incertidumbre propia de las correlaciones.

Con base en este valor se estimó el módulo de reacción de la subrasante (k) mediante la correlación CBR–k adoptada en el proyecto, obteniendo:

k de subrasante = 18,00 MPa/m

Este parámetro se utiliza como referencia para establecer el apoyo equivalente al considerar una capa granular bajo la losa.

Con el propósito de evaluar sensibilidad y establecer escenarios de diseño, se consideraron dos espesores de subbase granular:

- **Escenario 1:** 15,00 cm de subbase granular
- **Escenario 2:** 20,00 cm de subbase granular

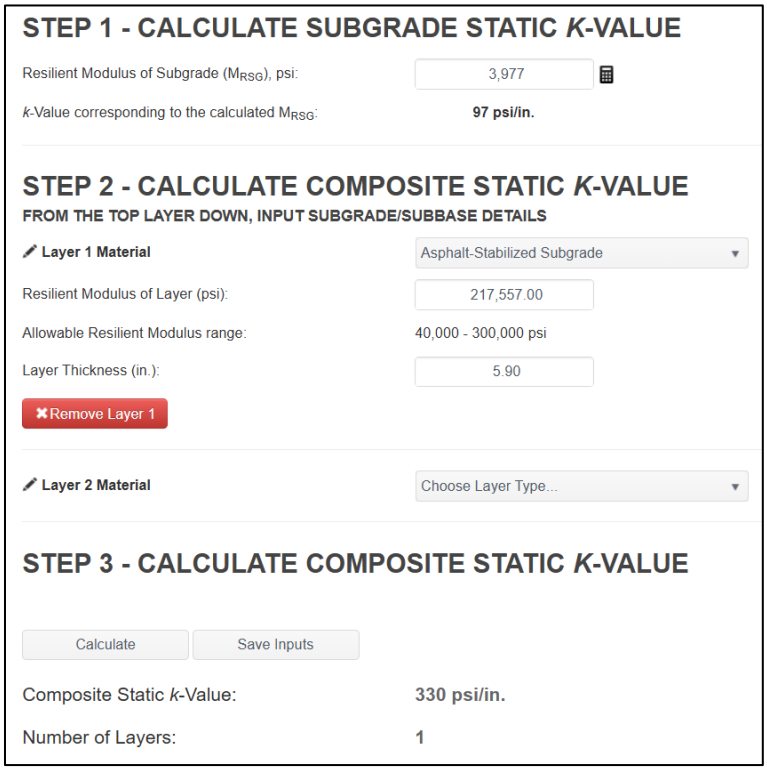
A partir de las recomendaciones de la PCA, se determinó el módulo de reacción equivalente del sistema subrasante + subbase (k compuesto), obteniendo:

- **Escenario 1 (15 cm):** k compuesto = 25,10 MPa/m
- **Escenario 2 (20 cm**): k compuesto = 28,90 MPa/m

Estos valores se adoptan como parámetros de entrada para el dimensionamiento del pavimento rígido, por representar de manera más realista el apoyo efectivo de la losa al considerar el aporte de la subbase granular.

Como complemento al cálculo del módulo de reacción equivalente (k conjunto) considerando subbase granular convencional, se evaluó una alternativa adicional con base estabilizada con asfalto (BEC) de 15 cm de espesor. Para este caso se estimó el k conjunto mediante la K-Value Calculator de la Asphalt Concrete Pavement Association (ACPA) (disponible en http://apps.acpa.org/applibrary/KValue/), adoptando un módulo teórico para la capa estabilizada de E = 1.500 MPa. Con estos supuestos, el valor obtenido de k conjunto en la superficie de apoyo fue 90,91 MPa/m.

Figura 13 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto



Fuente: Elaboración ACPA

11.2.1 Predimensionamiento por AASHTO (verificación complementaria)

Como parte del proceso se ejecutó un predimensionamiento por AASHTO como ejercicio complementario de verificación. Se aclara que este cálculo se utiliza para contrastar el orden de magnitud del espesor obtenido y no reemplaza el dimensionamiento principal del pavimento rígido, realizado mediante la metodología PCA.

Tabla 25 Datos de entrada utilizados (AASHTO)

Parámetro	Valor
Tránsito – W18	2,159,395
k de apoyo (15 cm sub base)	25.1 MPa/m
k de apoyo (20 cm sub base)	28.9 MPa/m
Módulo elástico del concreto – Ec	27.000 MPa
Módulo de rotura – MR	4,10 MPa
Servicialidad final – Pf	4,5
Servicialidad inicial – Pi	2,5
ΔPSI	2
Coeficiente de drenaje – Cd	0,9
Confiabilidad – Zr	-0,84
Error normal combinado – So	0,35
Coeficiente de transferencia de carga – J	3,2

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la metodología AASHTO, el predimensionamiento arrojó los siguientes espesores de losa de concreto:

- **Escenario 1 (15 cm subbase):** 22 cm de concreto

- **Escenario 2 (20 cm subbase):** 22 cm de concreto

11.2.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados

El dimensionamiento de las alternativas en pavimento rígido se desarrolló con base en la metodología PCA, utilizando el software BS-PCA. En la figura siguiente se presentan los principales datos de entrada empleados en la corrida de diseño; para el tránsito se incorporó el espectro de carga presentado en el capítulo 9.

11.2.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)

Para el dimensionamiento del pavimento rígido se aplicó la metodología PCA mediante el software BS-PCA. En este caso, el parámetro de apoyo k no se estimó con correlaciones CBR–k tomando un valor de CBR de2% a partir de PDC.

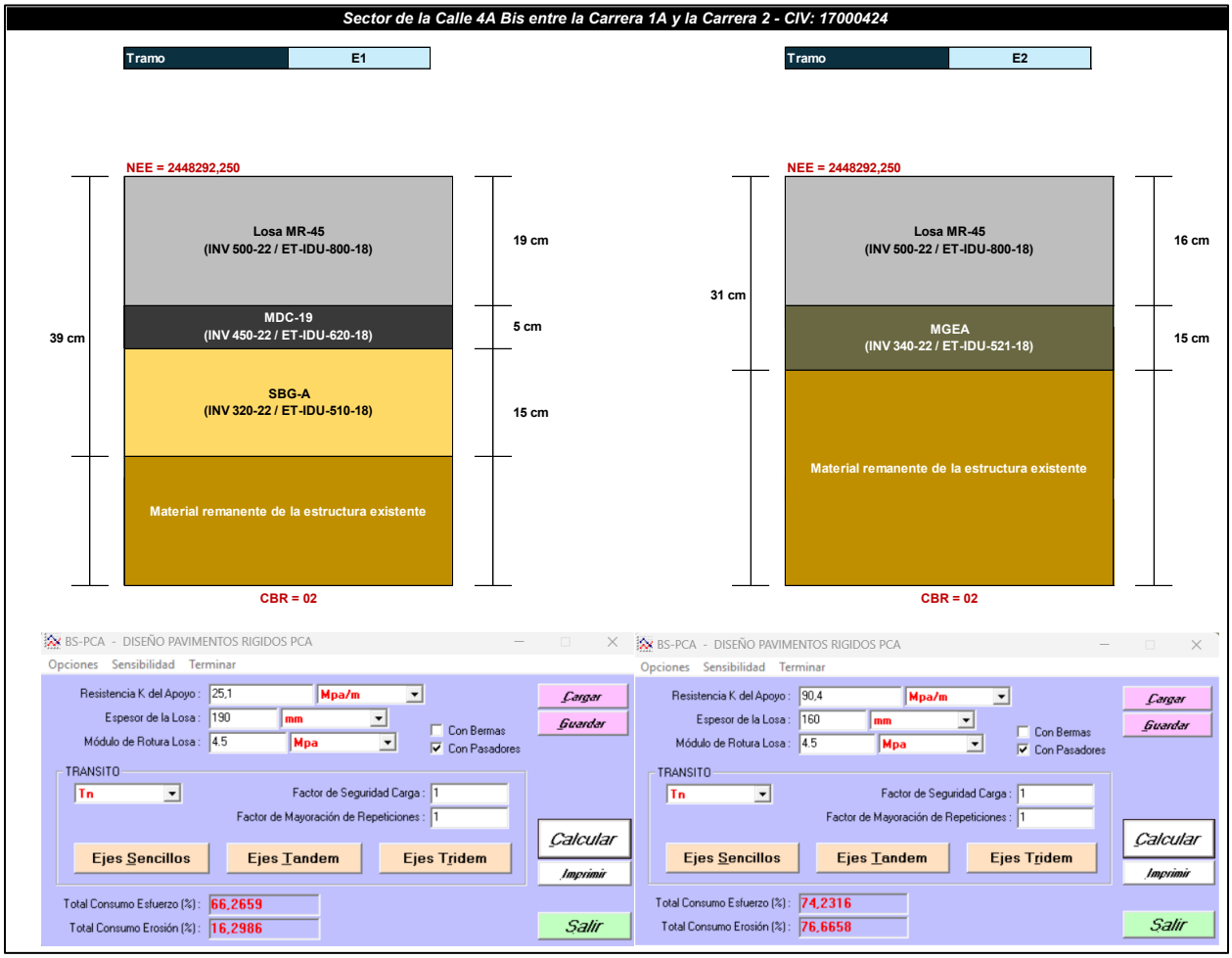
Con el fin de mantener un enfoque conservador, se seleccionó el valor mínimo de k conjunto y se utilizó como dato de entrada del modelo. Este criterio permite representar una condición desfavorable de apoyo y, por tanto, obtener una solución estructural robusta. Bajo esta hipótesis, se asume que es posible conservar los materiales granulares existentes, dado que su aporte estructural se encuentra incorporado en el valor de apoyo adoptado y los resultados de retrocálculo indican módulos elásticos compatibles con un material granular en condiciones adecuadas.

Con el k adoptado y el tránsito del tramo, se obtuvo la estructura de pavimento rígido en concreto hidráulico que se presenta en el esquema siguiente. Vale la pena mencionar que las modelaciones de la alternativa tradicional contemplaron el valor de k conjunto estimado a partir de la combinación de 15 cm de subbase y el espesor remanente, así mismo, en la alternativa con base estabilizada se contemplaron también 15 cm de MGEA, como se plantea más adelante.

En ese sentido, las alternativas propuestas son:

- **Alternativa 1:** 19 cm de concreto hidráulico + 5 cm de capa asfáltica antierosión + 15 cm de subbase granular.
- **Alternativa 2:** 16 cm de concreto hidráulico + 15 cm de base estabilizada con asfalto.

Figura 14 Sección transversal típica 17000424



Fuente: Elaboración propia.

12 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Este capítulo consolida recomendaciones de construcción y control de calidad para la ejecución de las alternativas propuestas, orientadas al cumplimiento de la normativa y especificaciones vigentes del IDU. Se incluyen recomendaciones para pavimento rígido (juntas y sellos), capas granulares (calidad y compactación), mezclas asfálticas (riegos y colocación) y aspectos transversales de drenaje, con el fin de reducir riesgos de fallas prematuras por deficiencias constructivas o ingreso de agua a la estructura.

12.1 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU)

La subbase deberá cumplir los requisitos de granulometría, limpieza y propiedades exigidas por el IDU, y construirse con control de humedad y compactación.

- Calidad del material: controlar recepción y acopio para evitar segregación y contaminación. No se deben incorporar materiales con exceso de finos, presencia de orgánicos, lodos o residuos.

- Ejecución por capas: extender en capas uniformes y compatibles con el equipo de compactación, con ajuste de humedad (humectación/aireación) según el Proctor adoptado por la especificación IDU.

12.2 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU)

Para fresado y reposición, y para capas asfálticas complementarias cuando apliquen, se recomienda cumplir las especificaciones IDU vigentes para materiales, riegos y colocación.

- Condición previa: la superficie debe estar limpia y seca; no se debe colocar mezcla sobre zonas con falla de soporte sin corregir la causa.

- Riego de imprimación y riego de liga: controlar tipo de ligante, dosificación, uniformidad y condiciones de rotura/curado conforme a la especificación IDU; no se debe colocar la capa siguiente hasta verificar rotura adecuada y ausencia de contaminación.
- Verificación de desempeño: previo a la colocación, se recomienda verificar que, a la temperatura y frecuencia típicas de operación, la mezcla alcance un módulo dinámico mínimo del orden de 1.750 MPa a fin de mantener condiciones similares al pavimento existente, o bien alcanzar un módulo de 2.000 MPa, sustentado con ensayos o soporte técnico del diseño/mezcla, según el esquema de control de calidad aceptado.

- Extendido y compactación: controlar temperaturas, patrón de compactación, densidad y espesores de acuerdo con la especificación IDU aplicable.

12.3 Drenaje y manejo del agua (IDU)

Para pavimento rígido y flexible, se debe verificar el cumplimiento de pendientes y condiciones de drenaje conforme a criterios del IDU, evitando empozamientos y minimizando infiltraciones:

- Verificar bombeo transversal, pendientes longitudinales y continuidad del drenaje existente (sumideros, cunetas y conexiones).

- Corregir depresiones y puntos de empozamiento antes de habilitar la vía.

- Asegurar sellos y transiciones para reducir ingreso de agua a la estructura, dado que la infiltración puede generar pérdida de soporte, bombeo de finos y aceleración del deterioro.

12.4 Diseño de juntas y sellos

A continuación, se presenta la recomendación de juntas para los tramos de acuerdo con los espesores de losa de concreto hidráulico presentadas en el desarrollo del documento. Cabe mencionar que para el dimensionamiento de las losas se debe cumplir con las siguientes relaciones; una longitud máxima de losa de 24 veces el espesor y una relación largo/ancho de máximo de 1.25.

12.5 Juntas Longitudinales

La junta longitudinal controla el agrietamiento producido por alabeo entre otras funciones. Para la construcción de la estructura de pavimento, se debe marcar la junta con una abertura, con el fin de separar los carriles y proporcionar alojamiento para el sellado, las losas deben quedar unidas por barras de anclaje corrugadas, que se encarguen de asegurar que no haya desplazamiento relativo de las losas.

De acuerdo con la metodología PCA se establecen las características de las barras de anclaje. En la Tabla 26 se presentan las recomendaciones para el refuerzo, teniendo en cuenta que el acero usado deberá cumplir con un esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm2 (60,000 psi).

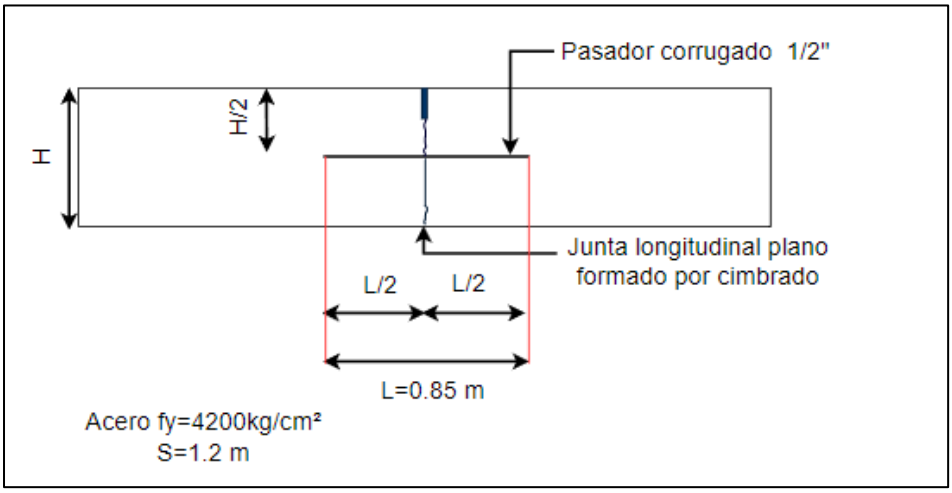
Tabla 26– Recomendaciones para las barras de amarre

Espesor de la losa (mm)	Barras de Φ 9,5 mm (3/8")				Barras de Φ 12,7 mm (1/2")				Barras de Φ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)
Acero de fy = 280 MPa (40.000 psi)												
150	0.45	0.80	0.75	0.65	0.6	1.20	1.20	1.20	0.7	1.20	1.20	1.20
175		0.70	0.60	0.55		1.2	1.1	1.00		1.20	1.20	1.20
200		0.60	0.55	0.50		1.05	1.00	0.90		1.20	1.20	1.20
225		0.55	0.55	0.45		0.85	0.85	0.8		1.20	1.20	1.20
250		0.45	0.45	0.40		0.85	0.80	0.70		1.20	1.20	1.20
Acero de fy = 420 MPa (60.000 psi)												
150	0.65	1.20	1.10	1.00	0.85	1.20	1.20	1.20	1.00	1.20	1.20	1.20
175		1.05	0.95	0.85		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
200		0.90	0.80	0.75		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
225		0.80	0.75	0.65		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
250		0.70	0.65	0.60		1.20	1.15	1.10		1.20	1.20	1.20

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.

Serán varillas corrugadas de diámetro 1/2" (12.7mm), longitud de 0.85m y separadas cada 1.20m. Las barras de acero no se deben instalar a menos de 40 cm de la junta transversal para evitar que interfieran con el movimiento de las juntas. En la Figura 15 se presenta el detalle de las barras de anclaje.

Figura 15 Detalle barras de anclaje



Fuente: IDU.

12.6 Juntas Transversales

Las juntas transversales o juntas de contracción son juntas de alabeo, es decir, controlan las grietas causadas por la retracción de fraguado del hormigón y por las acciones climáticas (temperatura y humedad) cumpliendo una función mecánica esencial constituyendo un medio de transferencia de la carga. Es necesario complementar la eficiencia de la trabazón de agregados mediante el empleo de barras de acero liso, denominadas pasadores o dovelas, que conectan entre sí las losas separadas por juntas. Este tipo de mecanismo transmite tanto fuerzas de cizalladura como momento flector, pero debe permitir el libre movimiento horizontal de las losas, por lo cual al menos una mitad del pasador debe no adherir con el concreto que lo rodea. Así mismo, esta libertad de movimiento horizontal exige que los pasadores de una junta sean todos paralelos al eje de la calzada y que se encuentren ubicados en el eje neutro de la losa. A continuación, se presentan las dimensiones recomendadas por la PCA.

Tabla 27– Recomendación para las dovelas

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	Mm	Pulgada	mm	mm
0– 100	13	½	250	300
110– 130	16	5/8	300	300
140– 150	19	¾	350	300
160– 180	22	7/8	350	300
190– 200	25	1	350	300
210– 230	29	1 1/8	400	300
240– 250	32	1 ¼	450	300
260– 280	35	1 3/8	450	300
290– 300	38	1 ½	500	300

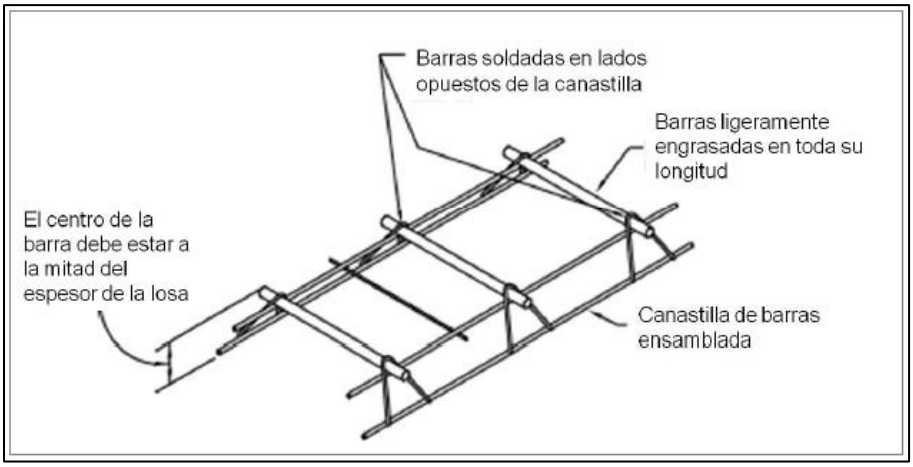
Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.

Según la metodología de la PCA para el espesor definido en el diseño, se colocarán unas dovelas (barras lisas de acero fy = 420 MPa o 60,000 psi, engrasadas mínimo en la mitad de la longitud) de diámetro 1” (25 mm) y longitud de 0.35 m para las losas de 20 cm. Dichas dimensiones corresponden a lo recomendado en la Tabla 27.

Con el fin de garantizar la correcta instalación de las dovelas, se deben utilizar elementos de soporte conocidos como canastillas, en la Figura 16, Fuente: ET IDU 800-18.

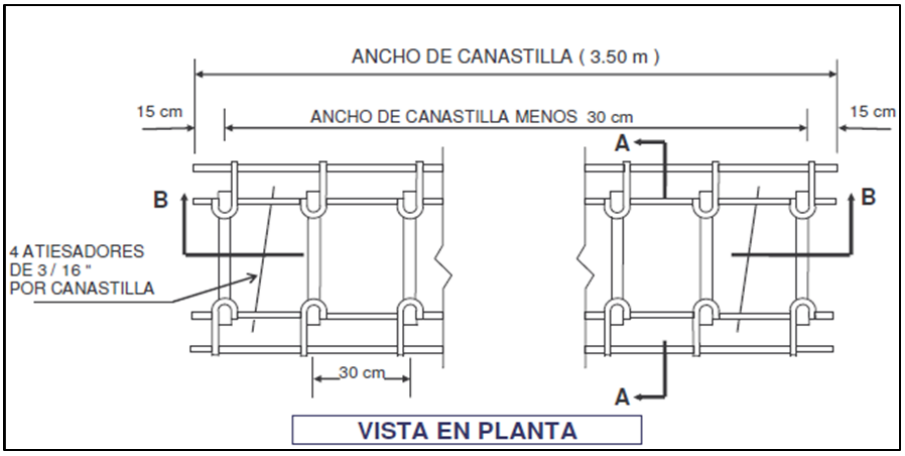
Figura 17 y Figura 18 se presenta el detalle de estos elementos.

Figura 16 Detalle de canastillas para soportar dovelas



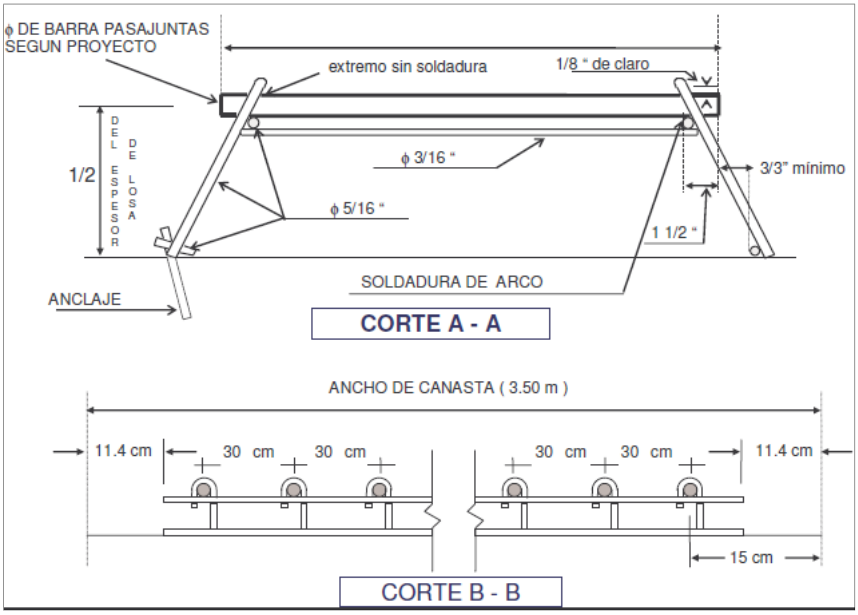
Fuente: ET IDU 800-18.

Figura 17 Vista en planta de canastilla soportar dovelas



Fuente: ET IDU 800-18.

Figura 18 Corte A-A y B-B de canastilla para soportar dovelas



Fuente: ET IDU 800-18.

Las juntas transversales se deben cortar pocas horas después de fundir las losas, cuando la superficie de concreto pueda soportar el peso de la máquina cortadora dentro de la denominada "ventana de corte" de tal manera que no se produzcan desportillamientos o la losa se fisure por su propio proceso de contracción, en este punto se procede a cortar las juntas en los sitios en donde previamente se han instalado las canastillas de las barras de transferencia.

El corte se debe realizar un equipo autopropulsado de disco diamantado cumpliendo con las siguientes dimensiones:

- Corte inicial de 1/3 del espesor de la losa, medido desde la superficie, con un ancho máximo de 3 mm.
- Corte de ensanche de 3 mm de ancho máximo y una profundidad de 30 mm medido desde la superficie de la losa.
- El ancho total de la junta transversal debe tener 6 mm (+/- 1.mm) de ancho, incluido el corte inicial y el corte de ensanche.
- En cualquier caso, se debe cumplir con lo establecido en la especificación IDU-800-18.

❖ Sellados de juntas

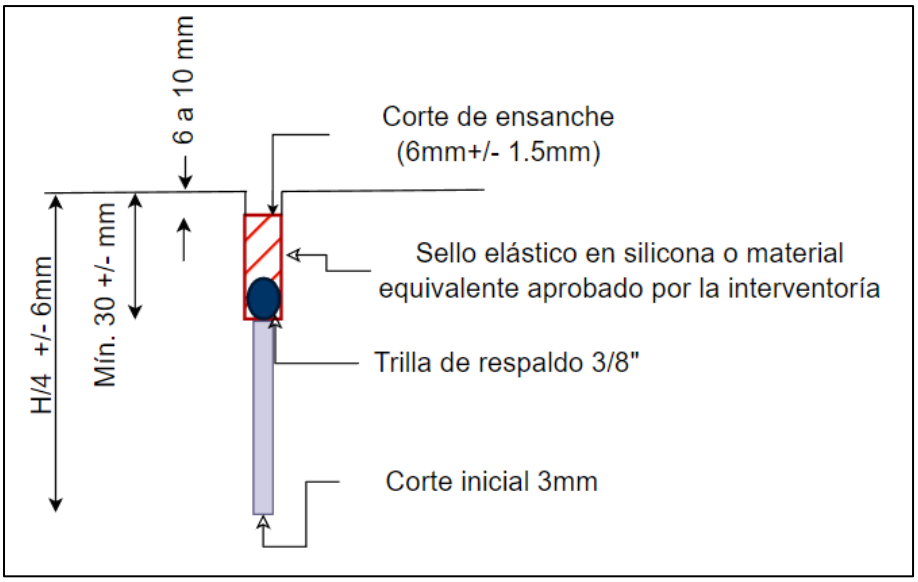
El sello propuesto para las juntas longitudinales y transversales es un producto con base en silicona o poliuretano, aplicado sobre un cordón de polipropileno (backer rod) de 6 mm de diámetro + 1.5 mm, que se coloca entre las juntas con el fin de evitar que el material sellante se pierda al llegar a la parte inferior de la losa. Para la instalación del material de sello con silicón o poliuretano se debe tener especial cuidado en la adecuada limpieza de los bordes de la junta para evitar el desprendimiento prematuro, en el tiempo, del sello. En el momento de colocación del sello, la junta debe estar seca, limpia, libre de partículas. También para evitar el desprendimiento prematuro, el material de sello debe quedar de 3 mm a 6 mm por debajo de la rasante de las calzadas.

La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá realizarse en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o desportillamiento. Este lapso corresponde a la ventana de corte, que puede estar entre 4 y 16 horas aproximadamente, tal que el concreto haya endurecido lo suficiente para

evitar el desportillamiento de juntas y no tanto para que el concreto se fisure por contracción sin haber ejecutado los cortes. Este periodo depende de condiciones específicas de la obra como la temperatura, el viento, el horario al momento de la fundida, el posible uso de acelerantes, etc. Por lo anterior, este periodo de tiempo se deja a experiencia del constructor.

El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después del vaciado. Este sello se realizará también en el inicio y final del tramo en la transición del pavimento rígido con el flexible, con el objetivo de evitar filtraciones que deterioren los materiales dispuestos en el segmento vial rehabilitado y su área aferente. En la Figura 19 se presenta el detalle de la junta y su respectivo sello.

Figura 19 Detalle junta



Fuente: ET IDU 800-18.

❖ Casos especiales de refuerzo

De acuerdo con el diseño las losas propuestas no requieren refuerzo, sin embargo, se recomienda que para los siguientes casos, se utilice acero de refuerzo.

- Losas irregulares: Las losas que presenten geometría irregular, que no cumplan con la relación de esbeltez menor a 1.25 y/o que sean adyacentes a una estructura, o conteniendo cámaras, pozos o sumideros, deben ser reforzadas con una parrilla de acero (Fy=420 MPa) de diámetro 12.7 mm (½") cada 0.25 m en ambos sentidos y debe ubicarse en el tercio superior de la losa.

- Losas en intersección: Todas losas localizadas en intersecciones deben llevar dovelas de transferencia de carga en los dos sentidos.

13 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN RECOMENDADA

En el año 2023 se realizó el diagnóstico de varios CIV en la localidad de La Candelaria. Para efectos del presente informe, se dispone de información correspondiente a cuatro (4) segmentos evaluados en dicha etapa, cuyos resultados han sido presentados y analizados a lo largo del documento. Estos diagnósticos fueron posteriormente actualizados y, adicionalmente, se incorporó un nuevo segmento, lo cual dio lugar a la definición de las estrategias de intervención que se consolidan y comparan en el cuadro que se presenta a continuación.

Tabla 28 Consolidado de estrategias de intervención por CIV

CIV	Materialidad inicial	Estrategia de intervención 2023 - 2024	Estrategia de intervención 2026
17000182	Articulado (adoquín)	Rehabilitación con cambio de materialidad	Reconstrucción parcial con cambio de materialidad
17000168	Articulado (adoquín)	Sin Información de referencia	Reconstrucción parcial con cambio de materialidad
17000159	Articulado (adoquín)	Rehabilitación con cambio de materialidad	Reconstrucción parcial con cambio de materialidad
17000424	Rígido (concreto hidráulico)	Reconstrucción en misma materialidad	Reconstrucción en misma materialidad
17000118	Flexible (asfalto)	Fresado y reposición	Fresado y reposición

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis comparativo entre las estrategias definidas en el diagnóstico 2023–2024 y las propuestas actualizadas en 2026, se evidencia que dos (2) de los segmentos que inicialmente se clasificaban bajo una estrategia de rehabilitación con cambio de materialidad superficial pasan a ser planteados como reconstrucción parcial con aprovechamiento parcial del granular remanente Este ajuste en la estrategia de intervención obedece principalmente a la evolución negativa de la condición superficial del pavimento, reflejada en la actualización del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

En la verificación del diagnóstico correspondiente al año 2026 se identifican tramos cuya condición superficial es considerablemente baja, con valores de PCI ubicados en rangos críticos (condición muy mala a fallada). En estos escenarios, no resulta técnica ni económicamente coherente plantear una intervención del tipo rehabilitación, dado que valores tan bajos de PCI no suelen estar asociados únicamente a deterioros superficiales, sino que son indicativos de daños generalizados, pérdida de desempeño estructural y/o presencia de causas persistentes de deterioro. Entre estas se incluyen, de manera no limitativa, afectaciones en capas inferiores (base, subbase e incluso subrasante), problemas de humedad y drenaje, pérdida de confinamiento, bombeo, asentamientos diferenciales y procesos de fatiga avanzada.

En consecuencia, y con base en los resultados obtenidos en la actualización del PCI y su respectiva calificación, se justifica el cambio de estrategia hacia la reconstrucción en aquellos tramos cuya condición es crítica. Esta alternativa permite restablecer de manera integral la capacidad estructural del pavimento, corregir de forma efectiva las causas del deterioro y garantizar un desempeño adecuado y sostenible durante el periodo de análisis. En síntesis, para tramos con valores de PCI muy bajos, la reconstrucción constituye la alternativa más consistente desde el punto de vista técnico y económico.

No obstante, lo anterior, es importante precisar que este ajuste no representa un cambio sustancial en la actividad de intervención recomendada. Desde el diagnóstico inicial ya se planteaba el reemplazo parcial de la estructura existente —adoquín y parte del material granular— por una estructura en concreto hidráulico estampado, con la correspondiente reposición parcial de las capas granulares. En este sentido, la solución técnica propuesta se mantiene conceptualmente equivalente; lo que se modifica es la categoría bajo la cual se clasifica la estrategia de intervención,

la cual, a la luz de la condición actual del pavimento y de los criterios técnicos aplicables, resulta más apropiado definir como una reconstrucción parcial en lugar de una rehabilitación.

14 RESUMEN ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN Y RECOMENDACIÓN

El presente capítulo consolida, de forma clara y comparativa, las alternativas de intervención seleccionadas o recomendadas para cada uno de los cinco (5) tramos evaluados. La síntesis integra la materialidad existente, el tipo de intervención (cambio de materialidad, reconstrucción o fresado/reposición) y los espesores de las alternativas propuestas, con el fin de dejar un resumen para soporte de decisiones y priorización de obra.

En términos generales, se adoptan los siguientes enfoques:

- Para los tramos con pavimento articulado (adoquín) en mal estado (CIV 17000182, 17000168 y 17000159), se plantea reconstrucción completa y cambio de materialidad a pavimento rígido en concreto hidráulico estampado, con dos alternativas de estructura.

- Para el tramo con pavimento rígido existente (CIV 17000424), se plantea reconstrucción en concreto hidráulico.

- Para el tramo con pavimento flexible (asfalto) (CIV 17000118), la estructura presenta respuesta adecuada, pero la condición funcional es deficiente; por lo tanto, se recomienda fresado y reposición de mezcla asfáltica para recuperar la superficie de rodadura.

Tabla 29 Consolidado de alternativas por CIV

CIV	Materialidad inicial	Tipo de intervención 2026	Alternativa	Estructura propuesta (resumen con espesores)
17000182	Articulado (adoquín)	Reconstrucción con cambio de materialidad	A1	19 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 5 cm capa asfáltica antierosión + 20 cm subbase granular
			A2	16 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 15 cm base estabilizado con asfalto
17000168	Articulado (adoquín)	Reconstrucción con cambio de materialidad	A1	19 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 5 cm capa asfáltica antierosión + 20 cm subbase granular
			A2	16 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 15 cm base estabilizado con asfalto
17000159	Articulado (adoquín)	Reconstrucción con cambio de materialidad	A1	19 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 5 cm capa asfáltica antierosión + 20 cm subbase granular
			A2	16 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 15 cm base estabilizado con asfalto
17000424	Rígido (concreto hidráulico)	Reconstrucción en misma materialidad	A1	19 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 5 cm capa asfáltica antierosión + 15 cm Base estabilizada con asfalto
			A2	16 cm de losa en concreto hidráulico (MR ≈ 4,50 MPa) + 15 cm base estabilizado con asfalto
17000118	Flexible (asfalto)	Fresado y reposición	Única	Fresado y reposición de 12,00 cm de mezcla asfáltica (mantener niveles de rodadura)

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis comparativo de las alternativas estructurales propuestas para los tramos evaluados, se concluye que la Alternativa 2, compuesta por una losa de 17 cm de concreto hidráulico apoyada sobre una base estabilizada con asfalto de 15 cm, presenta ventajas técnicas relevantes frente a la Alternativa 1, tanto desde el punto de vista estructural como constructivo y de durabilidad, razón por la cual se recomienda su implementación en los CIV analizados.

En términos de comportamiento estructural, la base estabilizada con asfalto proporciona una mayor rigidez y uniformidad de apoyo a la losa de concreto, en comparación con una subbase granular convencional. Esta condición

mejora la distribución de esfuerzos en la interfase losa–capa de soporte, reduce las concentraciones de tensiones en la losa y disminuye la susceptibilidad a fenómenos de bombeo, pérdida de finos y erosión bajo carga repetida, especialmente en un entorno urbano con tránsito frecuente y maniobras de frenado y arranque.

Desde el punto de vista de la durabilidad y el desempeño a largo plazo, la Alternativa 2 ofrece una mayor resistencia frente a la infiltración de agua y a la degradación inducida por humedad, al eliminar la necesidad de una capa asfáltica antierosión independiente y reemplazarla por una base estabilizada que actúa simultáneamente como capa estructural y capa de protección. Esto reduce el riesgo de deterioros asociados a humedad en la estructura inferior y contribuye a una mayor estabilidad volumétrica del sistema.

En cuanto a constructibilidad y control de calidad, la Alternativa 2 simplifica la secuencia constructiva al reducir el número de interfaces entre capas, lo cual disminuye la probabilidad de errores de ejecución y facilita la obtención de una plataforma de apoyo homogénea para la losa de concreto. Esta condición resulta favorable para garantizar espesores efectivos, mejorar la planeidad de la superficie de apoyo y asegurar un comportamiento estructural más uniforme del pavimento rígido.

Adicionalmente, la reducción del espesor de la losa de concreto en la Alternativa 2 se encuentra respaldada por la mejora en las condiciones de soporte proporcionadas por la base estabilizada con asfalto, manteniendo niveles adecuados de capacidad estructural y desempeño funcional. En este sentido, la Alternativa 2 permite optimizar la estructura del pavimento sin comprometer su vida útil, alineándose con los criterios de diseño y las condiciones operativas de los CIV evaluados.

En consecuencia, para ambos tramos analizados, la Alternativa 2 se considera la opción técnicamente más conveniente, al ofrecer un mejor equilibrio entre desempeño estructural, durabilidad, facilidad constructiva y reducción del riesgo de deterioros prematuros, contribuyendo a minimizar la recurrencia de intervenciones de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del pavimento.

15 CONCLUSIONES

El presente estudio integró la revisión de información histórica, la verificación técnica de resultados previos y la actualización de los diagnósticos funcionales y estructurales de los cinco (5) CIV evaluados en la localidad de Candelaria, con el objetivo de establecer un diagnóstico confiable y definir estrategias de intervención técnica acordes con la condición real de los pavimentos. El análisis desarrollado permitió contrastar metodologías, validar la capacidad estructural existente y actualizar los criterios de intervención en función del estado funcional medido mediante el índice PCI, garantizando consistencia técnica y trazabilidad en las recomendaciones formuladas.

Las conclusiones más relevantes se plantean a continuación:

Análisis de estudios previos:

A partir de la revisión de los estudios desarrollados entre 2023 y 2024, se identificó que la información disponible presenta alcances y niveles de detalle variables según el tipo de pavimento y el segmento evaluado. En particular, se evidenció que para los pavimentos adoquinados el estudio previo no aplicó la metodología PCI conforme a la normativa ASTM 2840, sino una metodología nacional alternativa, lo cual generó diferencias relevantes en la calificación de la condición funcional. Adicionalmente, se constató que no todos los CIV cuentan con información completa de ensayos estructurales, destacándose la ausencia de deflectometría en pavimentos articulados y la falta de información geotécnica en el CIV 17000168 porque este último no se consideró en el diagnóstico de 2023-2024.

Validación y actualización de resultados de PCI:

La verificación interna realizada sobre los resultados del estudio de 2023, empleando estrictamente la metodología PCI conforme a la normativa ASTM, permitió identificar discrepancias principalmente asociadas a diferencias metodológicas y no a cambios sustanciales en la condición física de los pavimentos. Esta validación evidenció que, en general, los valores de PCI obtenidos bajo el enfoque ASTM tienden a reflejar de manera más conservadora el estado funcional, especialmente en pavimentos adoquinados, consolidando una línea base más consistente para la comparación con estudios posteriores.

Las evaluaciones actualizadas en función de las inspecciones visuales realizadas en febrero de 2026 permitieron identificar la evolución del estado funcional de los CIV, así como confirmar tendencias previamente detectadas durante la verificación de 2023. En los segmentos evaluados se observan variaciones en la clasificación del PCI que responden tanto al comportamiento propio del pavimento en servicio como al mayor nivel de desagregación del análisis por tipo de superficie. En este sentido, los resultados obtenidos en 2026 muestran coherencia con los estados reales del pavimento existente a la fecha, evidenciando también una condición superficial bastante deteriorada sobre todo en los segmentos con superficie rígida y de adoquín.

Diagnóstico de pavimentos:

El diagnóstico integral, basado en la evaluación funcional mediante PCI y en la condición estructural verificada mediante metodologías AASHTO y análisis mecanicista, permitió establecer que el CIV en flexible presenta una estructura con capacidad portante adecuada, pero con un nivel significativo de deterioro superficial, y que para los demás CIV, los valores de PCI reflejan una condición superficial pobre lo que valida la asignación de intervención de “rehabilitación” planteada en el informe de 2023-2024.

En estos casos, el bajo valor del PCI se constituye en el factor condicionante de la intervención, evidenciando la necesidad de soluciones que atiendan el desempeño funcional sin comprometer la estructura existente. Para los

segmentos clasificados como rehabilitación, se confirmó la pertinencia de mantener intervenciones estructurales acordes con el nivel de daño observado y la información disponible.

Consideraciones de diseño:

Las verificaciones estructurales realizadas permitieron validar las estructuras de diseño propuestas para los CIV clasificados con intervención tipo rehabilitación, así como evaluar alternativas que consideran mejoras en la calidad de los materiales con el fin de optimizar espesores y desempeño. En los sectores actualmente construidos en pavimento articulado, se concluyó que la rehabilitación mediante pavimento rígido estampado constituye una alternativa técnicamente favorable, al ofrecer un comportamiento estructural más estable, mayor durabilidad y una reducción significativa en la recurrencia de actividades de mantenimiento, manteniendo condiciones funcionales adecuadas para el entorno urbano evaluado.

Recomendaciones de intervención:

Con base en el diagnóstico integral desarrollado, se concluye que las estrategias de intervención deben diferenciarse según la condición funcional y estructural de cada CIV:

- Para aquel segmento que presenta cumplimiento estructural pero bajos valores de PCI, se recomienda una estrategia de fresado y reposición de carpeta asfáltica en el mismo espesor, complementada con la instalación de geomalla biaxial como medida preventiva para mitigar la reflexión de fisuras, manteniendo las cotas de rasante y las pendientes existentes.

- En los CIV con pavimento articulado, se recomienda su rehabilitación mediante pavimento rígido estampado, con el fin de mejorar la calidad de la estructura, optimizar el desempeño a mediano y largo plazo y reducir la necesidad de mantenimientos recurrentes.

- Para el CIV con estructura mixta en pavimento rígido con parcheos en flexible, se recomienda realizar la rehabilitación completa en estructura rígida asegurando los espesores recomendados y siguiendo las consideraciones constructivas planteadas.

Estas recomendaciones permiten atender de manera integral las condiciones observadas y asegurar un adecuado nivel de servicio de la infraestructura vial evaluada. Así mismo, las recomendaciones constructivas formuladas en el presente estudio tienen como propósito asegurar la calidad, durabilidad y desempeño funcional de las intervenciones propuestas, minimizando la recurrencia de actividades de mantenimiento en el corto y mediano plazo. La correcta ejecución de las soluciones recomendadas, en especial aquellas asociadas al fresado y reposición de carpeta asfáltica, la instalación de geomallas y la rehabilitación de pavimentos articulados mediante pavimento rígido estampado, resulta fundamental para garantizar que las intervenciones respondan efectivamente a los deterioros identificados y no generen fallas prematuras.

En este sentido, se resalta la importancia de aplicar controles estrictos de calidad durante la construcción, incluyendo la verificación de espesores reales de fresado y reposición, el adecuado saneamiento de la superficie existente, la correcta instalación de sistemas de refuerzo como geomallas y el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales empleados. Asimismo, la adopción de soluciones constructivas coherentes con la condición estructural verificada permite preservar la capacidad portante existente, optimizar el uso de recursos y reducir la probabilidad de intervenciones repetitivas asociadas a soluciones superficiales inadecuadas. La implementación rigurosa de estas recomendaciones contribuye a prolongar la vida útil de los pavimentos intervenidos y a asegurar niveles de servicio acordes con las condiciones de operación y el entorno urbano evaluado.

En lo que respecta al cambio de material de la superficie del pavimento en los CIV 17000182-17000168-17000159, el acabado superficial propuesto en el diagnóstico no constituye una modificación arbitraria, sino que responde a una decisión técnica previamente evaluada y respaldada por los antecedentes administrativos y patrimoniales del proyecto. La adopción de pavimento rígido estampado en los segmentos donde se plantea su implementación se encuentra alineada con los lineamientos establecidos en los documentos de soporte aprobados, garantizando la coherencia con el contexto urbano, histórico y normativo del Centro Histórico de Bogotá. En este marco, la propuesta busca optimizar el desempeño funcional, la durabilidad y las condiciones de operación y mantenimiento de la infraestructura vial, sin desconocer las restricciones patrimoniales aplicables.

16 ANEXOS

Anexo 1. Inspección visual del pavimento (2026).
Anexo 2. Resultados de evaluación PCI (2026).
Anexo 3. Evaluación de tránsito (2026).
Anexo 4. Diseños PCA.
Anexo 5. Información secundaria de estudios previos

REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES PARA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ – CONTRATO FDLC-LP-002-2025

INSPECCIÓN TÉCNICA DE PAVIMENTO – TRAMOS CIV 17000102, 17000125, 17000116, 17000046, 17000181, 17000137 Y 17000299

PROYECTO: REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES				
Descripción		**Originó**	**Aprobó**	**Fecha**
Versión	0	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	17/02/2026
Versión	1	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	10/03/2026
Versión	2	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	27/05/2026
Versión	3	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	09/06/2026
Firmas				

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 7
1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA 8
1.1 Antecedentes 8
1.2 Marco técnico adoptado para la actualización 8
1.3 Alcance metodológico específico de este informe 8
2 OBJETIVO GENERAL 9
2.1 Objetivos específicos 9
3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 10
4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS 11
4.1 Segmento 1 – CIV 17000102/ PK_ID 189790 11
4.2 Segmento 2 – CIV 17000125/ PK_ID 189796 11
4.3 Segmento 3 – CIV 17000116 / PK_ID 189797 12
4.4 Segmento 4 – CIV 17000046/ PK_ID 189697 13
4.5 Segmento 5 – CIV 17000181 / PK_ID 189747 13
4.6 Segmento 6 – CIV 17000137 / PK_ID 189761 14
4.7 Segmento 7 – CIV 17000299/ PK_ID 189727 14
5 METODOLOGÍA 16
5.1 Insumos de entrada y consolidación de información 16
5.2 Actualización de la condición superficial 16
5.3 Integración por tipología de pavimento 16
5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU) 17
5.5 Definición de alternativas 17
6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 19
6.1 Segmento 1 – CIV 17000102 / PK_ID 189790 19
6.2 Segmento 2 – CIV 17000125 / PK_ID 189796 y CIV 17000116 / PK_ID 189797 20
6.3 Segmento 3 – CIV 17000046 / PK_ID 189697 20
6.4 Segmento 4 – CIV 17000181 / PK_ID 189747 21
6.5 Segmento 5 – CIV 17000137 / PK_ID 189761 21
6.6 Segmento 6 – CIV 17000299 / PK_ID 189727 22
7 CONDICIÓN SUPERFICIAL Y FUNCIONAL (PCI Y EVIDENCIA HISTÓRICA) 23
7.1 Información de referencia (PCI 2023-2024) 23
7.2 Actualización de la condición superficial (PCI 2026) y evidencia histórica 24
7.3 Comparación resultados de PCI 2023 vs 2026 24
7.3.1 CIV 17000102 – Calle 12C, entre Carrera 4 y Carrera 5 25

7.3.2 CIV 17000125 – Calle 12D, entre Carrera 1 y Carrera 1 BIS....25
7.3.3 CIV 17000116 – Calle 12D, entre Carrera 1A y Carrera 1 bis....25
7.3.4 CIV 17000046 – Carrera 8, entre Calle 12B y Calle 12C....25
7.3.5 CIV 17000181 – Calle 11, entre Carrera 4 y Carrera 5....25
7.3.6 CIV 17000137 – Calle 12, entre Carrera 5 y Carrera 6....26
7.3.7 CIV 17000299 – Calle 6C BIS, entre Carrera 6 y Carrera 7....26
8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA....27
9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO....30
10 CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL A PARTIR DE INFORMACIÓN EXISTENTE....38
11 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES....41
11.1 Evaluación estructural en tramos flexibles sobre material granular....42
11.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante....43
11.1.2 Módulo ponderado del pavimento....44
11.1.3 Número estructural efectivo (SN eff)....44
11.1.4 Número estructural requerido (SN req)....45
11.1.5 Índice Estructural (Ie)....45
11.1.6 Resultados de verificación estructural y validación de condición global del pavimento....46
11.2 Alternativa recomendada para los tramos flexibles....46
11.2.1 Análisis de módulos....47
11.2.2 Evaluación del pavimento según metodología mecanicista....48
11.2.3 Resultados del análisis del pavimento según metodología mecanicista....51
11.2.4 Recomendaciones de intervención....51
12 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES SOBRE CONCRETO....52
12.1 Criterio de intervención a partir del PCI (carpeta asfáltica)....52
12.2 Verificación del pavimento rígido subyacente (losa)....53
12.3 Recomendaciones de intervención para tramos en pavimento flexible sobre losa de concreto....53
13 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO RÍGIDO....56
13.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k)....56
13.1.1 Alternativa 1 – Base granular convencional....57
13.1.2 Alternativa 2 – Base estabilizada con asfalto....58
13.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados....59
13.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)....60
14 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO ARTICULADO....62
14.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k)....63
14.1.1 Alternativa 1 – Base granular convencional....64

14.1.2 Alternativa 2 – Base estabilizada con asfalto....64
14.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados....65
14.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)....66
15 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS....68
15.1 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU)....68
15.2 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU)....68
15.3 Drenaje y manejo del agua (IDU)....68
15.4 Diseño de juntas y sellos....69
15.5 Juntas Longitudinales....69
15.6 Juntas Transversales....70
16 CONCLUSIONES....74
17 ANEXOS....79

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Descripción tramos 10
Tabla 2 Resultados PCI 2023-2024 23
Tabla 3 Resultados PCI 2026 24
Tabla 4 Apiques relacionados....27
Tabla 5 Ensayos de clasificación 27
Tabla 6 Ensayos de resistencia 28
Tabla 7 TPD Carrera 12C 30
Tabla 8 TPD Carrera 8....31
Tabla 9 TPD Calle 11....31
Tabla 10 TPD Calle 12....32
Tabla 11 TPD Carrera 3....32
Tabla 12 Factores daño empleados....33
Tabla 13 NESE Calle 12C....33
Tabla 14 NESE Carrera 8 34
Tabla 15 NESE Calle 11 34
Tabla 16 NESE Calle 12 35
Tabla 17 NESE Carrera 3 35
Tabla 18 Espectro de carga calle 12C asociado al CIV 17000125 - 17000116....36
Tabla 19 Espectro de carga Carrera 3 asociado al CIV 17000299....37
Tabla 20 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles....43
Tabla 21 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles 45
Tabla 22 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural....45
Tabla 23 Resultados análisis estructural por metodología AASHTO....46
Tabla 24 Resumen del Diagnóstico 46
Tabla 25 Resultados análisis estructural por metodología mecanicista....51
Tabla 26 Valores de PCI CIV con pavimento sobre concreto 52
Tabla 27 Intervenciones para pavimento rígido expuesto después de fresado de carpeta asfáltica 53
Tabla 28 Resumen intervención recomendada....55
Tabla 29 Módulo de reacción conjunto k 58
Tabla 30 Módulo de reacción conjunto k 64
Tabla 31– Recomendaciones para las barras de amarre 69
Tabla 32– Recomendación para las dovelas 70
Tabla 33 Resumen intervención recomendada....75

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización general de los siete (7) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID).....10
Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000102.....11
Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000125.....12
Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000116.....12
Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000046.....13
Figura 6 Imágenes históricas CIV 17000181.....13
Figura 7 Imágenes históricas CIV 17000137.....14
Figura 8 Imágenes históricas CIV 17000299.....15
Figura 9 Esquema Diagnóstico de pavimento flexible.....42
Figura 10 Retrocálculo de módulos.....48
Figura 11. Parámetros empleados en el modelo mecanicista.....49
Figura 12 Esquema de determinación del módulo de reacción conjunto para las alternativas estructurales evaluadas.....57
Figura 13 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto.....58
Figura 14 Datos de entrada BS-PCA.....59
Figura 15 Sección transversal típica (CIV 17000299).....60
Figura 16 Esquema de determinación del módulo de reacción conjunto para las alternativas estructurales evaluadas.....63
Figura 17 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto.....65
Figura 18 Datos de entrada BS-PCA.....66
Figura 19 Sección transversal típica (CIV 17000125 – 17000116).....67
Figura 20 Detalle barras de anclaje.....70
Figura 21 Detalle de canastillas para soportar dovelas.....71
Figura 22 Vista en planta de canastilla soportar dovelas.....71
Figura 23 Corte A-A y B-B de canastilla para soportar dovelas.....71
Figura 24 Detalle junta.....73

INTRODUCCIÓN

El presente informe consolida la actualización del diagnóstico y la formulación de alternativas de intervención para siete (7) segmentos viales ubicados en la localidad de La Candelaria, identificados mediante CIV y PK_ID. Los tramos corresponden a vías urbanas de tipología intermedia y local, y se evalúan para definir intervenciones acordes con su condición actual.

Los segmentos objeto de análisis son:

- **CIV 17000102 – PK_ID 189790:** Calle 12C, entre Carrera 4 y Carrera 5
- **CIV 17000125 – PK_ID 189796:** Calle 12D, entre Carrera 1 y Carrera 1 Bis
- **CIV 17000116 – PK_ID 189796:** Calle 12D, entre Carrera 1 Bis y Carrera 1 A
- **CIV 17000046 – PK_ID 189697:** Carrera 8, entre Calle 12B y Calle 12C
- **CIV 17000181 – PK_ID 189747:** Calle 11, entre Carrera 4 y Carrera 5
- **CIV 17000137 – PK_ID 189761:** Calle 12, entre Carrera 5 y Carrera 6
- **CIV 17000299 – PK_ID 189727:** Calle 6C Bis, entre Carrera 6 y Carrera 7

A partir de la tipología de cada uno de estos tramos, la evaluación se desarrollará conforme a la metodología descrita en los capítulos siguientes, la cual se basa en la Guía de diagnóstico del IDU para la conservación de infraestructura vial. En este sentido, la selección de alternativas de intervención se realiza con criterios diferenciados según el tipo de pavimento.

Para los pavimentos flexibles, la guía establece la evaluación a partir de la interacción entre el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice estructural (Ie), calculado a partir del Número Estructural (SN). Para los pavimentos rígidos y los tramos en pavimento articulado (adoquín), la decisión se apoya principalmente en la condición superficial medida con el PCI, complementada con la verificación de la información existente y la inspección en campo cuando aplique.

1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA

1.1 Antecedentes

Los siete (7) segmentos viales objeto de este informe se ubican en la localidad de La Candelaria y cuentan con información técnica previamente levantada en el marco de la inspección y diagnóstico inicial ejecutados entre diciembre de 2023 y enero de 2024.

Dado que entre dicha evaluación y la fecha actual ha transcurrido un periodo de tiempo considerable, se considera necesario actualizar los parámetros que pueden presentar variación con el tiempo, en especial los asociados a condición superficial y funcional, con el fin de asegurar que el diagnóstico y las decisiones de intervención se basen en condiciones vigentes y representativas del estado real de los tramos.

1.2 Marco técnico adoptado para la actualización

Como documento guía para estructurar el diagnóstico y la toma de decisiones en conservación vial, se adopta el Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial para Bogotá del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el cual define los criterios para determinar el estado de la infraestructura vial dentro del programa de conservación y orienta la selección de estrategias de intervención.

En concordancia con dicho marco, la evaluación integra componentes como diagnóstico superficial, estudio de tránsito, estimación de ejes equivalentes (factor de daño) y verificación estructural, utilizando, cuando se dispone de información, resultados de deflectometría (FWD) y criterios complementarios derivados de exploración geotécnica y ensayos asociados.

Asimismo, el documento establece que la definición de intervenciones se soporta en la determinación de estados superficiales y estructurales, aplicando de manera consistente metodologías tipo PCI y criterios de evaluación estructural.

1.3 Alcance metodológico específico de este informe

Con base en el marco anterior, el alcance metodológico del presente informe se concentra en:

- Validar y actualizar el PCI de los seis tramos a condiciones actuales, garantizando trazabilidad y comparabilidad frente al diagnóstico previo.
- Aprovechar la información existente (apiques, georradar, deflectometría y tránsito) como soporte del diagnóstico integral, evitando duplicar campañas de medición ya realizadas.
- Registrar observaciones relevantes en caso de evidenciar diferencias frente a la caracterización previa que puedan afectar la lectura del segmento.

2 OBJETIVO GENERAL

Realizar la actualización del diagnóstico de siete (7) segmentos viales ubicados en la localidad de La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales, con el fin de sustentar la clasificación de estado y la recomendación de alternativas de intervención conforme a los lineamientos del IDU.

2.1 Objetivos específicos

- Consolidar la información base de cada segmento (CIV–PK, localización, tipología y área).
- Revisar y consolidar la información de tránsito disponible como insumo para el análisis.
- Actualizar la condición superficial mediante inspección en campo, incluyendo el cálculo del PCI actualizado.
- Integrar la información existente de apiques/exploración geotécnica, georradar y deflectometría, para soportar la interpretación del estado y la recomendación de intervención por segmento.

3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los segmentos viales objeto de la presente actualización se localizan en la localidad de **La Candelaria**, en el área urbana de Bogotá. Para efectos de identificación y trazabilidad, cada tramo se referencia mediante su CIV y PK_ID, junto con su eje vial y límites. La Tabla 1 presenta la relación de los siete (7) segmentos incluidos en el alcance del informe, así como su tipología de pavimento de acuerdo con la información de referencia disponible y la verificación realizada para el año 2026.

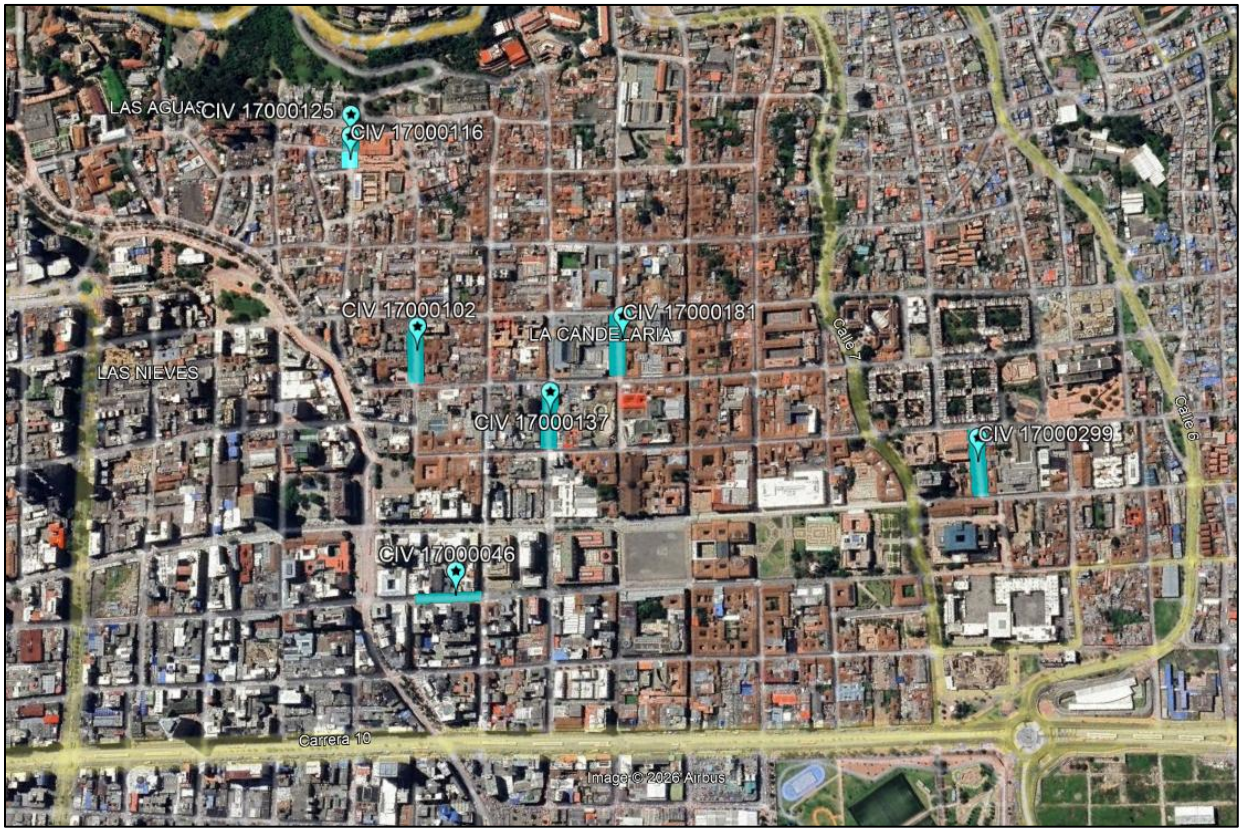
Tabla 1 Descripción tramos

CIV	PK_ID	Malla	Eje vial	Desde	Hasta	Tipo de superficie 2026
17000102	189790	Intermedia	Calle 12c	Carrera 4	Carrera 5	Flexible
17000125	189796	Local	Calle 12D	Carrera 1	Carrera 1 Bis	Rígido / Adoquín
17000116	189797	Intermedia	Calle 12D	Carrera 1 A	Carrera 1 Bis	Adoquín
17000046	189697	Intermedia	Carrera 8	Calle 12b	Calle 12c	Flexible
17000181	189747	Intermedia	Calle 11	Carrera 4	Carrera 5	Flexible
17000137	189761	Local	Calle 12	Carrera 5	Carrera 6	Flexible
17000299	189727	Intermedia	Calle 6c bis	Carrera 6	Carrera 7	Flexible / Rígido

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se presenta la localización general de los siete (7) segmentos dentro de la localidad de La Candelaria, indicando la ubicación de cada tramo mediante su identificación CIV–PK_ID. Esta figura sirve como referencia cartográfica para la lectura del alcance y para la relación de los segmentos evaluados dentro del área de influencia del presente informe.

Figura 1 Localización general de los siete (7) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID).



Fuente: Elaboración propia.

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

Este capítulo presenta, para cada uno de los siete (7) segmentos incluidos en el alcance, una descripción general de localización y entorno, indicando su identificación CIV–PK_ID, eje vial, límites y tipología de pavimento según la información de referencia. Adicionalmente, se incorporan imágenes de Google Street View que permitan ilustrar la condición general observada y documentar la evolución reciente, como soporte complementario a la actualización del diagnóstico.

4.1 Segmento 1 – CIV 17000102/ PK_ID 189790

Ubicación y dirección: Calle 12C, entre Carrera 4 y Carrera 5, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento flexible.
Área del segmento: 476,6 m².

Descripción general del entorno: Se observa una condición regular a mala del pavimento, con deterioros relevantes como huecos con pérdida de carpeta asfáltica en espesores superiores a los 5 cm, hundimientos en cercanías a pozos, fisuraciones en bloque y secciones con piel de cocodrilo. En general, se trata de un pavimento asfáltico en estado regular a deficiente superficialmente. De acuerdo con el análisis histórico, entre 2015 y 2017 la condición era más favorable; sin embargo, en un periodo comprendido entre 2021 y 2024 se evidencia un deterioro acelerado, reflejado en la aparición de múltiples zonas con pérdida de agregado.

Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000102



Fuente: Tomado de Google maps.

4.2 Segmento 2 – CIV 17000125/ PK_ID 189796

Ubicación y dirección: Calle 12D, entre Carrera 1 y Carrera 1 BIS, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Local.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento rígido/adoquín.
Área del segmento: 505,26 m².

Descripción general del entorno: El tramo en pavimento rígido estampado apenas que cubre unos 6 a 11 metros (siendo un área irregular con forma triangular en el inicio del CIV) se encuentra en muy mal estado, con presencia de losas divididas, grietas lineales y de esquina con aberturas considerables y múltiples patologías adicionales, así mismo, el segmento en adoquín que cubre el resto del área evidencia presencia de parches de adoquines en diferentes materiales y geometrías, pérdidas de adoquines en secciones considerables, depresiones y pérdida de arena en las juntas. En general, se observa un deterioro generalizado a lo largo del segmento vial.

Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000125

Fotografía 2024 **Fotografía 2023** **Fotografía 2018**



Fuente: Tomado de Google maps.

4.3 Segmento 3 – CIV 17000116 / PK_ID 189797

Ubicación y dirección: Calle 12D, entre Carrera 1 A y Carrera 1 BIS, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Local.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento articulado (adoquín).
Área del segmento: 179.97 m²

Descripción general del entorno: El CIV 17000116 corresponde a un tramo contiguo al CIV 17000125 sobre la Calle 12D, conformando un corredor continuo con características geométricas y operacionales similares. El segmento presenta superficie en pavimento articulado tipo adoquín, evidenciando un estado general de deterioro avanzado.

Durante la inspección visual se identificó presencia de adoquines fracturados, piezas faltantes, pérdida significativa de material de sello en juntas, asentamientos diferenciales y sectores con pérdida de confinamiento lateral. Se observan además intervenciones puntuales mediante reposición parcial de piezas con materiales y patrones no homogéneos, lo que genera discontinuidades superficiales y variaciones en la textura y nivelación del pavimento. En varios sectores se evidencian depresiones localizadas y desalineación de piezas, asociadas posiblemente a deficiencias en la capa de apoyo o pérdida progresiva de soporte. La dispersión de patologías en diferentes niveles de severidad sugiere un deterioro progresivo del sistema articulado, con afectación directa sobre la calidad de rodadura y la funcionalidad del corredor.

En términos generales, el segmento presenta una condición superficial desfavorable, coherente con la observada en el CIV 17000125, lo que confirma un comportamiento homogéneo del pavimento articulado a lo largo del corredor Calle 12D.

Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000116

Fotografía 2024 **Fotografía 2023** **Fotografía 2018**



Fuente: Tomado de Google maps.

4.4 Segmento 4 – CIV 17000046/ PK_ID 189697

Ubicación y dirección: Carrera 8, entre Calle 12B y Calle 12C, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Flexible
Área del segmento: 633,92 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento con superficie en asfalto. Se evidencian signos de desgaste, irregularidades superficiales, hundimientos, huecos con desprendimiento de carpeta asfáltica, grietas longitudinales y parcheos. En conjunto, el tramo presenta un estado regular.

Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000046



Fuente: Tomado de Google maps.

4.5 Segmento 5 – CIV 17000181 / PK_ID 189747

Ubicación y dirección: Calle 11, entre Carrera 4 y Carrera 5, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Flexible sobre pavimento rígido.
Área del segmento: 647,28 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento con superficie en asfalto sobre losas de concreto hidráulico. Se evidencian signos de desgaste elevados, desprendimiento de capa de asfalto generando huecos que dejan a la vista el pavimento rígido, grietas de reflexión de juntas, agrietamientos en bloque a nivel general con grietas longitudinales y transversales a lo largo del CIV. En conjunto, el tramo presenta un estado deficiente.

Figura 6 Imágenes históricas CIV 17000181



Fuente: Tomado de Google maps.

4.6 Segmento 6 – CIV 17000137 / PK_ID 189761

Ubicación y dirección: Calle 12, entre Carrera 5 y Carrera 6, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Local.
Tipología de pavimento: Flexible
Área del segmento: 582,00 m².

Descripción general del entorno: Este tramo corresponde a pavimento flexible. Se evidencian signos de desgaste, irregularidades superficiales, hundimientos, varios parcheos en severidades de todas las tipologías, algunos huecos asociados a depresiones en los bordes de la calzada que a su vez sirven de cuneta para direccionar el agua lluvia, varias grietas longitudinales y transversales, así como desprendimientos de agregados. En conjunto, el tramo presenta un estado regular, con nivel de deterioro constante en el tiempo.

Figura 7 Imágenes históricas CIV 17000137

Fotografía 2024	Fotografía 2021	Fotografía 2020
		

Fuente: Tomado de Google maps.

4.7 Segmento 7 – CIV 17000299/ PK_ID 189727

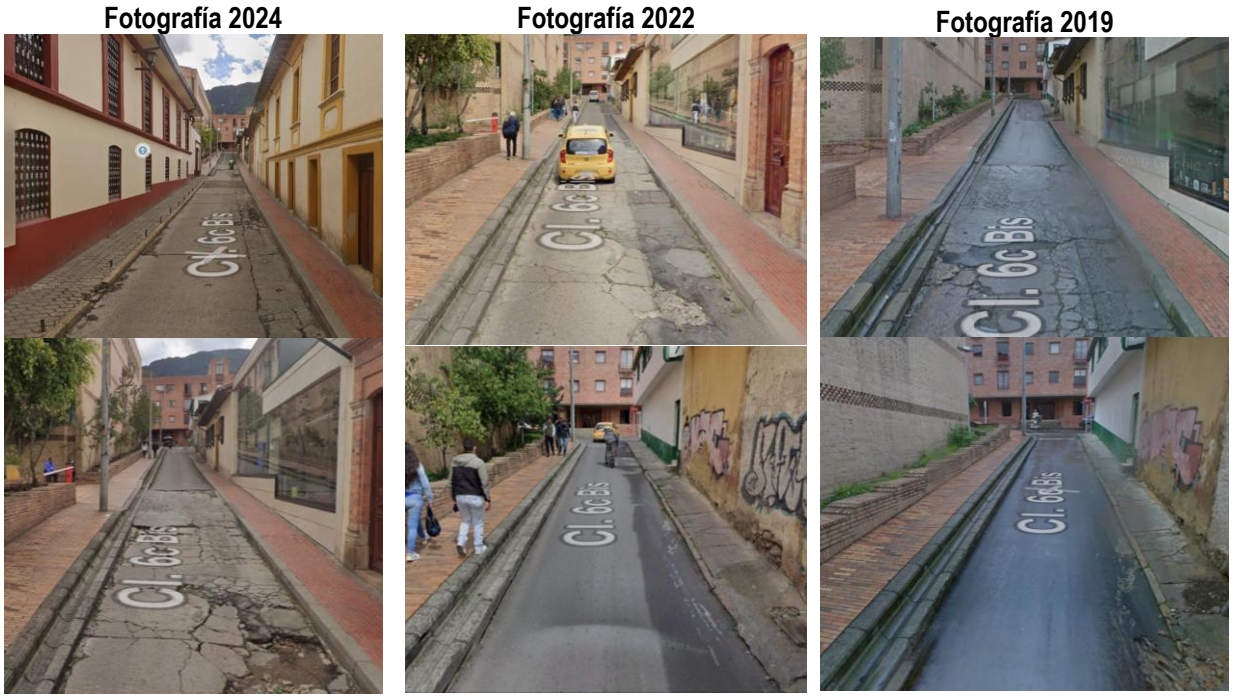
Ubicación y dirección: Calle 6C BIS, entre Carrera 6 y Carrera 7, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento (referencia): Pavimento con superficie mixta en flexible y rígido.
Área del segmento: 345,96 m².

Descripción general del entorno: Se observa una condición bastante diferenciada según la superficie del pavimento, pues la sección en rígido presenta daños relevantes como losas divididas, una sección sin losa pues ya se encuentra totalmente destruida, parcheos en muy mala condición, grietas longitudinales y de esquina, así como desportillamientos, escalonamientos y grietas de esquina.

El pavimento flexible por su parte presenta una condición superficial buena a regular en la sección grande, con deterioros como parcheos en mal estado, grietas longitudinales y transversales y un hueco de severidad alta, así mismo se presenta una condición muy mala en la primera sección que cubre apenas los primeros 5 metros del CIV, con deterioros relevantes como huecos con pérdida de carpeta asfáltica, pulimientos de agregados, hundimientos en cercanías a pozos, fisuraciones en bloque y secciones con piel de cocodrilo.

En general, se trata de un pavimento mixto en un estado global malo, el cual según la verificación histórica desde 2019 e incluso antes ya presentaba estas patologías que con el tiempo han venido evolucionando hasta dejar el segmento en una condición deficiente para el confort de la transitabilidad de los usuarios.

Figura 8 Imágenes históricas CIV 17000299



Fuente: Tomado de Google maps.

5 METODOLOGÍA

La metodología aplicada corresponde a la actualización del diagnóstico para siete (7) segmentos viales localizados en La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales. El proceso integra insumos existentes de tránsito, apiques y exploración geotécnica, georradar y deflectometría cuando aplique, y se complementa con la actualización de la condición superficial mediante inspección visual y cálculo del PCI actualizado. La metodología se desarrolla conforme al enfoque del IDU para conservación vial, articulando la evaluación superficial y estructural con periodos de análisis y diseño definidos para soportar la selección de alternativas de intervención. En los casos donde la información es insuficiente para poder hacer un análisis estructural detallado se procederá a dejar las respectivas notas y recomendaciones que apliquen.

5.1 Insumos de entrada y consolidación de información

Para cada segmento identificado por CIV–PK_ID se consolidó la información existente, incluyendo atributos de inventario y localización, el PCI de referencia, la información de tránsito, los resultados de apiques y ensayos de laboratorio, los resultados de georradar y, cuando aplique, la información de deflectometría. Esta consolidación asegura trazabilidad entre la información histórica y la condición actual, y evita duplicar campañas ya ejecutadas.

5.2 Actualización de la condición superficial

Se realizó inspección visual en campo para actualizar la condición superficial de los siete (7) segmentos a la fecha de revisión. La inspección incluyó la verificación de materialidad (flexible, rígido o articulado en adoquín), el registro de deterioros con severidad y extensión, y el soporte fotográfico correspondiente. Con base en lo anterior se determinó el PCI actualizado para cada segmento, manteniendo criterios consistentes para permitir la comparación con el PCI de referencia.

Como soporte complementario, se incorporaron capturas de Google Street View para representar la condición general del tramo y apoyar la lectura de su evolución observable entre diferentes fechas. Este insumo es visual y complementario; no reemplaza la inspección técnica ni el cálculo del PCI.

5.3 Integración por tipología de pavimento

Una vez actualizada la condición superficial, la información se integró con los insumos técnicos existentes, considerando la tipología de pavimento:

- Pavimento flexible: se contrasta el PCI actualizado con la información deflectométrica disponible y con parámetros estructurales derivados cuando existan, como el Número Estructural efectivo (SN) y la estimación de vida residual mediante análisis mecanicista.

- Pavimento rígido: además del PCI actualizado, se incorpora como criterio el desempeño asociado a juntas, especialmente la eficiencia de transferencia de carga (LTE) cuando este indicador (o información equivalente) se encuentre disponible. En ausencia de mediciones directas, la interpretación se sustenta en el PCI actualizado, en deterioros característicos del rígido (fisuración, deterioro de juntas, escalonamientos, reparaciones) y en los hallazgos de soporte y materiales derivados de apiques y laboratorio.

- Pavimento articulado (adoquín): la evaluación y definición de actividades se concentra en la superficie en adoquín, integrando la inspección visual y el PCI actualizado con los resultados de apiques (condición del material granular y subrasante) y con georradar cuando se disponga, priorizando la identificación de hundimientos, pérdida de regularidad, deformaciones y condiciones de soporte.

Ajuste de la información deflectométrica a condiciones actuales. Dado que la información deflectométrica disponible no corresponde a la fecha de la inspección actual, la interpretación estructural se ajusta incorporando el tránsito acumulado entre la fecha de toma de las deflexiones y la fecha de actualización del diagnóstico. Para ello, se estima el tránsito correspondiente al periodo transcurrido (en términos de ejes equivalentes o el parámetro adoptado en el estudio) y se incorpora como demanda adicional, de modo que la comparación con el SN efectivo represente condiciones actuales y no únicamente las existentes al momento de la medición.

5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU)

Para la selección de alternativas de intervención se adoptan los periodos establecidos por el IDU:

1. Diagnóstico: horizonte de 3 años, con el cual se define si el segmento puede atender el corto plazo con actividades de conservación o si requiere una intervención mayor.
2. Rehabilitación: cuando se requiere rehabilitación, el periodo de diseño adoptado es de 10 años.
3. Reconstrucción: cuando se requiere reconstrucción, el periodo de diseño es no inferior a 10 años para pavimento flexible y no menor a 20 años para pavimento rígido.

En los tramos con deflectometría previa, se incorpora el tránsito transcurrido desde la medición como demanda ya acumulada, para que el análisis no represente una condición “antigua” sino la condición vigente al momento de la actualización.

5.5 Definición de alternativas

La alternativa de intervención para cada segmento se define adoptando los criterios del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el documento “Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá” (versión 6, 2014). Bajo este enfoque, la selección se sustenta en la interacción entre el estado superficial (representado mediante el PCI actualizado) y un indicador estructural o de desempeño, según la tipología del pavimento, con el fin de orientar la decisión hacia actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según aplique.

- **Pavimentos flexibles.** La alternativa se selecciona con base en la relación entre el PCI y el Índice Estructural (Ie), definido como la razón entre el Número Estructural efectivo (SNefec) y el Número Estructural requerido (SNreq). La clasificación y la selección se realizan con el diagrama de diagnóstico del IDU que cruza rangos de PCI con rangos de Ie, y conduce a la categoría de intervención correspondiente (mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción), complementando con la matriz de intervenciones cuando aplique.

- **Pavimentos rígidos.** La decisión se define a partir de la interacción entre el PCI actualizado y el desempeño estructural asociado a juntas, incorporando la eficiencia de transferencia de carga (LTE) cuando se disponga de este indicador o de información equivalente. En ausencia de mediciones directas de LTE, la selección se sustenta en el PCI, en los deterioros característicos del pavimento rígido y en la información disponible de soporte y materiales.

- **Pavimentos articulados (adoquín).** La alternativa se sustenta principalmente en el PCI actualizado, en la tipología y severidad de deterioros propios de la superficie articulada (incluyendo la identificación de hundimientos y pérdida de regularidad) y en la condición de soporte, considerando la calidad de los materiales granulares y subrasante a partir de la información de apiques y ensayos asociados. En los segmentos donde exista superficie en adoquín, el análisis se concentra en dicha superficie.

De manera transversal para todas las tipologías, se incorpora un análisis breve de la condición y calidad de los materiales granulares y subrasante con base en los apiques y resultados de laboratorio, con el fin de identificar si se requiere retiro, reemplazo o mejoramiento localizado.

En los capítulos siguientes se presentan los criterios adoptados y las tablas/diagramas de clasificación del documento IDU, y se justifica la alternativa seleccionada por segmento con base en la tipología de pavimento, el PCI actualizado y los indicadores complementarios aplicables (Ie para flexible, LTE cuando esté disponible para rígido y calidad de materiales para adoquín).

6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Este capítulo describe las actividades desarrolladas en campo para la verificación de los siete (7) segmentos y la recopilación de información necesaria para la actualización del diagnóstico. La inspección se orientó a constatar la localización y características generales de cada tramo (identificación CIV–PK, límites, materialidad y condiciones del entorno), y a levantar información actual que permita comparar el estado vigente frente a la información de referencia disponible.

Durante la visita se realizó un recorrido visual de cada segmento, con registro fotográfico y anotaciones de condiciones relevantes que pueden influir en el desempeño del pavimento, tales como drenaje superficial, presencia de reparaciones o intervenciones de redes, confinamiento/bordes y particularidades operacionales. La información levantada en campo constituye el insumo principal para actualizar la condición superficial y soportar la interpretación posterior.

Vale la pena aclarar que la evaluación del estado superficial de los pavimentos se realizó mediante inspección visual detallada, siguiendo los lineamientos de la metodología PCI, conforme a lo establecido en las normas ASTM D6433 (pavimentos flexibles y rígidos) y ASTM 2840 (pavimentos adoquinados). Se precisa que el sector en pavimento articulado (adoquín) corresponde a un corredor continuo sobre la Calle 12D, conformado por los tramos CIV 17000125 (PK_ID 189796) y CIV 17000116 (PK_ID 189797), los cuales comparten la misma materialidad y condiciones operacionales comparables; por tanto, la caracterización del pavimento articulado se presenta de manera conjunta para ambos.

6.1 Segmento 1 – CIV 17000102 / PK_ID 189790

Este segmento con pavimento de superficie en asfalto evidencia que, de acuerdo con el inventario de daños realizado en el año 2023, el CIV 17000102 presentaba un número limitado de patologías, concentradas principalmente en deterioros de severidad baja a media, con una distribución relativamente homogénea entre las dos unidades de análisis. Los daños identificados correspondían a un conjunto reducido de tipos de deterioro, destacándose la presencia de fisuración y deterioros superficiales asociados a la carpeta asfáltica, con densidades individuales que, en general, no superaban el 7 % por tipo de daño. En términos funcionales, el pavimento evidenciaba un estado de deterioro incipiente a moderado, con daños mayoritariamente clasificados en severidad baja (B) y algunos casos puntuales de severidad alta (A), sin que se observara una concentración significativa de deterioros extensivos ni una coexistencia amplia de múltiples tipos de daño sobre una misma unidad.

La inspección visual realizada en febrero de 2026 evidencia una evolución significativa en la condición superficial del pavimento, caracterizada por un incremento tanto en la cantidad de tipos de daño identificados como en su distribución espacial, para ambas unidades del CIV. A diferencia de lo observado en 2023, el inventario de 2026 muestra la coexistencia de múltiples patologías en distintas severidades (baja, media y alta), con una mayor fragmentación de áreas afectadas y una presencia más frecuente de daños de severidad media, destacando especialmente el aumento en la densidad acumulada de ciertos deterioros, así como la aparición de daños que no habían sido reportados en la inspección anterior, lo cual indica una progresión del deterioro funcional de la carpeta asfáltica. En particular, se observa la presencia de áreas con densidades relevantes asociadas a fisuración y deterioros superficiales, lo que refleja una pérdida progresiva de la calidad de la superficie de rodadura. Adicionalmente, el inventario de 2026 evidencia una mayor dispersión de daños de severidad media, lo que sugiere que los deterioros han pasado de un estado incipiente a uno más generalizado, afectando de manera más uniforme la superficie del pavimento. Este comportamiento es consistente con un proceso de envejecimiento de la carpeta asfáltica y con la falta de intervenciones oportunas entre ambos periodos de evaluación, por lo que la intervención proyectada deberá considerar intervenciones mayores que permitan restablecer la condición superficial del pavimento.

6.2 Segmento 2 – CIV 17000125 / PK_ID 189796 y CIV 17000116 / PK_ID 189797

Los CIV 17000125 (PK_ID 189796) y 17000116 (PK_ID 189797) corresponden a tramos contiguos sobre la Calle 12D, con presencia de pavimento articulado tipo adoquín. Dado que ambos comparten la misma materialidad, condiciones de tránsito y un estado superficial comparable, el análisis se formula de manera integrada para el corredor. Para estos CIV no se dispone de información de evaluación de condición correspondiente al año 2023, por lo cual el análisis desarrollado se fundamenta exclusivamente en los resultados del inventario de deterioros levantado durante la inspección visual realizada en febrero de 2026, el cual constituye la línea base para la caracterización del estado actual del pavimento.

En el sector con presencia de pavimento rígido estampado asociado al corredor, con un área aproximada de 32,76 m² y conformado por 5 losas, la inspección visual evidencia una alta concentración de deterioros de severidad alta, con afectación recurrente en la totalidad de las losas evaluadas. Los daños identificados corresponden a múltiples tipos de deterioro, registrados de manera repetitiva, lo que indica que una proporción significativa de la superficie presenta manifestaciones de daño simultáneas. La coexistencia de varios tipos de daño de severidad alta en un área reducida refleja una condición funcional desfavorable del pavimento rígido estampado, con impacto directo sobre la calidad de rodadura y la durabilidad del sistema.

En los tramos construidos en pavimento articulado (adoquín) correspondientes al corredor conformado por los CIV 17000125 y 17000116, con un área aproximada de 472,50 m², la inspección visual de 2026 evidencia una amplia variedad de patologías como parcheos, pérdida de arena en la junta, adoquines dañados, falta de adoquines, depresiones, entre otros, con predominio de deterioros de severidad alta y media, distribuidos de manera no uniforme sobre la superficie. Se identifican daños asociados a pérdida de confinamiento, desalineación y deterioro superficial de las piezas, así como afectaciones relacionadas con asentamientos diferenciales y pérdida de soporte, lo cual es consistente con el comportamiento típico de este tipo de estructura cuando se presentan deficiencias en la capa de apoyo o en los sistemas de confinamiento lateral. Destaca particularmente la presencia de algunos tipos de daño con densidades elevadas en casos puntuales, lo que indica una afectación significativa de la funcionalidad del pavimento. La coexistencia de deterioros en diferentes niveles de severidad, junto con la dispersión espacial de los mismos, evidencia un estado avanzado de deterioro superficial, que compromete la calidad de la rodadura y genera una alta probabilidad de requerir intervenciones correctivas recurrentes si no se adoptan soluciones de mayor alcance. En consecuencia, la condición del adoquín se interpreta como representativa para ambos tramos (CIV 17000125 y CIV 17000116) en tanto unidad funcional continua

6.3 Segmento 3 – CIV 17000046 / PK_ID 189697

El segmento CIV 17000046, correspondiente a un pavimento flexible, evidencia una evolución negativa de su condición superficial entre la inspección realizada en 2023 y la efectuada en febrero de 2026. En la evaluación de 2023 se identificaron principalmente deterioros de carácter funcional y superficial, destacándose la presencia de grietas longitudinales y transversales con severidad media, parcheos con severidades baja y media —especialmente representativos en la Unidad 2—, así como huecos, abultamientos/hundimientos y desprendimiento de agregados con densidades bajas y distribución localizada. En general, la condición observada en este periodo correspondía a un estado de deterioro moderado, susceptible de ser atendido mediante actividades de mantenimiento rutinario y correctivo puntual.

Por su parte, la inspección visual realizada en 2026 muestra un incremento significativo tanto en la extensión como en la severidad de los daños. Las grietas longitudinales y transversales se consolidan como la patología predominante del segmento, alcanzando densidades elevadas, especialmente en la Unidad 1, lo que evidencia un proceso avanzado de fisuración generalizada. De manera simultánea, se observa un aumento importante de abultamientos y hundimientos, con sectores que alcanzan severidad media, lo cual sugiere una posible pérdida de capacidad

estructural del pavimento o deficiencias en las capas inferiores y en el drenaje. Los parcheos continúan presentes de forma dispersa, lo que indica la ejecución de intervenciones correctivas puntuales que no han sido suficientes para contener el avance de los deterioros circundantes, mientras que los huecos, aunque mantienen severidad baja, persisten como manifestación de procesos activos de desintegración superficial.

En términos generales, la comparación entre ambas inspecciones evidencia un deterioro progresivo del pavimento, caracterizado por el aumento de la densidad de fisuras, la aparición más frecuente de deformaciones superficiales y la limitada efectividad de los mantenimientos realizados.

6.4 Segmento 4 – CIV 17000181 / PK_ID 189747

En el CIV 17000181, correspondiente a un pavimento flexible de rodadura sobre una estructura de pavimento rígido, la inspección de 2023 ya evidenciaba un estado avanzado de deterioro, dominado principalmente por agrietamiento en bloque y grietas de borde, con densidades muy altas que en la Unidad 1 alcanzaban valores superiores al 75 % del área evaluada, y en la Unidad 2 del orden del 35 %. Adicionalmente, se identificaban grietas longitudinales y transversales, así como parcheos, lo que indicaba intervenciones previas sin una solución estructural integral y un proceso de deterioro activo asociado a la pérdida de capacidad del pavimento flexible y a la influencia de la estructura rígida subyacente.

La inspección visual realizada en febrero de 2026 confirma la continuidad y agravamiento de este proceso. Si bien se observa una mayor dispersión de daños individuales, persisten y se consolidan como patologías dominantes las fisuraciones en bloque, las grietas longitudinales y transversales y las grietas por reflexión de juntas, estas últimas coherentes con la presencia del pavimento rígido inferior. El deterioro se manifiesta de manera generalizada en ambas unidades, con múltiples registros de fisuración de severidad baja a media distribuidos sobre gran parte del área, así como la presencia reiterada de parcheos, lo que evidencia intentos de corrección local que no han logrado detener la progresión del daño.

De acuerdo con la inspección realizada en febrero de 2026, el pavimento flexible se encuentra en un muy mal estado funcional y estructural, observándose en varios puntos la exposición directa de las losas de concreto subyacentes debido a la pérdida del material de rodadura. Esta condición confirma que el sistema flexible ha superado su vida útil y que el deterioro no es únicamente superficial, sino asociado a movimientos diferenciales, reflexión de juntas y fatiga generalizada, lo cual explica la alta recurrencia de fisuras y la rápida degradación entre inspecciones. En consecuencia, el comportamiento observado sugiere que las acciones de mantenimiento puntuales resultan insuficientes y que el segmento requiere intervenciones de mayor alcance para restablecer condiciones adecuadas de servicio y durabilidad.

6.5 Segmento 5 – CIV 17000137 / PK_ID 189761

El CIV 17000137, correspondiente a un pavimento flexible, en la inspección realizada en 2023 presentaba un nivel de deterioro moderado y relativamente controlado. En la Unidad 1 predominaban fisuración en bloque, grietas de borde y áreas intervenidas mediante parcheo, todas en severidad baja y con densidades individuales reducidas. En la Unidad 2 se evidenciaban grietas longitudinales y transversales en severidad baja y un parcheo en severidad media con una densidad más representativa, lo que sugería intervenciones correctivas previas en sectores puntuales. Los huecos aparecían en ambas unidades en severidad media, pero con baja incidencia superficial. En general, el comportamiento observado en 2023 era compatible con un pavimento que requería mantenimiento rutinario y correctivo localizado, sin señales claras de deterioro estructural generalizado.

La inspección de febrero de 2026 evidencia una condición más compleja y desfavorable. Se observa un aumento significativo en la presencia de grietas longitudinales y transversales, ahora registradas de manera repetitiva y en

varios casos con severidad alta, lo que indica una evolución del proceso de fisuración y una pérdida progresiva de integridad superficial. Los parcheos también aumentan tanto en frecuencia como en severidad, especialmente en la Unidad 2, reflejando intervenciones reactivas sobre zonas que continúan deteriorándose. Aparecen además nuevas manifestaciones que no habían sido reportadas en 2023, como piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, así como desprendimiento de agregados en severidades media y alta, lo cual evidencia procesos activos de desintegración y deformación superficial. Los huecos persisten, ahora con mayor dispersión, confirmando la continuidad del deterioro.

En conjunto, la comparación entre 2023 y 2026 muestra la transición desde un estado con daños localizados y severidades predominantemente bajas, hacia una condición con mayor diversidad de patologías, incremento de severidad y aumento de áreas intervenidas. El comportamiento observado sugiere que las acciones de mantenimiento realizadas no han sido suficientes para contener la progresión del deterioro, consolidándose un escenario de afectación funcional más amplia que requerirá intervenciones de mayor alcance para restablecer condiciones adecuadas de servicio.

6.6 Segmento 6 – CIV 17000299 / PK_ID 189727

El CIV 17000299 corresponde a un segmento con rodadura mixta, conformado por dos tramos en pavimento flexible (Unidad 1) y un sector intermedio en pavimento rígido (Unidad 2). La comparación entre las inspecciones de 2023 y 2026 evidencia comportamientos diferenciados según el tipo de superficie, aunque en ambos casos se observa persistencia de deterioros que afectan la condición funcional del segmento.

En 2023, el tramo en pavimento flexible presentaba una condición relativamente estable, con presencia exclusiva de áreas intervenidas mediante parcheo en severidades baja y alta, y con densidades reducidas. No se registraban manifestaciones significativas de fisuración generalizada ni deformaciones relevantes, lo que sugería un estado funcional aceptable, aunque con antecedentes de mantenimiento correctivo puntual. En la inspección de 2026, el pavimento flexible muestra una mayor diversidad de patologías. Además de mantenerse las áreas de parcheo, se identifican huecos en severidad baja y presencia de pulimiento de agregados, así como algunas grietas longitudinales y transversales en severidad baja. Aunque las densidades individuales continúan siendo moderadas, la aparición de nuevos tipos de daño indica el inicio de procesos de deterioro superficial más amplios, superando el escenario observado en 2023 donde el daño estaba concentrado únicamente en intervenciones previas. En términos generales, el tramo flexible evoluciona desde una condición dominada por reparaciones puntuales hacia un estado con mayor variedad de afectaciones superficiales, aunque aún sin evidenciar un deterioro estructural extendido.

Por su parte, el tramo en pavimento rígido ya presentaba en 2023 múltiples patologías de severidad alta distribuidas en varias losas, incluyendo fisuración, deterioro en juntas y otros daños característicos del concreto. Las densidades registradas por losa eran elevadas, lo que indicaba una condición estructural comprometida en una proporción significativa del área evaluada.

En 2026, el pavimento rígido mantiene un patrón de deterioro de alta severidad, con reiterada presencia de daños en las losas, particularmente asociados a fisuración, descascaramientos y deterioro de juntas, por lo que el número de losas afectadas y la repetición de daños de severidad alta evidencian que el problema persiste de manera generalizada. El comportamiento observado sugiere que el deterioro estructural del tramo rígido no ha sido corregido de forma integral, manteniéndose una condición funcional desfavorable. En conjunto, el CIV 17000299 presenta un contraste claro entre un tramo flexible con deterioro superficial en proceso de evolución y un tramo rígido con afectaciones estructurales reiteradas y de alta severidad. La comparación temporal muestra que, mientras el flexible empieza a manifestar mayor diversidad de daños, el rígido mantiene una condición crítica que probablemente incide de manera significativa en la valoración global del segmento.

7 CONDICIÓN SUPERFICIAL Y FUNCIONAL (PCI Y EVIDENCIA HISTÓRICA)

En este capítulo se presenta la condición superficial y funcional de los siete (7) segmentos como referente para actualizar el diagnóstico. Se toma como línea base el PCI de referencia diciembre 2023 a enero de 2024 y, dado que la condición superficial ha cambiado con el tiempo por efecto del tránsito y la carga, el drenaje, intervenciones puntuales y la fatiga de la estructura, se realiza una actualización a condiciones actuales mediante inspección en campo y cálculo del PCI 2026 (levantamiento del 1 de febrero de 2026).

7.1 Información de referencia (PCI 2023-2024)

Para cada segmento se cuenta con un PCI calculado en 2024 a partir de una inspección realizada en diciembre de 2023, el cual se adopta como condición de referencia. Esta información permite caracterizar el estado superficial reportado en el diagnóstico previo y sirve como línea base para comparar e identificar variaciones en el desempeño superficial.

En este apartado se presenta el PCI 2023–2024 por tramo según lo reportado por SAICON Ingeniería; adicionalmente, se realiza la verificación con base en los resultados de la inspección, validando los valores de PCI por CIV conforme a la metodología ASTM: pavimentos flexibles y rígidos según ASTM D6433 y pavimentos articulados bajo las consideraciones de la ASTM 2840. Los resultados comparativos se plantean en la siguiente tabla:

Tabla 2 Resultados PCI 2023-2024

CIV	PK_ID	TIPO	Unidad Muestra	Área	Losas	PCI PARCIAL			Revisión de PCI con ASTM			
			-	(m²)	Und	Parcial	CIV	Clasificación	Parcial	Clasificación	CIV	Clasificación
17000102	189790	FLEXIBLE	1	236.8	-	41	42	C	37	Malo	39	C
			2	236.8	-	43			40	Malo		
17000125	189796	SIN DATO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17000116		SIN DATO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17000046	189697	FLEXIBLE	1	316.96	-	58	46	C	57	Bueno	45	C
			2	316.96	-	34			33	Malo		
17000181	189747	FLEXIBLE	1	323.64	-	35	52	C	31	Malo	51	C
			2	323.64	-	70			71	Muy Bueno		
17000137	189761	FLEXIBLE	1	291	-	83	74	B	83	Muy Bueno	73	B
			2	291	-	64			62	Bueno		
17000299	189727	FLEXIBLE	1	159.81	-	82	53	C	80	Muy Bueno	47	C
		RIGIDO	2	191.43	18	25			19	Muy Malo		

Fuente: Elaboración propia.

El análisis comparativo entre los valores de PCI reportados en el estudio 2023-2024 y la verificación interna realizada bajo los lineamientos metodológicos de la norma ASTM permite identificar variaciones en la clasificación de condición para varios de los CIV evaluados. En términos generales, aunque algunos segmentos mantienen la misma categoría global, se evidencian diferencias en los valores parciales por unidad de muestreo y en la calificación final de ciertos tramos, lo que refleja el efecto de la aplicación estricta de los factores de deducción y criterios de ponderación establecidos en las normas ASTM D6433 para pavimentos flexibles y rígidos, y ASTM 2840 para pavimentos articulados.

Particularmente, en segmentos con rodadura flexible como los CIV 17000046, 17000181 y 17000137, la verificación muestra ajustes en las clasificaciones parciales por unidad, con casos donde el estudio previo reportaba condiciones más favorables (por ejemplo, categorías “Bueno” o “Muy Bueno”) y la revisión bajo ASTM ubica algunas unidades en categorías inferiores, evidenciando una interpretación más conservadora frente a la severidad y densidad acumulada

de los daños. En otros casos, aunque la categoría global se mantiene (como en algunos tramos clasificados como "Regular"), los valores numéricos del PCI presentan variaciones que inciden en la cercanía a umbrales de cambio de clasificación. En el caso del CIV con rodadura mixta (17000299), la diferencia entre el comportamiento del tramo flexible y el rígido también se refleja en los resultados del PCI, mostrando contrastes internos que impactan la valoración consolidada del segmento. Asimismo, para el CIV 17000102, las diferencias entre valores parciales y la clasificación final evidencian la sensibilidad del índice frente a la acumulación de deterioros de severidad media y alta.

En conjunto, el comparativo confirma que la aplicación homogénea de la metodología ASTM genera ajustes en la clasificación de ciertos segmentos frente al estudio previo, especialmente en aquellos con mayor diversidad de patologías o con configuraciones mixtas de rodadura. Estas variaciones no solo responden a diferencias en los valores numéricos del PCI, sino a la rigurosidad en la ponderación de severidades y densidades acumuladas, lo cual resulta determinante para establecer con mayor precisión la condición funcional real de cada CIV dentro del presente informe.

7.2 Actualización de la condición superficial (PCI 2026) y evidencia histórica

Con el fin de reflejar la condición vigente, se realizó una inspección visual en campo para identificar los deterioros presentes en cada segmento, su severidad y extensión, y con base en la información levantada el 1 de febrero de 2026 se efectuó el cálculo del PCI actualizado (2026). En este apartado se presentan los valores actualizados por tramo y se comparan con el PCI de referencia 2023-2024, destacando los cambios relevantes observados.

A modo de comparación general, se plantea a continuación la tabla con resultados de la evaluación de PCI según la inspección de 2026:

Tabla 3 Resultados PCI 2026

CIV	PK_ID	Unidad Muestra	Abscisado		Ancho	Área	Losas	TIPO	Revisión de PCI con ASTM 2026			
		-	Inicio	Fin	(m)	(m²)	Und		Parcial	Clasificación	CIV	Clasificación
17000102	189790	1	0	59.2	4	236.80	-	FLEXIBLE	30	Malo	27	C
		2	59.2	118.4	4	236.80	-		23	Muy Malo		
17000125	189796	1	0	5.2	6.3	32.76	5	RÍGIDO	0	Fallado	7	D
		2	5	40	6.3	32.76	-	ADOQUÍN	0	Fallado		
17000116	189797	1	40	80	6.3	220.50	-	ADOQUÍN	38	Malo	38	C
17000046	189697	1	0	56.6	5.6	252.00	-	FLEXIBLE	42	Regular	43	C
		2	56.6	113.2	5.6	316.96	-		44	Regular		
17000181	189747	1	0	55.8	5.8	323.64	-	FLEXIBLE	25	Muy Malo	24	D
		2	55.8	111.6	5.8	323.64	-		23	Muy Malo		
17000137	189761	1	0	58.2	5	291.00	-	FLEXIBLE	31	Malo	36	C
		2	58.2	116.4	5	291.00	-		40	Malo		
17000299	189727	1	0	5	3.1	154.07	-	FLEXIBLE	40	Malo	18	D
			65.9	110.6								
		2	5	66.9	3.1	191.89	13	RIGIDO	1	Fallado		

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Comparación resultados de PCI 2023 vs 2026

Con el fin de evaluar la evolución de la condición superficial de los corredores viales por diagnosticar, se realizó un análisis comparativo de los resultados de PCI obtenidos en el estudio desarrollado en 2023-2024 y los resultados del estudio más reciente. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la verificación interna realizada para 2023-2024 mediante la aplicación estricta de la metodología PCI conforme a la normativa ASTM, la cual permitió contrastar los valores reportados inicialmente y establecer una lectura homogénea del estado de los pavimentos. Este análisis se orienta a

identificar variaciones en la clasificación de los segmentos, así como a evaluar la consistencia de los resultados en función del enfoque metodológico empleado.

7.3.1 CIV 17000102 – Calle 12C, entre Carrera 4 y Carrera 5

En el estudio 2023-2024 el segmento se clasificaba en condición Regular (C) según la verificación ASTM. Para 2026 el PCI desciende hasta una clasificación global que se mantiene en categoría Regular (C), pero con una reducción en los valores parciales y presencia de unidades en condición Muy Mala. Este comportamiento es coherente con lo observado en la inspección visual, donde se evidenció aumento de severidades medias y altas, así como mayor dispersión de patologías. Aunque la categoría global no cambia drásticamente, el descenso numérico confirma una pérdida progresiva de capacidad funcional.

7.3.2 CIV 17000125 – Calle 12D, entre Carrera 1 y Carrera 1 BIS

En el análisis 2023-2024 este CIV no contaba con datos consolidados comparables. Para 2026 el resultado es crítico, con clasificación global en condición Deficiente (D) y unidades catalogadas como Falladas tanto en el tramo rígido como en el de adoquín. Esto coincide plenamente con la inspección visual, donde se evidenció alta severidad en losas, deterioro de juntas y, en el caso del adoquín, pérdida de confinamiento y afectaciones extensas. El PCI confirma que el segmento se encuentra en estado estructuralmente comprometido y requiere intervención de alto impacto.

7.3.3 CIV 17000116 – Calle 12D, entre Carrera 1A y Carrera 1 bis

En el análisis 2023-2024 este CIV tampoco contaba con información consolidada comparable, dado que el corredor no fue objeto de diagnóstico específico en dicho periodo. Para 2026, los resultados muestran un desempeño igualmente desfavorable, con clasificación en condición Regular (C) y unidades con deterioros severos consistentes con los observados en el CIV 17000125. En consecuencia, y considerando que se trata de un tramo contiguo al CIV 17000125 con condiciones operacionales similares, el PCI soporta que la intervención se aborde de manera integral y continua en el corredor de la Calle 12D, privilegiando soluciones de reconstrucción y cambio de materialidad sobre correcciones puntuales.

7.3.4 CIV 17000046 – Carrera 8, entre Calle 12B y Calle 12C

En 2023-2024 el segmento presentaba una clasificación global Regular (C), con una unidad incluso catalogada como Buena. Para 2026 el PCI se mantiene en Regular (C) pero con valores más bajos y ambas unidades homogéneamente en condición regular, desapareciendo la condición “Buena” previamente reportada. Este ajuste es consistente con el incremento significativo de fisuración longitudinal y transversal, así como con el aumento de deformaciones superficiales observadas en 2026. La evolución confirma deterioro progresivo sin aún alcanzar condición crítica.

7.3.5 CIV 17000181 – Calle 11, entre Carrera 4 y Carrera 5

En el periodo 2023-2024 el segmento ya se encontraba en condición Regular (C), con unidades en estado bajo a muy bajo. Para 2026 el PCI desciende a Deficiente (D), con ambas unidades clasificadas como Muy Mala. Esta caída es coherente con la condición evidenciada en campo: fisuración generalizada, reflexión de juntas y exposición de losas subyacentes. El PCI 2026 confirma que el pavimento superó el umbral de mantenimiento rutinario y se encuentra en fase de falla funcional generalizada.

7.3.6 CIV 17000137 – Calle 12, entre Carrera 5 y Carrera 6

En la evaluación de referencia el segmento presentaba una clasificación global Buena (B), con unidades en rango bueno y muy bueno. Para 2026 el PCI desciende a Regular (C). Esta reducción refleja el aumento de grietas en severidad alta, mayor frecuencia de parcheos y aparición de nuevas patologías superficiales. Aunque no alcanza categoría crítica, el comportamiento evidencia una transición clara desde una condición confortable hacia un estado intermedio que demanda intervenciones preventivas antes de que el deterioro se acelere.

7.3.7 CIV 17000299 – Calle 6C BIS, entre Carrera 6 y Carrera 7

En el análisis 2023-2024 el segmento se encontraba en condición Regular (C), con contraste interno entre el tramo flexible y el rígido. Para 2026 el PCI global cae a Deficiente (D), con el tramo rígido registrando condición Fallada y el flexible en Malo. Esta variación es consistente con la persistencia de daños de alta severidad en losas del tramo rígido y la evolución del tramo flexible hacia mayor diversidad de deterioros. El PCI confirma que el comportamiento estructural del tramo rígido domina negativamente la condición global del CIV.

8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA

En la revisión de antecedentes y soportes técnicos se evidenció que, para los siete (7) tramos evaluados, se ha considerado la siguiente relación de información existente conforme a los lineamientos mínimos necesarios para establecer valores representativos de diseño a partir de resultados geotécnicos medidos in situ para cada CIV según los estudios previos relacionados a lo largo de este informe que se recopilan del diagnóstico inicial ejecutados entre diciembre de 2023 y enero de 2024 por SAICON Ingeniería.

Con el fin de aprovechar la información disponible, se relacionaron los apiques más cercanos a cada tramo y se compiló el soporte de laboratorio existente (CBR y/o PDC, cuando aplica), para tener un orden de magnitud del comportamiento en la zona.

Tabla 4 Apiques relacionados

CIV	Apiques asociados / sugeridos	¿CBR?	¿PDC?	Observaciones
17000102	Apique 3	Sí	Sí	Cuenta con CBR y PDC.
17000125	Apique (registro con error) / Apique 56 (cercano)	No	No	En el registro hay inconsistencia: GPR clasifica el adoquín como flexible. Apique 56 no tiene CBR ni PDC.
17000046	Apiques 32, 33 y 35 (por cercanía)	Sí/Parcial	Sí/Parcial	Se proponen para validar por cercanía (disponen de CBR o PDC).
17000181	Apique 9 (sin documento) / Apique 10 (cercano)	No	(No reportado)	Apique 9 sin soporte en “Información de referencia”. La tabla del informe no muestra resultados de CBR. Apique 10 tampoco tiene CBR.
17000137	Apique 50 (cercano)	(No reportado)	Sí	GPR indica “sin apique” asociado al tramo. Se sugiere apique 50 (tiene PDC).
17000299	Apique 16	No	Sí	No tiene CBR, pero sí PDC.

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

El resumen de la información de ensayos de laboratorio con los que se cuenta se plantea a continuación:

Tabla 5 Ensayos de clasificación

Apique	CIV	PK_ID	N°	Prof. Desde (m)	Prof. Hasta (m)	Descripción (Campo)	w (%)	LL (%)	IP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	AASHTO	USCS
3	17000102	189790		0	0.12	Carpeta asfáltica								
3	17000102	189790		0.12	0.27	Losa de concreto								
3	17000102	189790	1	0.27	0.4	Relleno granular	9.6	NP		27	39	35		SM
3	17000102	189790	2	0.4	1.5	Subrasante	16.8	25	12	0	25	75		CL
50	17000137	189762		0	0.19	Carpeta asfáltica								
50	17000137	189762	1	0.19	0.74	Relleno granular	9.7	NP		22	31	48	A-4 (IG 0)	SM
50	17000137	189762	2	0.74	1.5	Relleno granular	8.9	NP		16	40	44	A-4 (IG 0)	SM
32	17000046	189695		0	0.3	Carpeta asfáltica								
32	17000046	189695	1	0.3	1.5	Relleno antrópico: limo de baja plasticidad	28.37	NP						ML
33	17000046	189696		0	0.06	Carpeta asfáltica								
33	17000046	189696		0.06	0.2	Losa de concreto								
33	17000046	189696	1	0.2	0.5	Material granular (SM)	6.6	NP		37	38	24		SM
33	17000046	189696	2	0.5	1.5	Suelo natural (arcilla)	27.92	46	25	2	19	80		CL
35	17000046	189698		0	0.2	Carpeta asfáltica								
35	17000046	189698	1	0.2	0.8	Material granular (relleno)	15.3	NP		16	42	43		SM
10	17000181	189786		0	0.15	Carpeta asfáltica								
10	17000181	189786	1	0.15	0.9	Material granular: arena limosa	13.9	NP		26	40	34		SM

Apique	CIV	PK_ID	N°	Prof. Desde (m)	Prof. Hasta (m)	Descripción (Campo)	w (%)	LL (%)	IP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	AASHTO	USCS
16	17000299	189727		0	0.09	Carpeta asfáltica								
16	17000299	189727		0.09	0.17	Losa de concreto								
16	17000299	189727	1	0.17	1.5	Relleno granular	8.28	NP		18	47	35		SM
56	17000125	91019725		0	0.2	Carpeta asfáltica								
56	17000125	91019725	1	0.2	1	Material granular: arena limosa	8.72	NP		28	38	34		SM

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

Así mismo, la información disponible sobre resistencia de las capas de la estructura se plantea a continuación:

Tabla 6 Ensayos de resistencia

Apique	CIV	Descripción (Campo)	CBR			PDC			
								CBR por correlación (PDC)	
			Sin inmersión (%)	inmersión (%)	Expansión (%)	PDC Prof (m)	PDC (mm/golpe)	USA	MOPT
3	17000102	Carpeta asfáltica							
3	17000102	Losa de concreto							
3	17000102	Relleno granular							
3	17000102	Subrasante	6.3	4.8	0	0.58	31	6.2	4.6
50	17000137	Carpeta asfáltica							
50	17000137	Relleno granular				0.74	25.33	7.8	6.1
50	17000137	Relleno granular				0.74	25.33	7.8	6.1
32	17000046	Carpeta asfáltica				0.3	36	5.3	3.8
32	17000046	Relleno antrópico: limo de baja plasticidad				0.3	36	5.3	3.8
33	17000046	Carpeta asfáltica							
33	17000046	Losa de concreto							
33	17000046	Material granular (SM)				0.4	57.5	3.1	2
33	17000046	Suelo natural (arcilla)	1.9	1.2	0	0.4	57.5	3.1	2
35	17000046	Carpeta asfáltica							
35	17000046	Material granular (relleno)				0.8	17	12.2	10.7
10	17000181	Carpeta asfáltica							
10	17000181	Material granular: arena limosa							
16	17000299	Carpeta asfáltica							
16	17000299	Losa de concreto							
16	17000299	Relleno granular				0.57	48.75	3.8	2.5
56	17000125	Carpeta asfáltica							
56	17000125	Material granular: arena limosa							

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

En relación con el potencial de expansividad, los ensayos de clasificación disponibles en las Tablas 5 y 6 del informe, provenientes del diagnóstico de SAICON Ingeniería, indican que los materiales encontrados hasta 1.5 m de profundidad — profundidad representativa para caracterizar la subrasante en vías urbanas locales e intermedias — corresponden predominantemente a arenas limosas no plásticas (SM), las cuales no presentan potencial de cambio volumétrico. Los únicos materiales con plasticidad identificados son arcillas de baja plasticidad (CL), con límite líquido máximo de 46% e índice de plasticidad máximo de 25%. Aplicando los criterios del Título H de la NSR-10 para la clasificación del potencial de expansión a partir del LL e IP, sin necesidad de ensayos de expansión independientes.

El único ensayo de expansión directamente disponible (Apique 3, subrasante CIV 17000102, clasificada como CL con IP = 12%) arrojó un valor de expansión de 0%, resultado coherente con la clasificación de potencial bajo obtenida mediante los criterios del Título H de la NSR-10. El caso de mayor plasticidad identificado (Apique 33, IP = 25%, LL = 46%) se clasifica como potencial medio, y corresponde a material ubicado bajo relleno granular, sin contacto directo con la estructura nueva propuesta.

Adicionalmente, la revisión del registro fotográfico histórico de los siete tramos no evidencia manifestaciones típicas de actividad expansiva activa en campo, tales como levantamiento de andenes, desnivelación de bordillos, escalonamiento de losas o fisuras en fachadas adyacentes. Los deterioros documentados corresponden a patologías propias del envejecimiento de la carpeta asfáltica y la fatiga de la estructura, cuya morfología es claramente diferenciable de los efectos asociados a cambios volumétricos del suelo. Cabe señalar además que, aun en suelos con cierto potencial de expansión, el fenómeno solo se activa ante variaciones significativas en las condiciones de humedad o de carga, circunstancia que no se evidencia en estas vías urbanas con infraestructura de servicios públicos consolidada.

9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO

Para el análisis de los siete (7) tramos incluidos en este documento se realizó la caracterización de tránsito con base en la información disponible en los diseños de referencia, la cual fue actualizada al año vigente para asegurar consistencia con las condiciones actuales de operación y demanda vehicular. Esta actualización se emplea como insumo para el diagnóstico y para el dimensionamiento de las alternativas de intervención definidas para cada tramo.

Adicionalmente, considerando que la información deflectométrica empleada para la verificación estructural fue tomada en un año anterior al presente diagnóstico, se incorporó el efecto del tránsito ocurrido entre la fecha de medición y la fecha actual. En la práctica, esto se abordó como una actualización del acumulado de tránsito (años adicionales de servicio), de manera que la evaluación no represente una condición no actualizada del pavimento, sino que incluya el desgaste y deterioro esperable durante el periodo transcurrido desde la toma de deflexiones hasta la fecha de actualización.

Vale la pena hacer claridad de que la información de referencia que se tiene para el análisis de tránsito relaciona los siguientes estudios por cada CIV:

- CIV: 17000102, estudio de tránsito sobre la Calle 12 C desde Carrera 4 hasta Carrera 5.
- CIV: 17000125 y CIV: 17000116, no cuentan con estudio de tránsito propio, dado que no se realizó diagnóstico en 2023 para este corredor y no se dispone de caracterización directa de volúmenes, composición ni participación de tránsito pesado. En consecuencia, para efectos del presente análisis se consideran como una unidad funcional sobre la Calle 12D y se adopta una referencia de tránsito de un corredor cercano, sujeta a validación.
- CIV: 17000046, estudio de tránsito sobre la Carrera 8 desde la calle 11 hasta la calle 13.
- CIV: 17000181, estudio de tránsito sobre la Calle 11 desde la carrera 4 hasta la carrera 7.
- CIV: 17000137, estudio de tránsito sobre la Calle 12 desde Carrera 5 hasta Carrera 6.
- CIV: 17000299, en 2023 le fue asignado el estudio de tránsito realizado sobre la Carrera 3 desde la calle 10 hasta la calle 13. Si bien el CIV queda en otra dirección, para el presente análisis se tomara ese mismo estudio de tránsito como referencia. No obstante, se recomienda validar en campo, o mediante la actualización de un estudio específico de tránsito, que las condiciones reales de flujo vehicular (volúmenes, composición y tránsito pesado) sean efectivamente comparables con las utilizadas en la asignación inicial, a fin de garantizar la coherencia técnica entre la condición estructural evaluada y la demanda real de carga.

A continuación, se presenta el listado con los resultados de TPD (Tránsito Promedio Diario) adoptados para cada uno de los tramos analizados, los cuales sirven como base para los cálculos y comparaciones presentados en los capítulos posteriores.

Tabla 7 TPD Carrera 12C

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	1,308	53	6	2	87	30	5				1,491
0	2024	1,332	53	6	2	94	32	5				1,524
0	2025	1,356	54	6	2	102	35	6				1,561
1	2026	1,394	54	6	2	109	37	6				1,608
2	2027	1,433	55	6	2	116	40	7				1,659
3	2028	1,473	55	6	2	123	42	7				1,708
4	2029	1,514	56	6	2	131	45	8				1,762
5	2030	1,557	56	6	2	139	48	8				1,816
6	2031	1,602	56	6	2	147	51	8				1,872
7	2032	1,647	56	6	2	156	54	9				1,930

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
8	2033	1,694	56	6	2	165	57	9				1,989
9	2034	1,739	56	6	2	175	61	10				2,049
10	**2035**	**1785**	**56**	**6**	**2**	**186**	**65**	**11**				**2,111**
11	2036	1,832	56	6	2	198	69	12				2,175
12	2037	1,881	56	6	2	210	73	13				2,241
13	2038	1,931	56	6	2	223	78	14				2,310
14	2039	1,982	56	6	2	237	83	15				2,381
15	2040	2,035	56	6	2	252	88	16				2,455
16	2041	2,089	56	6	2	268	94	17				2,532
17	2042	2,144	56	6	2	285	100	18				2,611
18	2043	2,201	56	6	2	303	106	19				2,693
19	2044	2,259	56	6	2	322	113	20				2,778
20	**2045**	**2319**	**56**	**6**	**2**	**342**	**120**	**21**				**2,866**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 8 TPD Carrera 8

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	3,474	9	5	2	73	6					3,569
0	2024	3,537	9	5	2	79	6					3,638
0	2025	3,602	9	5	2	85	7					3,710
1	2026	3,703	9	5	2	90	7					3,816
2	2027	3,807	9	5	2	96	8					3,927
3	2028	3,913	9	5	2	103	8					4,040
4	2029	4,023	9	5	2	109	9					4,157
5	2030	4,135	9	5	2	116	10					4,277
6	2031	4,253	9	5	2	123	11					4,403
7	2032	4,375	9	5	2	130	11					4,532
8	2033	4,500	9	5	2	137	12					4,665
9	2034	4,619	9	5	2	146	13					4,794
10	**2035**	**4,742**	**9**	**5**	**2**	**155**	**14**					**4,927**
11	2036	4,868	9	5	2	165	15					5,064
12	2037	4,997	9	5	2	175	16					5,204
13	2038	5,130	9	5	2	186	17					5,349
14	2039	5,266	9	5	2	198	18					5,498
15	2040	5,406	9	5	2	210	19					5,651
16	2041	5,549	9	5	2	223	20					5,808
17	2042	5,696	9	5	2	237	21					5,970
18	2043	5,847	9	5	2	252	23					6,138
19	2044	6,002	9	5	2	268	25					6,311
20	**2045**	6,161	9	5	2	285	27					**6,489**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 9 TPD Calle 11

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	782		3		16						801
0	2024	796		3		17						816
0	2025	811		3		19						833
1	2026	834		3		20						857
2	2027	857		3		22						882
3	2028	881		3		23						907
4	2029	906		3		24						933
5	2030	931		3		26						960
6	2031	958		3		28						989

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
7	2032	985		3		29						1,017
8	2033	1,013		3		31						1,047
9	2034	1,040		3		33						1,076
10	**2035**	**1068**		**3**		**35**						**1,106**
11	2036	1,096		3		37						1,136
12	2037	1,125		3		39						1,167
13	2038	1,155		3		42						1,200
14	2039	1,186		3		45						1,234
15	2040	1,218		3		48						1,269
16	2041	1,250		3		51						1,304
17	2042	1,283		3		54						1,340
18	2043	1,317		3		58						1,378
19	2044	1,352		3		62						1,417
20	**2045**	**1388**		**3**		**66**						**1,457**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 10 TPD Calle 12

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real										
0	2023	3,686	8	8	87	33	5				3,827
0	2024	3,753	8	8	94	36	5				3,904
0	2025	3,821	8	8	102	39	6				3,984
1	2026	3,928	8	8	109	42	6				4,101
2	2027	4,038	8	8	116	44	7				4,221
3	2028	4,151	8	8	123	47	7				4,344
4	2029	4,267	8	8	131	50	8				4,472
5	2030	4,387	8	8	139	53	8				4,603
6	2031	4,512	8	8	147	56	8				4,739
7	2032	4,642	8	8	156	59	9				4,882
8	2033	4,774	8	8	165	63	9				5,027
9	2034	4,901	8	8	175	67	10				5,169
10	**2035**	**5031**	**8**	**8**	**186**	**71**	**11**				**5,315**
11	2036	5,164	8	8	198	75	12				5,465
12	2037	5,301	8	8	210	80	13				5,620
13	2038	5,442	8	8	223	85	14				5,780
14	2039	5,586	8	8	237	90	15				5,944
15	2040	5,734	8	8	252	96	16				6,114
16	2041	5,886	8	8	268	102	17				6,289
17	2042	6,042	8	8	285	108	18				6,469
18	2043	6,202	8	8	303	115	19				6,655
19	2044	6,367	8	8	322	122	20				6,847
20	**2045**	**6536**	**8**	**8**	**342**	**130**	**21**				**7,045**
21	2046	6,709	8	8	364	138	22				7,249

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 11 TPD Carrera 3

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
0	2023	2,928	7	5		88	45					3,073
0	2024	2,981	7	5		95	49					3,137
0	2025	3,036	7	5		103	53					3,204
1	2026	3,121	7	5		110	56					3,299
2	2027	3,208	7	5		117	60					3,397
3	2028	3,298	7	5		124	64					3,498
4	2029	3,391	7	5		132	68					3,603

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	Totales
N	Real											
5	2030	3,486	7	5		141	72					3,711
6	2031	3,586	7	5		149	76					3,823
7	2032	3,688	7	5		158	81					3,939
8	2033	3,794	7	5		167	85					4,058
9	2034	3,895	7	5		178	90					4,175
10	**2035**	**3998**	**7**	**5**		**189**	**96**					**4,295**
11	2036	4,104	7	5		201	102					4,419
12	2037	4,213	7	5		214	108					4,547
13	2038	4,325	7	5		228	115					4,680
14	2039	4,440	7	5		242	122					4,816
15	2040	4,558	7	5		257	130					4,957
16	2041	4,679	7	5		273	138					5,102
17	2042	4,803	7	5		290	147					5,252
18	2043	4,931	7	5		308	156					5,407
19	2044	5,062	7	5		327	166					5,567
20	**2045**	**5197**	**7**	**5**		**348**	**176**					**5,733**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

A continuación, se presenta el factor de daño adoptado para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes (NEE) y, con base en este, se relaciona el NEE estimado para cada uno de los tramos analizados, el cual se emplea como insumo para la verificación estructural y el dimensionamiento de las alternativas de intervención.

Tabla 12 Factores daño empleados

	LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6
FDV - Flexible	-	3,92	0,78	3,92	0,31	3,57	5,31	5,39	8,77	6,50
FDV – Rígido	-	4,40	0,73	4,40	0,26	4,04	9,36	9,85	16,00	12,08

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 13 NESE Calle 12C

AÑO		NEE ANUALES									TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	75,832	1,708	2,862	9,844	39,092	9,691	-	-	-	139,029	139,029	-	
0	2024	75,832	1,708	2,862	10,636	41,698	9,691	-	-	-	142,427	281,455	-	
0	2025	77,263	1,708	2,862	11,541	45,607	11,629	-	-	-	150,610	432,065	-	
1	2026	77,263	1,708	2,862	12,333	48,213	11,629	-	-	-	154,008	586,073	**154,008**	**154,008**
2	2027	78,694	1,708	2,862	13,125	52,122	13,567	-	-	-	162,078	748,151	162,078	316,086
3	2028	78,694	1,708	2,862	13,917	54,728	13,567	-	-	-	165,476	913,628	165,476	481,563
4	2029	80,125	1,708	2,862	14,823	58,637	15,505	-	-	-	173,660	1,087,288	173,660	655,222
5	2030	80,125	1,708	2,862	15,728	62,546	15,505	-	-	-	178,474	1,265,762	178,474	833,697
6	2031	80,125	1,708	2,862	16,633	66,456	15,505	-	-	-	183,288	1,449,050	183,288	1,016,985
7	2032	80,125	1,708	2,862	17,651	70,365	17,443	-	-	-	190,154	1,639,204	190,154	1,207,139
8	2033	80,125	1,708	2,862	18,670	74,274	17,443	-	-	-	195,082	1,834,286	195,082	1,402,221
9	2034	80,125	1,708	2,862	19,801	79,486	19,382	-	-	-	203,363	2,037,649	203,363	1,605,584
10	**2035**	**80,125**	**1,708**	**2,862**	**21,046**	**84,698**	**21,320**	**-**	**-**	**-**	**211,758**	**2,249,407**	**211,758**	**1,817,342**
11	2036	80,125	1,708	2,862	22,404	89,910	23,258	-	-	-	220,267	2,469,674	220,267	2,037,609
12	2037	80,125	1,708	2,862	23,762	95,123	25,196	-	-	-	228,775	2,698,449	228,775	2,266,384
13	2038	80,125	1,708	2,862	25,232	101,638	27,134	-	-	-	238,699	2,937,148	238,699	2,505,083
14	2039	80,125	1,708	2,862	26,817	108,153	29,072	-	-	-	248,737	3,185,884	248,737	2,753,819
15	2040	80,125	1,708	2,862	28,514	114,668	31,010	-	-	-	258,887	3,444,771	258,887	3,012,706
16	2041	80,125	1,708	2,862	30,324	122,487	32,949	-	-	-	270,454	3,715,226	270,454	3,283,160
17	2042	80,125	1,708	2,862	32,248	130,305	34,887	-	-	-	282,134	3,997,360	282,134	3,565,294
18	2043	80,125	1,708	2,862	34,284	138,123	36,825	-	-	-	293,927	4,291,287	293,927	3,859,222
19	2044	80,125	1,708	2,862	36,434	147,245	38,763	-	-	-	307,137	4,598,423	307,137	4,166,358
20	**2045**	**80,125**	**1,708**	**2,862**	**38,697**	**156,366**	**40,701**	**-**	**-**	**-**	**320,459**	**4,918,882**	**320,459**	**4,486,817**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 14 NESE Carrera 8

AÑO		NEE ANUALES									TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	BUS	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	526	1,424	2,862	8,260	7,818	-	-	-	-	20,889	20,889	-	
0	2024	526	1,424	2,862	8,939	7,818	-	-	-	-	21,568	42,457	-	
0	2025	526	1,424	2,862	9,618	9,121	-	-	-	-	23,550	66,007	-	
1	2026	526	1,424	2,862	10,184	9,121	-	-	-	-	24,116	90,122	**24,116**	**24,116**
2	2027	526	1,424	2,862	10,862	10,424	-	-	-	-	26,098	116,220	26,098	50,213
3	2028	526	1,424	2,862	11,654	10,424	-	-	-	-	26,890	143,109	26,890	77,103
4	2029	526	1,424	2,862	12,333	11,727	-	-	-	-	28,872	171,981	28,872	105,974
5	2030	526	1,424	2,862	13,125	13,031	-	-	-	-	30,967	202,947	30,967	136,941
6	2031	526	1,424	2,862	13,917	14,334	-	-	-	-	33,062	236,009	33,062	170,002
7	2032	526	1,424	2,862	14,710	14,334	-	-	-	-	33,854	269,863	33,854	203,856
8	2033	526	1,424	2,862	15,502	15,637	-	-	-	-	35,949	305,812	35,949	239,805
9	2034	526	1,424	2,862	16,520	16,940	-	-	-	-	38,270	344,082	38,270	278,075
10	**2035**	**526**	**1,424**	**2,862**	**17,538**	**18,243**	**-**	**-**	**-**	**-**	**40,592**	**384,674**	**40,592**	**318,667**
11	2036	526	1,424	2,862	18,670	19,546	-	-	-	-	43,026	427,700	43,026	361,693
12	2037	526	1,424	2,862	19,801	20,849	-	-	-	-	45,461	473,160	45,461	407,154
13	2038	526	1,424	2,862	21,046	22,152	-	-	-	-	48,008	521,169	48,008	455,162
14	2039	526	1,424	2,862	22,404	23,455	-	-	-	-	50,669	571,838	50,669	505,832
15	2040	526	1,424	2,862	23,762	24,758	-	-	-	-	53,330	625,168	53,330	559,162
16	2041	526	1,424	2,862	25,232	26,061	-	-	-	-	56,104	681,273	56,104	615,266
17	2042	526	1,424	2,862	26,817	27,364	-	-	-	-	58,991	740,264	58,991	674,257
18	2043	526	1,424	2,862	28,514	29,970	-	-	-	-	63,295	803,558	63,295	737,552
19	2044	526	1,424	2,862	30,324	32,576	-	-	-	-	67,711	871,270	67,711	805,263
20	**2045**	**526**	**1,424**	**2,862**	**32,248**	**35,182**	**-**	**-**	**-**	**-**	**72,241**	**943,510**	**72,241**	**877,504**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 15 NESE Calle 11

AÑO		NEE ANUALES									TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	-	854	-	1,810	-	-	-	-	-	2,665	2,665	-	
0	2024	-	854	-	1,924	-	-	-	-	-	2,778	5,442	-	
0	2025	-	854	-	2,150	-	-	-	-	-	3,004	8,446	-	
1	2026	-	854	-	2,263	-	-	-	-	-	3,117	11,563	**3,117**	**3,117**
2	2027	-	854	-	2,489	-	-	-	-	-	3,343	14,907	3,343	6,461
3	2028	-	854	-	2,602	-	-	-	-	-	3,457	18,363	3,457	9,917
4	2029	-	854	-	2,716	-	-	-	-	-	3,570	21,933	3,570	13,487
5	2030	-	854	-	2,942	-	-	-	-	-	3,796	25,729	3,796	17,283
6	2031	-	854	-	3,168	-	-	-	-	-	4,022	29,751	4,022	21,305
7	2032	-	854	-	3,281	-	-	-	-	-	4,135	33,887	4,135	25,441
8	2033	-	854	-	3,508	-	-	-	-	-	4,362	38,248	4,362	29,802
9	2034	-	854	-	3,734	-	-	-	-	-	4,588	42,836	4,588	34,390
10	**2035**	**-**	**854**	**-**	**3,960**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**4,814**	**47,651**	**4,814**	**39,205**
11	2036	-	854	-	4,187	-	-	-	-	-	5,041	52,691	5,041	44,245
12	2037	-	854	-	4,413	-	-	-	-	-	5,267	57,958	5,267	49,512
13	2038	-	854	-	4,752	-	-	-	-	-	5,606	63,565	5,606	55,119
14	2039	-	854	-	5,092	-	-	-	-	-	5,946	69,511	5,946	61,065
15	2040	-	854	-	5,431	-	-	-	-	-	6,285	75,796	6,285	67,350
16	2041	-	854	-	5,771	-	-	-	-	-	6,625	82,421	6,625	73,975
17	2042	-	854	-	6,110	-	-	-	-	-	6,964	89,385	6,964	80,939
18	2043	-	854	-	6,563	-	-	-	-	-	7,417	96,802	7,417	88,356
19	2044	-	854	-	7,015	-	-	-	-	-	7,869	104,671	7,869	96,225
20	**2045**	**-**	**854**	**-**	**7,468**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8,322**	**112,993**	**8,322**	**104,547**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 16 NESE Calle 12

AÑO		NEE ANUALES								TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	467	2,278	9,844	43,001	9,691	-	-	-	65,280	65,280	-	
0	2024	467	2,278	10,636	46,910	9,691	-	-	-	69,981	135,262	-	
0	2025	467	2,278	11,541	50,819	11,629	-	-	-	76,734	211,996	-	
1	2026	467	2,278	12,333	54,728	11,629	-	-	-	81,435	293,431	**81,435**	**81,435**
2	2027	467	2,278	13,125	57,334	13,567	-	-	-	86,771	380,202	86,771	168,207
3	2028	467	2,278	13,917	61,243	13,567	-	-	-	91,473	471,675	91,473	259,679
4	2029	467	2,278	14,823	65,153	15,505	-	-	-	98,225	569,900	98,225	357,904
5	2030	467	2,278	15,728	69,062	15,505	-	-	-	103,040	672,940	103,040	460,944
6	2031	467	2,278	16,633	72,971	15,505	-	-	-	107,854	780,793	107,854	568,798
7	2032	467	2,278	17,651	76,880	17,443	-	-	-	114,720	895,513	114,720	683,517
8	2033	467	2,278	18,670	82,092	17,443	-	-	-	120,950	1,016,463	120,950	804,467
9	2034	467	2,278	19,801	87,304	19,382	-	-	-	129,232	1,145,695	129,232	933,699
10	**2035**	**467**	**2,278**	**21,046**	**92,517**	**21,320**	**-**	**-**	**-**	**137,627**	**1,283,322**	**137,627**	**1,071,326**
11	2036	467	2,278	22,404	97,729	23,258	-	-	-	146,135	1,429,457	146,135	1,217,461
12	2037	467	2,278	23,762	104,244	25,196	-	-	-	155,946	1,585,403	155,946	1,373,407
13	2038	467	2,278	25,232	110,759	27,134	-	-	-	165,871	1,751,274	165,871	1,539,278
14	2039	467	2,278	26,817	117,275	29,072	-	-	-	175,908	1,927,182	175,908	1,715,186
15	2040	467	2,278	28,514	125,093	31,010	-	-	-	187,362	2,114,544	187,362	1,902,548
16	2041	467	2,278	30,324	132,911	32,949	-	-	-	198,929	2,313,472	198,929	2,101,477
17	2042	467	2,278	32,248	140,729	34,887	-	-	-	210,609	2,524,081	210,609	2,312,085
18	2043	467	2,278	34,284	149,851	36,825	-	-	-	223,705	2,747,786	223,705	2,535,790
19	2044	467	2,278	36,434	158,972	38,763	-	-	-	236,914	2,984,700	236,914	2,772,704
20	**2045**	**467**	**2,278**	**38,697**	**169,397**	**40,701**	**-**	**-**	**-**	**251,540**	**3,236,240**	**251,540**	**3,024,244**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 17 NESE Carrera 3

AÑO		NEE ANUALES									TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	10,016	1,424	-	9,957	58,637	-	-	-	-	80,034	80,034	-	
0	2024	10,016	1,424	-	10,749	63,849	-	-	-	-	86,038	166,071	-	
0	2025	10,016	1,424	-	11,654	69,062	-	-	-	-	92,155	258,227	-	
1	2026	10,016	1,424	-	12,447	72,971	-	-	-	-	96,856	355,083	**96,856**	**96,856**
2	2027	10,016	1,424	-	13,239	78,183	-	-	-	-	102,861	457,944	102,861	199,717
3	2028	10,016	1,424	-	14,031	83,395	-	-	-	-	108,865	566,809	108,865	308,582
4	2029	10,016	1,424	-	14,936	88,607	-	-	-	-	114,982	681,791	114,982	423,564
5	2030	10,016	1,424	-	15,954	93,820	-	-	-	-	121,213	803,004	121,213	544,777
6	2031	10,016	1,424	-	16,859	99,032	-	-	-	-	127,330	930,334	127,330	672,107
7	2032	10,016	1,424	-	17,878	105,547	-	-	-	-	134,864	1,065,198	134,864	806,971
8	2033	10,016	1,424	-	18,896	110,759	-	-	-	-	141,094	1,206,292	141,094	948,066
9	2034	10,016	1,424	-	20,141	117,275	-	-	-	-	148,854	1,355,146	148,854	1,096,920
10	**2035**	**10,016**	**1,424**	**-**	**21,385**	**125,093**	**-**	**-**	**-**	**-**	**157,917**	**1,513,064**	**157,917**	**1,254,837**
11	2036	10,016	1,424	-	22,743	132,911	-	-	-	-	167,093	1,680,157	167,093	1,421,931
12	2037	10,016	1,424	-	24,214	140,729	-	-	-	-	176,383	1,856,540	176,383	1,598,313
13	2038	10,016	1,424	-	25,798	149,851	-	-	-	-	187,088	2,043,628	187,088	1,785,401
14	2039	10,016	1,424	-	27,382	158,972	-	-	-	-	197,794	2,241,421	197,794	1,983,195
15	2040	10,016	1,424	-	29,080	169,397	-	-	-	-	209,915	2,451,336	209,915	2,193,110
16	2041	10,016	1,424	-	30,890	179,821	-	-	-	-	222,150	2,673,486	222,150	2,415,260
17	2042	10,016	1,424	-	32,814	191,548	-	-	-	-	235,801	2,909,287	235,801	2,651,061
18	2043	10,016	1,424	-	34,850	203,276	-	-	-	-	249,565	3,158,852	249,565	2,900,626
19	2044	10,016	1,424	-	37,000	216,306	-	-	-	-	264,745	3,423,598	264,745	3,165,371
20	**2045**	**10,016**	**1,424**	**-**	**39,376**	**229,337**	**-**	**-**	**-**	**-**	**280,152**	**3,703,750**	**280,152**	**3,445,523**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Respecto a los resultados obtenidos en el análisis previo, se adoptó el criterio de establecer un umbral mínimo de tránsito proyectado para la actualización del diagnóstico estructural. En ese sentido, para aquellos CIV cuyo tránsito acumulado proyectado a tres años (2028) resulte inferior a 500.000 NEE, se asumirá este valor como carga mínima de diseño para efectos del análisis. Esta consideración permite evaluar los segmentos bajo un escenario más exigente

y conservador, evitando subestimar la demanda estructural en tramos con bajos volúmenes registrados y garantizando que la verificación se realice bajo una condición crítica representativa de un nivel mínimo de tráfico. De esta manera, se homogeniza el criterio de evaluación entre segmentos y se asegura que la toma de decisiones técnicas no quede condicionada por proyecciones atípicamente bajas que puedan distorsionar el comportamiento estructural esperado.

Para los tramos que serán diseñados en concreto hidráulico, el análisis de tránsito se realizará empleando espectros de carga (en sustitución del tránsito resumido por ejes equivalentes), dado que este enfoque representa de forma más realista la distribución de pesos por tipo de eje y su efecto sobre el desempeño del pavimento rígido.

En esta etapa, los segmentos para los cuales se proyecta un cambio de tipología estructural —pasando de pavimento en adoquín a pavimento rígido estampado— corresponden al corredor de la Calle 12D conformado por los CIV 17000125 y CIV 17000116, los cuales presentan materialidad y condición superficial comparables y, por tanto, se abordan de manera conjunta para efectos de diseño. No obstante, tal como se indicó previamente, para este sector no se dispone de un estudio específico que permita caracterizar de manera directa los volúmenes vehiculares, la composición del tránsito ni la participación de vehículos pesados, adicionalmente el CIV 17000299 en parte de su extensión se encuentra en concreto hidráulico en muy malas condiciones, razón por la cual este tramo se tendrá que remplazar completo.

Ante esta limitación, y considerando la proximidad funcional y geométrica dentro de la malla vial del sector, podría adoptarse como referencia el tránsito estimado para la Calle 12C como aproximación para el corredor de la Calle 12D, siempre que se verifique previamente que las condiciones operacionales, el patrón de circulación y la jerarquía vial sean comparables. Sin embargo, dado que el cambio de material implica una modificación en el comportamiento estructural del segmento y en sus criterios de diseño, se recomienda validar esta aproximación mediante una verificación en campo o, preferiblemente, mediante la actualización de un estudio de tránsito específico que permita sustentar técnicamente el diseño propuesto y reducir el nivel de incertidumbre en la proyección de cargas para ambos segmentos (CIV 17000125 y 17000116).

En función de lo anterior y en aras de tener datos de referencia para cualquier análisis, se presenta a continuación el espectro de carga asociado al sector de la Calle 12C:

Tabla 18 Espectro de carga calle 12C asociado al CIV 17000125 - 17000116

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2,5	6,6	-	-	-	1,595,050	-	-	-	-	-	**1,595,050**
	3,5	6,6	-	50,370	-	-	-	-	-	-	-	**50,370**
	5	6,6	-	-	-	-	555,165	-	-	-	-	**555,165**
	6	6,6	465,740	-	16,790	-	-	96,360	-	-	-	**578,890**
Simple rueda doble	5	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	6	8,2	-	-	-	1,595,050	-	-	-	-	-	**1,595,050**
	7,5	8,2	-	50,370	-	-	-	-	-	-	-	**50,370**
	10	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	11	8,2	465,740	-	16,790	-	555,165	-	-	-	-	**1,037,695**
	12	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
Tándem	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	21,5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	22	15	-	-	-	-	-	96,360	-	-	-	**96,360**
Tridem	23,5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**
	24	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Para el sector del CIV 17000299 correspondiente a pavimento rígido (concreto hidráulico), el cual presenta condición superficial desfavorable, a continuación, se presenta el espectro de carga considerado para su análisis y dimensionamiento.

Tabla 19 Espectro de carga Carrera 3 asociado al CIV 17000299

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2.5	6.6	-	-	-	2,434,550	-	-	-	-	-	2,434,550
	3.5	6.6	-	67,160	-	-	-	-	-	-	-	67,160
	5	6.6	-	-	-	-	1,236,985	-	-	-	-	1,236,985
	6	6.6	92,345	-	-	-	-	-	-	-	-	92,345
Simple rueda doble	5	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	8.2	-	-	-	2,434,550	-	-	-	-	-	2,434,550
	7.5	8.2	-	67,160	-	-	-	-	-	-	-	67,160
	10	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	8.2	92,345	-	-	-	1,236,985	-	-	-	-	1,329,330
	12	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tándem	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21.5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tridem	23.5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Basados en los resultados planteados en los cuadros anteriores se realizan los análisis de la siguiente manera:

- Diagnóstico del pavimento a 3 años (2026-2028).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento flexible a 10 años (2026-2035).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento rígidos a 20 años (2026-2045).

10 CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL A PARTIR DE INFORMACIÓN EXISTENTE

En el marco del diagnóstico y la definición de alternativas de intervención, es necesario precisar que los tramos objeto de análisis no corresponden a una única tipología estructural de pavimento. Por el contrario, dentro de los corredores evaluados se identificaron estructuras con comportamientos mecánicos diferenciados: pavimentos flexibles convencionales, pavimentos rígidos, pavimentos articulados en adoquín y estructuras compuestas conformadas por carpeta asfáltica sobre losa de concreto hidráulico.

Esta condición resulta determinante, dado que los parámetros de evaluación, los indicadores de deterioro y los criterios de decisión no son directamente transferibles entre tipologías. En otras palabras, no resulta técnicamente adecuado aplicar de forma indistinta los mismos procedimientos de análisis estructural a un pavimento flexible convencional, a un pavimento rígido, a un pavimento articulado o a una estructura compuesta. Cada sistema responde de manera diferente ante las cargas de tránsito, presenta mecanismos de deterioro particulares y requiere criterios de evaluación coherentes con su naturaleza estructural.

En consecuencia, la selección de alternativas de intervención se realizó diferenciando los tramos según su tipología estructural, la información disponible, los resultados del inventario de condición superficial, los apiques y caracterización de materiales, y la aplicabilidad de los métodos de evaluación estructural. Esta aclaración es fundamental para evitar interpretaciones erróneas, especialmente frente al uso de deflectometría FWD, retrocálculo de módulos y cálculo de número estructural efectivo, herramientas que son plenamente pertinentes para pavimentos flexibles convencionales, pero que no necesariamente constituyen el criterio rector para pavimentos rígidos, articulados o estructuras compuestas, según las consideraciones técnicas establecidas bajo los lineamientos del apéndice técnico del IDU en lo que respecta a diagnóstico de pavimentos.

Desde el punto de vista normativo y metodológico, la evaluación se desarrolló bajo el principio de aplicar a cada tipología el procedimiento técnicamente compatible con su comportamiento, según las consideraciones desarrolladas a continuación:

Tramos en pavimento rígido y pavimento articulado – adoquín (CIV 17000125 y CIV 17000116):

Para los tramos identificados como pavimento rígido y pavimento articulado en adoquín, la evaluación se fundamentó en criterios compatibles con la naturaleza de dichas estructuras. En consecuencia, para los tramos en adoquín la decisión de intervención se soportó en el PCI, en la condición funcional y superficial observada, y en la evaluación de los materiales de soporte a partir de los apiques disponibles. Esta aproximación es consistente con el comportamiento del sistema articulado y evita forzar una metodología de análisis estructural concebida para otra tipología de pavimento.

Para los tramos en pavimento rígido, el análisis se orientó igualmente hacia la condición superficial y funcional de las losas, el patrón de fisuración, el estado de juntas, la existencia de escalonamientos, bombeo, pérdida de soporte, fragmentación, deterioros de borde y condición general de servicio, los cuales fueron contemplados dentro del análisis de actualización de PCI. En este tipo de pavimentos, el uso de indicadores como número estructural efectivo no es el criterio natural de evaluación, toda vez que la metodología AASHTO diferencia explícitamente el diseño de pavimentos flexibles, basado en número estructural, del diseño de pavimentos rígidos, basado principalmente en espesor de losa y parámetros como módulo de reacción, módulo de rotura, transferencia de carga y drenaje.

Por lo anterior, la evaluación de los tramos rígidos y articulados no se basó en retrocálculo FWD ni en número estructural efectivo, sino en los indicadores de condición, inspección técnica y caracterización de soporte disponibles, que son los insumos pertinentes para este tipo de estructuras.

Tramos en pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre losa de concreto hidráulico (CIV 17000102, CIV 17000181 y parte del CIV 17000299):

Los tramos conformados por carpeta asfáltica sobre losa de concreto hidráulico corresponden a una estructura compuesta o mixta, cuyo comportamiento no puede ser asimilado al de un pavimento flexible convencional. Aunque la capa de rodadura visible sea asfáltica, la respuesta estructural global está fuertemente condicionada por la losa de concreto hidráulico subyacente, debido a su elevada rigidez relativa frente a la mezcla asfáltica y a las capas granulares.

En términos mecánicos, el concreto hidráulico presenta módulos de elasticidad típicamente superiores a los de las mezclas asfálticas y muy superiores a los de materiales granulares no tratados. Esta diferencia de rigidez genera que la losa de concreto controle la mayor parte de la respuesta estructural ante las cargas vehiculares. En consecuencia, la carpeta asfáltica cumple principalmente una función de regularización, impermeabilización, confort, rodadura y corrección funcional, además de aportar cierta distribución local de esfuerzos; sin embargo, no gobierna por sí sola la capacidad estructural del sistema.

Por esta razón, no resulta técnicamente procedente interpretar estos tramos como pavimentos flexibles convencionales ni aplicar directamente el retrocálculo AASHTO-93 orientado a determinar módulos de capas y número estructural efectivo de una estructura asfáltica multicapa sobre materiales granulares. En una estructura compuesta asfalto–concreto, el cuenco de deflexión medido mediante FWD está dominado por la presencia de la losa rígida subyacente, por las condiciones de apoyo de dicha losa, por la transferencia de carga, por la eventual existencia de vacíos, por discontinuidades y por la condición de juntas o fisuras reflejadas. En ese contexto, los módulos retrocalculados bajo un modelo flexible convencional pueden resultar no representativos o físicamente inconsistentes.

La literatura técnica distingue los procedimientos e insumos de análisis para pavimentos flexibles, rígidos y compuestos. La FHWA (Federal Highway Administration), al tratar el uso de FWD en evaluación mecanístico-empírica, reconoce explícitamente la existencia de entradas y enfoques diferenciados para pavimentos flexibles, rígidos y compuestos HMA/PCC; por tanto, el uso de deflexiones requiere que el modelo de interpretación corresponda a la tipología real de la estructura. Así mismo, bajo AASHTO-93, el número estructural —SN— es el parámetro propio de diseño y evaluación de pavimentos flexibles, mientras que los pavimentos rígidos se tratan mediante una ecuación diferente orientada al espesor de losa y a parámetros específicos del concreto hidráulico y del soporte. Por tanto, trasladar directamente el concepto de SN efectivo a una estructura con losa de concreto hidráulico subyacente puede inducir una interpretación equivocada de la capacidad real del pavimento.

En consecuencia, para los CIV 17000102, 17000181 y el sector correspondiente del CIV 17000299, la evaluación se realizó considerando que la estructura se comporta predominantemente como un sistema rígido o compuesto, no como un flexible convencional. Por ello, la decisión de intervención se fundamentó en el PCI actualizado (2026), la condición superficial observada, la identificación de deterioros compatibles con reflexión de juntas o fisuras, el estado funcional de la carpeta asfáltica, la tipología estructural verificada y la información de apiques disponible.

Bajo este enfoque, la ausencia de un cálculo de número estructural efectivo para estos tramos no constituye una omisión metodológica, sino una decisión técnica deliberada para evitar el uso de una herramienta no representativa de la estructura real.

Tramos en pavimento flexible convencional sobre material granular (CIV 17000046 y CIV 17000137)

Para los tramos identificados como pavimento flexible convencional apoyado sobre materiales granulares, la aplicación de deflectometría FWD, retrocálculo de módulos y determinación del número estructural efectivo sí resulta metodológicamente pertinente. Esta tipología corresponde al caso para el cual los procedimientos de evaluación

estructural mediante deflexiones presentan mayor aplicabilidad, dado que la respuesta del cuenco de deflexión permite inferir de manera razonable la rigidez relativa de la carpeta asfáltica, las capas granulares y la subrasante, siempre que se cuente con espesores y caracterización de materiales.

En estos tramos, la información deflectométrica disponible proveniente de los estudios previos 2023–2024 fue incorporada al análisis estructural. A partir de dicha información se calcularon los módulos retrocalculados de las capas, el número estructural efectivo —SN efectivo— y la vida residual del pavimento, conforme al procedimiento aplicable para pavimentos flexibles. La metodología AASHTO-93 define el SN como una medida de capacidad estructural para pavimentos flexibles, calculada a partir de los espesores, coeficientes estructurales de capa y coeficientes de drenaje.

De esta manera, para los CIV 17000046 y 17000137 sí se emplearon los resultados FWD como insumo estructural relevante, en coherencia con la tipología identificada. Los resultados correspondientes se encuentran documentados en el Capítulo 11 del informe, donde se presentan los módulos obtenidos, el SN efectivo, la condición estructural y la estimación de vida residual.

Aclaraciones finales:

Con base en lo anterior, se aclara que el informe no aplicó una metodología única e indiferenciada para todos los tramos, sino que adoptó criterios de evaluación acordes con la tipología estructural de cada pavimento. La deflectometría FWD y el retrocálculo AASHTO-93 fueron utilizados únicamente en aquellos tramos donde su aplicación es técnicamente representativa, es decir, en pavimentos flexibles convencionales sobre capas granulares.

Para los pavimentos rígidos, articulados y estructuras compuestas con losa de concreto hidráulico, la evaluación se fundamentó en los indicadores de condición superficial, PCI, inspección técnica, tipología estructural y caracterización de materiales de soporte, evitando extrapolar parámetros propios de pavimentos flexibles a estructuras cuyo comportamiento mecánico es distinto.

En consecuencia, la selección de alternativas de intervención se considera consistente con la normativa y práctica técnica aplicable, al reconocer que la pertinencia de cada indicador depende de la naturaleza estructural del pavimento evaluado. Esta diferenciación metodológica permite que las recomendaciones de intervención sean técnicamente coherentes, trazables y proporcionales a los mecanismos de deterioro observados en cada tramo.

11 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES

La evaluación estructural de los tramos con superficie flexible (asfalto) se desarrolló siguiendo los lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014). El objetivo es integrar la condición superficial (PCI) con la capacidad estructural (estimada mediante número estructural e índice estructural) para definir la clase del tramo y, a partir de esta, la estrategia de conservación.

De acuerdo con la revisión de imágenes históricas y la información disponible de exploración puntual (apiques), los tramos con superficie flexible incluidos en este informe no corresponden a una única configuración estructural. En particular, se identificaron dos grupos:

- **Asfalto sobre pavimento rígido (concreto hidráulico):** tres (3) tramos presentan una carpeta asfáltica que funciona como rodadura sobre una estructura rígida subyacente, condición asociada a fenómenos típicos como reflexión de juntas y fisuración acelerada.

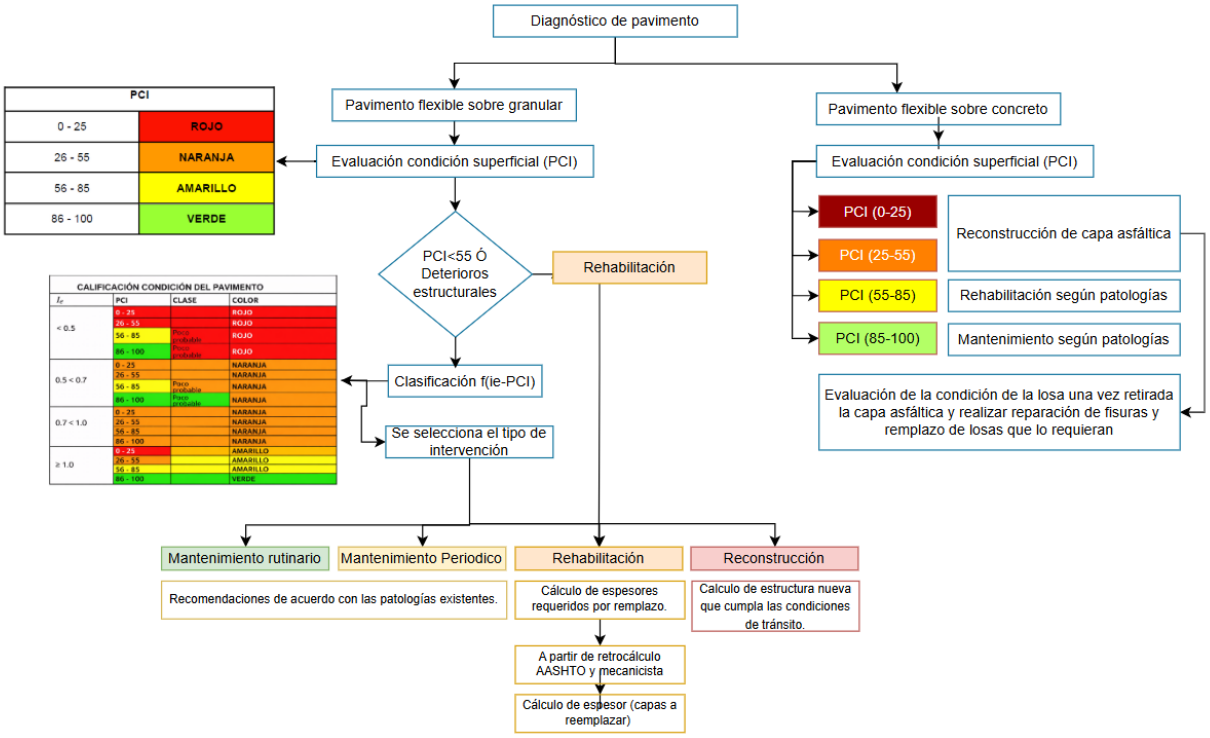
- **Asfalto sobre estructura granular (flexible convencional):** dos (2) tramos corresponden a una estructura típica de pavimento flexible, con carpeta asfáltica sobre capas granulares.

En consecuencia, en los capítulos siguientes se diferenciará el análisis considerando estas dos tipologías, manteniendo como marco común la matriz de decisión del IDU para pavimentos flexibles (PCI + capacidad estructural).

- **CIV 17000102:** pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre pavimento rígido (losa de concreto hidráulico).
- **CIV 17000046:** pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre material granular.
- **CIV 17000181:** pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre pavimento rígido (losa de concreto hidráulico).
- **CIV 17000137:** pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre material granular.
- **CIV 17000299:** superficie mixta: sector en pavimento flexible (carpeta asfáltica) y sector en pavimento rígido (concreto hidráulico).

En la figura siguiente se presenta el esquema general adoptado para el diagnóstico y la toma de decisión en los tramos evaluados, considerando dos tipologías de pavimento flexible identificadas en el proyecto: pavimento flexible convencional sobre capas granulares y pavimento flexible (carpeta asfáltica) sobre losa de concreto hidráulico. El diagrama resume la secuencia de evaluación basada en la condición superficial (PCI) y, según corresponda, la verificación estructural, para definir la estrategia de intervención requerida en cada tramo.

Figura 9 Esquema Diagnóstico de pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

11.1 Evaluación estructural en tramos flexibles sobre material granular

Los tramos CIV 17000046 y CIV 17000137 corresponden a pavimentos flexibles típicos (carpeta asfáltica sobre materiales granulares). Su evaluación estructural se desarrolla conforme al Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura Vial del IDU (versión 6, 2014), integrando el estado superficial (PCI) con la capacidad estructural estimada a partir de deflectometría y análisis tipo AASHTO-93. La lógica general del proceso se resume en la Figura 9.

Insumos y horizonte de diagnóstico

Para el diagnóstico se adoptó un período de análisis de 3 años, para el cual se proyectó el tránsito en términos de Número de Ejes Equivalentes (NEE). Con la información deflectométrica disponible se estimó el Número Estructural efectivo (SN eff) y, con el tránsito proyectado y los parámetros de confiabilidad adoptados, se determinó el Número Estructural requerido (SN req). La comparación entre capacidad y demanda se resume en el índice estructural:

$$Ie = SN\ eff - SN\ req$$

Con el valor de Ie se asigna el código estructural, y con el PCI y el Ie se obtiene la calificación de condición (color). A partir del color se asigna el código superficial. Finalmente, la combinación de ambos códigos define la clase del tramo, la cual se asocia con la estrategia de conservación. A continuación, se muestra la matriz que relaciona las diferentes consideraciones del IDU empleadas para esta clasificación.

Tabla 20 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
Ie< 0.7	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-55	C	4C	Rojo	Reconstrucción
		56-85	B	4B	Rojo	Reconstrucción
		86-100	A	4A	Verde	Postergar la intervención
0.7≤ Ie< 0.9	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-55	C	3C	Naranja	Rehabilitación
		56-85	B	3B	Naranja	Rehabilitación
		86-100	A	3A	Verde	Postergar la intervención
0.9≤ Ie< 1.0	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	2C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	2B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario
Ie≥ 1.0	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	1C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	1B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

Para la verificación del valor del índice estructural, se ha tomado como referencia la información de las mediciones de deflectometría del informe de diagnóstico de 2023-2024 y la metodología AASHTO-93, según las recomendaciones del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014).

A continuación, se describen los cálculos realizados para llegar a la estimación del índice estructural Ie:

11.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante

El módulo resiliente de la subrasante se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación

$$M_r = C * \frac{0.24\ P}{D_r * r}$$

En donde:

C: Factor de ajuste
P: carga aplicada, libras
Dr: deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, pulgadas
R: distancia desde el centro del plato de carga, pulgadas

Así mismo, en función de lo propuesto por Darter, la deflexión empelada para el cálculo del módulo de la subrasante debe ser medida a una distancia tal que se garantice el cumplimiento de la siguiente relación.

$$r \geq 0.7 a_e$$

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{Ep}{M_R}} \right)^2}$$

En dónde:

a_e: Radio del bulbo de esfuerzos en la interfaz pavimento-subrasante, pulgadas.

a: Radio del plato de carga del deflectómetro, pulgadas.
D: Espesor de la estructura de pavimento, pulgadas.
Ep: Módulo efectivo de todas las capas del pavimento, PSI
MR: Módulo resiliente de la subrasante, PSI.

El módulo obtenido mediante la medición de deflexiones debe ser ajustado por un coeficiente C, de acuerdo con las siguientes condiciones.

- ✓ Inicialmente, de acuerdo con lo establecido en la guía AASHTO 93, los módulos de la subrasante deben ser ajustados por un coeficiente C de **0,33**.

- ✓ Si se tiene un espesor total de estructura superior a **0,8 m**, se consideraría el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como un mejoramiento. En tal caso, se deberá usar un coeficiente C de **0,5**.

11.1.2 Módulo ponderado del pavimento

A partir del valor del módulo resiliente de la subrasante ya corregido, se puede determinar el módulo ponderado del pavimento por iteración, mediante la siguiente expresión:

$$D_0 = 1.5 \cdot p \cdot a \cdot \left[\frac{1}{E_0 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_0}}\right)}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{D}{a}\right)^2}}\right)}{E_p} \right]$$

En donde:
D_0: Deflexión central corregida por carga y temperatura (mm).
p: Presión aplicada por la carga (MPa).
a: Radio del plato de carga (mm).
E_0: Módulo resiliente de la subrasante (MPa).
Ep: Módulo del pavimento (MPa).
D: Espesor del pavimento (mm).

11.1.3 Número estructural efectivo (SN eff)

Para calcular el número estructural efectivo, se emplea la siguiente expresión:

$$SN_{eff} = 0.0045 \cdot D \cdot \sqrt[3]{E_p}$$

En donde:
SN_{eff}: Número estructural efectivo.
D: Espesor del pavimento, pulgadas
Ep: Módulo del pavimento, PSI

Los parámetros estructurales característicos para el diseño de las intervenciones serán calculados como el promedio de las muestras recopiladas a lo largo de cada sector homogéneo de diseño.

11.1.4 Número estructural requerido (SN req)

El número estructural requerido (SN_{req}) corresponde a la capacidad estructural necesaria para que una estructura de pavimento pueda soportar las solicitaciones de carga, en términos de número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo determinado. El número estructural requerido (SN_{req}) se calcula siguiendo la metodología AASHTO con la siguiente ecuación para pavimentos asfálticos:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN+1) - 0.2 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-2.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

En donde:

W18: Número de ejes equivalentes, proyectado a un periodo de 3 años.
ZR: Desviación normal estándar.
S0: Error estándar combinado.
ΔPSI: Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final.
Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.
SN: Número estructural requerido.

Para el cálculo se debe emplear las siguientes constantes estadísticas y de serviciabilidad.

Tabla 21 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles

Confiabilidad		Índice de Servicio Inicial	Índice de Servicio Final	Error estándar combinado
Tipo de Vía	R	Po	Pt	So
Troncal	95%	4.2	2.5	0.49
Arterial	90%			
Intermedia	85%			
Local	80%			
Rural	85%			

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU y la Guía para diseño de estructuras de pavimentos AASHTO-93).

11.1.5 Índice Estructural (Ie)

El índice estructural de cada segmento vial será redondeado al múltiplo inferior de una décima, y calculado mediante la siguiente relación:

$$I_e = \frac{SN_{eff}}{SN}$$

En función del Ie obtenido se puede asignar un código de preclasificación estructural a cada segmento, tomando como referencia la siguiente tabla.

Tabla 22 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural

Índice Estructural	Ie<0.7	0.7≤Ie<0.9	0.9≤Ie<1.0	Ie≥1.0
Código	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

11.1.6 Resultados de verificación estructural y validación de condición global del pavimento

Con base en la información de deflectometría disponible, se realizó el análisis de parámetros estructurales mediante el enfoque AASHTO-93, y se validó la condición global de los tramos CIV 17000046 y CIV 17000137, ambos correspondientes a pavimento flexible típico (carpeta asfáltica sobre capas granulares). En la Tabla 23 se resumen los principales resultados del procesamiento de deflexiones, estimación de parámetros estructurales y verificación para el horizonte diagnóstico de tres (3) años.

Tabla 23 Resultados análisis estructural por metodología AASHTO

Abscisa Inicial	Parámetros Cualitativos					Espesores		Parámetros AASHTO			SN Req.	Verificación de vida residual por AASHTO	
	D0 (µm)	D180 (µm)	ICB (µm)	ICM (µm)	ICI (µm)	CA (cm)	MG (cm)	Mr (Mpa)	Ep (Mpa)	SN	Tránsito Diseño (3 años9	SN Req.	Ie
17000137	226	36	63	48	28	19	51	73	860	6,2	500.000	2,6	2,4
17000046	442	43	150	106	63	22	48	44	374	4,7	500.000	3,1	1,5

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, para ambos tramos el Número Estructural efectivo (SN eff) es mayor que el Número Estructural requerido (SN req) para el tránsito proyectado al horizonte diagnóstico, lo cual se refleja en valores de índice estructural $I_e > 1.0$. En consecuencia, desde el punto de vista estructural, los segmentos presentan una capacidad portante compatible con la demanda esperada en el corto plazo, y las necesidades de intervención se asocian principalmente a la condición funcional/superficial del pavimento.

A nivel de diagnóstico, y conforme a la matriz de evaluación del IDU, la estrategia de intervención se define integrando la condición funcional (PCI) con la condición estructural (Ie). Para los tramos evaluados, la combinación de un código estructural 1 (por $I_e \geq 1.0$) con una calificación superficial C conduce a la clase 1C, asociada a la estrategia de mantenimiento periódico. Esto indica que no se requieren intervenciones mayores de carácter estructural, pero sí acciones orientadas a preservar el desempeño del pavimento y evitar la aceleración del deterioro superficial.

Tabla 24 Resumen del Diagnóstico

CIV	VERIFICACIÓN DE DIAGNÓSTICO 2026									
	PCI CIV 2026	Calificación	NEE (3 años)	Conf (%)	SN eff	SN Req	Ie	Código Estructural	Clase	Estrategia de Conservación
17000046	43	C	500.000	85%	4,7	3,1	1,5	1	1C	Mantenimiento Periódico
17000137	36	C	500.000	80%	6,2	2,6	2,4	1	1C	Mantenimiento Periódico

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

11.2 Alternativa recomendada para los tramos flexibles

De acuerdo con la matriz de decisión del IDU, el tramo se clasifica para mantenimiento periódico, considerando que la verificación estructural por metodología AASHTO indica una capacidad adecuada frente al tránsito considerado para el periodo de diagnóstico de 3 años. Sin embargo, el PCI es bajo debido a la alta densidad de deterioros, por lo que se requiere una intervención que recupere la condición funcional.

Para llegar a la definición de la actividad de intervención recomendada, se realiza primero la verificación de los análisis con metodología mecanicista siguiendo los pasos intermedios planteados a continuación:

1. Análisis de módulos de cada una de las capas que componen el paquete estructural, de modo que se pueda validar la capacidad de soporte que aporta cada una a la estructura.
2. Evaluación de criterios de fatiga y ahuellamiento según metodología mecanicista, empleando como referencia la ley de la Shell como se verá en la descripción más adelante.
3. Análisis de vida residual del pavimento tomando como referencia tránsito proyectado.

El detalle de la metodología se describe a continuación:

11.2.1 Análisis de módulos

La estimación de los módulos elásticos de las capas que conforman la estructura del pavimento flexible se realiza mediante un procedimiento de retrocálculo de cuencos de deflexión, el cual considera tanto la geometría de la estructura como la respuesta mecánica registrada durante las mediciones de deflexión en campo. Este enfoque permite representar de manera adecuada el comportamiento estructural del pavimento bajo las condiciones actuales de servicio.

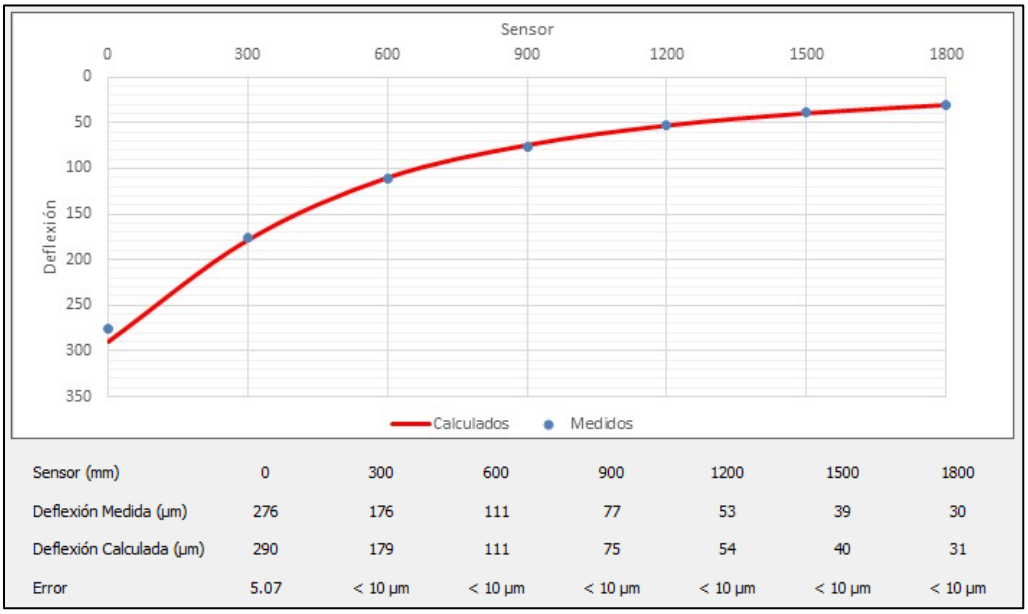
El procedimiento inicia con la definición de los parámetros base del modelo, que incluyen los espesores de las capas, valores típicos del coeficiente de Poisson según el tipo de material, las presiones aplicadas por el equipo de deflectometría y las deflexiones medidas en cada uno de los sensores. Adicionalmente, se establecen rangos de variación para los módulos de elasticidad de cada capa, con el fin de restringir el proceso iterativo a valores físicamente representativos y consistentes con el tipo de material evaluado.

Para el pavimento flexible se consideran rangos de módulos semilla entre 750 y 5.000 MPa para la carpeta asfáltica, entre 80 y 500 MPa para las capas granulares y entre 40 y 300 MPa para la subrasante, definidos con base en criterios técnicos y resultados obtenidos mediante metodologías de referencia. Estos rangos pueden ajustarse en función de las características particulares de los materiales y de las condiciones ambientales del proyecto.

Una vez definidos los parámetros iniciales, se ejecuta el proceso iterativo de retrocálculo hasta lograr un ajuste adecuado entre el cuenco teórico y las deflexiones medidas en campo, obteniendo así valores representativos de los módulos elásticos de la estructura, los cuales constituyen un insumo fundamental para la evaluación de la capacidad estructural y el análisis de la vida residual del pavimento.

En la siguiente figura se puede validar un ejemplo del proyecto con las deflexiones medidas (puntos azules) y las calculadas (línea roja) para cada sensor, de modo que al lograr esa correlación se obtengan los módulos representativos de las capas del pavimento:

Figura 10 Retrocálculo de módulos



Sensor (mm)	0	300	600	900	1200	1500	1800
Deflexión Medida (µm)	276	176	111	77	53	39	30
Deflexión Calculada (µm)	290	179	111	75	54	40	31
Error	5.07	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm	< 10 µm

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en este proceso se deben ajustar según las consideraciones de cada capa. Teniendo en cuenta la sensibilidad del módulo del concreto asfáltico ante las condiciones de temperatura, los valores de este parámetro han sido ajustados por medio de la siguiente expresión:

$$FA=10^{-0.0195(Tr-Tm)}$$

Donde:
FA : Factor de ajuste del módulo del concreto asfaltico por temperatura.
Tr : Temperatura de trabajo de la mezcla, ºC.
Tm : Temperatura de ensayo, ºC.

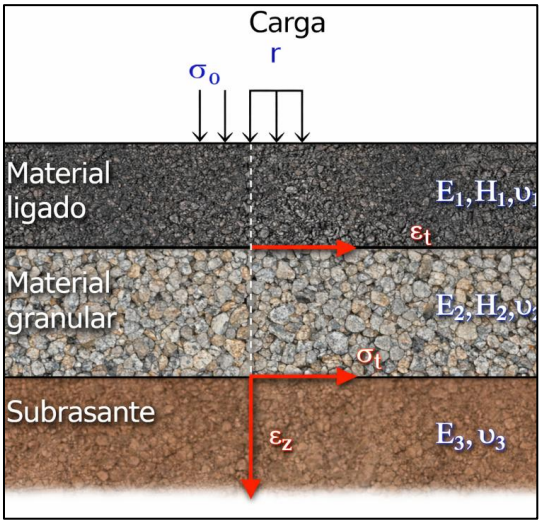
Con respecto a los resultados, los módulos de la carpeta asfáltica fueron afectados por el factor de ajuste (FA), mientras que los módulos obtenidos de subrasante se afectan por el factor de corrección C = 0.50, de acuerdo con las consideraciones de la normativa AASHTO, recomendaciones IDU y tipo de material relacionado en los anexos de los apiques del informe de diagnóstico de 2023-2024; en cuanto a los módulos del material granular se considera un factor de corrección de 0.62 y de la misma manera, los resultados obtenidos fueron limitados a un valor de 250 MPa. Se estima el factor de corrección de la carpeta asfáltica a partir de la temperatura media del pavimento al momento de la medición y la temperatura de la mezcla estimada en función de la temperatura del aire al momento de la medición.

11.2.2 Evaluación del pavimento según metodología mecanicista

Esta metodología emplea propiedades físicas fundamentales de los materiales y se basa en un modelo teórico para el cálculo de esfuerzos, deformaciones y deflexiones elásticas, con el objetivo de predecir la respuesta del pavimento causada por una carga estándar aplicada.

Los criterios de diseño evaluados se muestran en la siguiente Figura 11.

Figura 11. Parámetros empleados en el modelo mecanicista



Fuente: Elaboración propia.

- **Deformación permanente**: La cual limita la deformación por compresión en la subrasante (εz) y el esfuerzo máximo de compresión sobre ésta (σz).

- **Fatiga de las capas asfálticas**: Fundamentada en la limitación del grado de deformación por tensión en la base de la capa de concreto asfáltico (εt).

Una vez se conocen los módulos de las capas que conforman la estructura del pavimento, se procede a modelar dicha estructura, para predecir las deformaciones y esfuerzos de las diferentes capas, para lo cual, se empleó la hoja de cálculo de OpenPave, que emplea un modelo elástico, multicapa y acepta hasta 10 diferentes modos de carga en la dirección vertical y también en la dirección horizontal. El estado de la interfaz entre las capas también puede ser definido, siendo este normalmente asumido como ligado.

Para la determinación de la vida residual teórica, de acuerdo con el criterio de fatiga en las capas asfálticas, se ha empleado el criterio de la Shell.

❖ Criterio de agrietamiento por fatiga según Shell

La deformación por tensión en la base y en la superficie de la carpeta asfáltica, es usada para determinar la vida residual teórica en función del tránsito que producirá tal deformación. Dicho valor de tránsito es comparado con el tránsito de diseño proyectado al último año en el periodo de diseño.

Ley de Shell:

$$\varepsilon_t = (0.856V_b + 1.08)E_1^{-0.36}\left(\frac{N_{dis}}{K}\right)^{-0.2}$$

Dónde:

ε_t: Deformación máxima a compresión bajo las capas asfálticas (Strain)
Vb: Volumen de asfalto de la mezcla (%)

E_1: Modulo dinámico de la mezcla asfáltica (N/m^2)
N_{dis}: Ejes equivalentes de 8.2 Ton para el periodo de diseño
K: Coeficiente de Calage (3.3), correspondiente a una confiabilidad del 85%.

De la expresión anterior, si se despeja el valor de los Ejes equivalentes de 8.2 Ton, para determinado valor de deformación por tracción (ε_t), se obtendrá el número de repeticiones admisibles teóricas que el paquete estructural considerado puede soportar.

❖ Criterio de deformación permanente sobre la subrasante

El ahuellamiento está relacionado con la capacidad de la estructura para soportar los esfuerzos y deformaciones generadas en el suelo de subrasante por las cargas del tránsito; al controlar el ahuellamiento, se evita la falla estructural por acumulación de deformaciones.

- Deformación Vertical por Compresión

La deformación y el esfuerzo a compresión sobre la subrasante, obtenidos de la modelación mediante OpenPave, se emplean para determinar la vida residual teórica por este criterio. De manera que, para el control del ahuellamiento, dicho valor de tránsito es comparado con el de diseño.

Existen funciones de transferencia para el criterio de falla por ahuellamiento que no controlan el fenómeno con la deformación unitaria por compresión, sino a través del esfuerzo vertical por compresión (σz) en la superficie de la subrasante.

De acuerdo con Shell, la relación entre la deformación por compresión y las repeticiones, para una confiabilidad del 85%, está dada por:

$$N=\left(\frac{0.021}{e_z}\right)^4$$

Dónde:
εz : Deformación unitaria vertical en la superficie de la subrasante, strain
N : Número de ejes equivalentes de 8.2 t

- Esfuerzo de Compresión

Se evaluó adicionalmente el ahuellamiento teniendo en cuenta el esfuerzo vertical de compresión sobre la subrasante para lo cual se propone la utilización del criterio de Dormon-Prerhoven, quienes lo expresan de la siguiente manera:

$$s_z=\frac{0.007\times E_{SBR}}{1+0.7\log N}$$

Dónde:
σ_z : Esfuerzo máximo de compresión sobre la subrasante, MPa
E_{SBR} : Módulo de la subrasante, MPa
N : Número de ejes equivalentes de 8.2 t

Es importante tener en cuenta que, el valor del factor de deterioro para el cálculo de las solicitaciones de ejes equivalentes admisibles en el factor de fatiga por tracción se establece de acuerdo con el porcentaje de afectación por fisuras.

11.2.3 Resultados del análisis del pavimento según metodología mecanicista

Los resultados del análisis del pavimento por metodología mecanicista se comparten a continuación:

Tabla 25 Resultados análisis estructural por metodología mecanicista

CIV	NEE proyectado a 10 años	Espesores (cm)			Módulos Ajustados y Limitados (MPa)			Estructura Existente			Ejes Equivalentes Admisibles			Verificación de Consumos			Año Vida Residual
								Deformaciones (µstrain)		Esfuerzo SR (MPa)	Criterio Fatiga	Criterio Ahuella/to					
		CA	MG	Total	CA	BG	SR	Tracción CA	Compresión		Shell	Shell	Esfuerzo (MPa)	Fatiga CA	Ahuella/to Shell	Esfuerzo	
17000137	1,071,326	19	51	70	1609	250	77	181	206	0.0165	4.637E+07	8.618E+07	0.103	2%	1%	16%	>10
17000046	318,667	22	48	70	1037	104	44	299	359	0.0165	8.345E+06	9.350E+06	0.063	4%	3%	26%	>10

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los resultados obtenidos reflejan el comportamiento estructural del pavimento bajo las condiciones de carga actuales, permitiendo identificar los niveles de deterioro en términos de vida residual y consumos de fatiga y ahuellamiento. Así mismo, la modelación sugiere que, en general, el pavimento existente en ambos CIV presenta vida residual teórica adecuada para soportar las cargas del tráfico, ante los modos de falla de fatiga de la capa asfáltica y deformación a compresión en subrasante.

11.2.4 Recomendaciones de intervención

Dado que la evaluación estructural de cada CIV, realizada tanto mediante la metodología AASHTO como a través del análisis mecanicista, indica que la estructura del pavimento presenta una capacidad portante adecuada y que los módulos de los materiales remanentes se encuentran dentro de rangos aceptables, no se identifican deficiencias de carácter estructural que justifiquen una intervención mayor. No obstante, el bajo valor del índice PCI (PCI = 36 y 43) evidencia un nivel significativo de deterioro superficial, asociado principalmente a daños de la carpeta asfáltica, lo cual condiciona la necesidad de intervención desde el punto de vista funcional.

En atención al tipo, severidad y extensión de los deterioros observados, no se considera técnicamente recomendable la aplicación de soluciones superficiales de conservación. En su lugar, se propone una estrategia de fresado y reposición de la carpeta asfáltica en el mismo espesor, con el objetivo de mantener las condiciones actuales de rodadura, las cotas de rasante y las pendientes del segmento intervenido. Esta alternativa es coherente con los resultados del análisis mecanicista, en la medida en que el reemplazo parcial de la carpeta por mezcla asfáltica nueva permite mejorar el desempeño funcional del pavimento sin comprometer su comportamiento estructural. Como criterio mínimo de intervención, se recomienda un espesor de reposición no inferior a 12 cm, el cual deberá ajustarse en función de las condiciones particulares que se evidencien durante la ejecución.

Adicionalmente, y en concordancia con la recomendación formulada en el estudio previo, se considera técnicamente conveniente mantener la instalación de una geomalla biaxial como parte de la solución de intervención propuesta. Esta medida tiene como objetivo principal mitigar el riesgo de reflexión de fisuras en aquellos sectores donde los deterioros existentes puedan extenderse por debajo del espesor de fresado previsto. La incorporación de la geomalla permite controlar la propagación de fisuración hacia la nueva carpeta asfáltica, mejorando el desempeño a mediano plazo de la intervención, sin modificar de manera significativa la respuesta estructural del pavimento, la cual ha sido verificada como adecuada mediante los análisis AASHTO y mecanicistas. En este sentido, la aplicación de la geomalla se plantea como una medida preventiva y complementaria, coherente con las condiciones observadas y orientada a preservar la funcionalidad del pavimento intervenido.

12 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES SOBRE CONCRETO

En el conjunto de tramos con superficie asfáltica evaluados en este informe se identificaron sectores cuya estructura corresponde a carpeta asfáltica sobre losa de concreto hidráulico. En este tipo de configuración, la condición de la carpeta no depende solo del envejecimiento del asfalto, sino también del estado de la losa y de sus juntas (fisuras, bombeo, escalonamientos y posible pérdida de soporte). Por ello, la definición de la intervención debe considerar el riesgo de reflexión de fisuras/juntas y la alta probabilidad de recurrencia si se ejecutan tratamientos únicamente superficiales.

Los tramos que presentan esta condición son:

- **CIV 17000102 – PK_ID 189790:** Calle 12C, entre Carrera 4 y Carrera 5.
- **CIV 17000181 – PK_ID 189747:** Calle 11, entre Carrera 4 y Carrera 5.
- **CIV 17000299 – PK_ID 189727:** Calle 6C BIS, entre Carrera 6 y Carrera 7.

12.1 Criterio de intervención a partir del PCI (carpeta asfáltica)

Para pavimentos asfálticos sobre losa, el PCI se utiliza como criterio de referencia para definir el alcance de la intervención sobre la carpeta:

- **PCI alto:** correcciones localizadas (sellado de fisuras, bacheos puntuales y reparaciones superficiales).
- **PCI medio:** rehabilitación de la rodadura mediante fresado y reposición, ajustando el espesor al daño observado y contemplando medidas para controlar la recurrencia.
- **PCI bajo o alta densidad de deterioros:** retiro total de la carpeta para permitir la evaluación directa de la losa y sus juntas, corregir fallas y posteriormente reponer la rodadura.

De acuerdo con el PCI actualizado a 2026, los tramos presentan:

- **CIV 17000102:** PCI = **27** (Calificación **C**).
- **CIV 17000181:** PCI = **24** (Calificación **D**).
- **CIV 17000299:** PCI = **18** (Calificación **D**).

Dado que dos tramos se clasifican en D y el tercero se ubica en C cercano al umbral inferior, se recomienda privilegiar intervenciones que reduzcan el riesgo de recurrencia por reflexión. En este contexto, no es suficiente “tapar” daños: se requiere retirar la carpeta asfáltica y, una vez expuesta la losa, verificar su condición para definir las reparaciones requeridas.

En función de lo anterior, la siguiente tabla resumen el proceso requerido de estrategia de intervención por CIV:

Tabla 26 Valores de PCI CIV con pavimento sobre concreto

Tramo	Tipo	PCI 2026	Alternativa recomendada (asfalto sobre losa)
CIV 17000102	Asfalto sobre concreto	27 (C)	Retiro de carpera asfáltica remplazo, mínimo 6 cm; verificación de necesidad de reparación o remplazo de las losas.
CIV 17000181	Asfalto sobre concreto	24 (D)	Retiro de carpera asfáltica remplazo, mínimo 6 cm; verificación de necesidad de reparación o remplazo de las losas.
CIV 17000299	Asfalto sobre concreto	18 (D)	Retiro de carpera asfáltica remplazo, mínimo 6 cm; verificación de necesidad de reparación o remplazo de las losas.

Fuente: Elaboración propia

12.2 Verificación del pavimento rígido subyacente (losa)

Una vez se retire la carpeta asfáltica, se debe exponer la losa en los puntos críticos o en todo el tramo (según densidad de deterioros), para inspeccionar:

- Fisuras y su severidad,
- Condición de juntas (apertura, desportillamiento, bombeo),
- Escalonamientos,
- Zonas con desintegración/pérdida de sección,
- Evidencia de pérdida de soporte o vacíos.

Con base en esa inspección se define, losa a losa, si procede reparación o reemplazo de cada unidad, según las recomendaciones planteadas en la siguiente tabla:

Tabla 27 Intervenciones para pavimento rígido expuesto después de fresado de carpeta asfáltica

Tipo de deterioro	Nivel de severidad	Actividad de intervención
Estallamiento de losa	Bajo	Reemplazo de losas total o parcial
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grieta de esquina	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Losa dividida	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grietas de durabilidad	-	Cepillado de la superficie
Escalonamiento	Bajo	Cepillado de la superficie
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Daño en sello de junta	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Limpieza y sello de juntas
	Alto	Limpieza y sello de juntas
Desnivel carril/berma	Alto	Renivelación de berma
Grieta longitudinal y/o transversal	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Sello de grietas
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Bombeo	-	Inyección y restauración de la transferencia
Losa dividida localizada	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento/ Mapeo de grietas	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento de esquina	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento de junta	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial

Fuente: Elaboración propia

12.3 Recomendaciones de intervención para tramos en pavimento flexible sobre losa de concreto

A diferencia de los segmentos con estructura flexible convencional sobre material granular, en los CIV 17000102, 17000181 y 17000299 la carpeta asfáltica se encuentra apoyada directamente sobre losas de concreto hidráulico. En este tipo de configuración estructural, la condición funcional de la superficie no depende exclusivamente del estado

de la mezcla asfáltica, sino que está fuertemente condicionada por el comportamiento de la losa subyacente y de sus juntas, especialmente en lo relacionado con fisuración, bombeo, escalonamientos y pérdida de soporte.

Adicionalmente, para estos segmentos no fue posible desarrollar un análisis estructural detallado mediante metodología AASHTO o análisis mecanicista, debido a que la información disponible de deflectometría no era consistente con los espesores reales de la estructura, y no se contaba con información completa de apiques ni ensayos de laboratorio que permitieran caracterizar adecuadamente los materiales y su respuesta mecánica. En consecuencia, la definición de la estrategia de intervención se fundamenta principalmente en la condición funcional evidenciada mediante el PCI y en la tipología estructural identificada.

De acuerdo con el PCI actualizado a 2026, los tres segmentos se ubican en condición baja (C y D), con valores cercanos o dentro del rango crítico. Esta situación, sumada a la configuración flexible sobre rígido, implica un alto riesgo de recurrencia por reflexión de juntas y fisuras si se aplican únicamente tratamientos superficiales. Por lo tanto, no se considera técnicamente recomendable la ejecución de intervenciones limitadas a sellos o bacheos puntuales, ni la aplicación de sobrecarpetas sin evaluación previa de la losa.

En este contexto, se recomienda como estrategia general el retiro total de la carpeta asfáltica existente, mediante fresado o demolición controlada, con el fin de exponer la losa de concreto y permitir su inspección directa. Esta etapa es indispensable para identificar la magnitud real de los deterioros estructurales y definir, losa a losa, el tipo de reparación requerido conforme a los criterios establecidos en la Tabla 27 Intervenciones para pavimento rígido expuesto después de fresado de carpeta asfáltica.

Una vez expuesta la losa, deberán ejecutarse las actividades de reparación correspondientes, incluyendo reemplazo total o parcial de losas con fisuración severa, estallamientos o pérdida de sección, inyección en zonas con bombeo para restaurar la transferencia de carga, limpieza y reseñado de juntas, renivelación de bermas cuando aplique, y corrección de escalonamientos o desportillamientos. Solo después de garantizar una condición estructural adecuada del pavimento rígido subyacente deberá procederse a la reposición de la rodadura asfáltica.

Para la nueva carpeta asfáltica, se recomienda considerar la incorporación de una geomalla biaxial o sistema de refuerzo intermedio como medida preventiva para mitigar el riesgo de reflexión de fisuras y juntas hacia la nueva superficie. Esta medida no sustituye la reparación estructural de la losa, pero contribuye a mejorar el desempeño funcional a mediano plazo y a reducir la velocidad de propagación de fisuras reflejadas.

En síntesis, para los CIV 17000102, 17000181 y 17000299 la intervención no debe abordarse como una rehabilitación superficial convencional, sino como un proceso integral que incluya:

I. Retiro de la carpeta existente,
II. Verificación y reparación estructural del pavimento rígido subyacente, y
III. Reposición de la rodadura con medidas de control de reflexión.

Este enfoque es coherente con la condición PCI observada, con la tipología estructural identificada y con la necesidad de reducir el riesgo de recurrencia temprana de los deterioros.

Ahora bien, durante la etapa de fresado o retiro de la carpeta asfáltica, deberá verificarse en campo la continuidad y existencia efectiva de la losa de concreto hidráulico subyacente identificada en la etapa de diagnóstico. Esta verificación deberá realizarse mediante inspección directa de la superficie expuesta, registro fotográfico, levantamiento de espesores.

En caso de que en algún sector puntual o segmento no se identifique la losa de concreto hidráulico inicialmente considerada y, en su lugar, se evidencie una estructura flexible convencional apoyada sobre materiales granulares, la intervención deberá ajustarse a dicha condición real de campo. En tal caso, no será procedente aplicar los criterios de reparación losa a losa previstos para pavimento rígido. Para estos sectores, se deberá evaluar como mínimo el estado de la capa granular existente, grado de compactación, humedad, contaminación (elementos externos, materia orgánica, materiales externos que afecten su comportamiento, etc.), pérdida de gradación, presencia de material plástico, deformaciones permanentes, bombeo, saturación, pérdida de confinamiento o cualquier otra condición que comprometa su desempeño como capa de soporte. Esta verificación deberá complementarse con los ensayos de calidad aplicables, de acuerdo con las especificaciones técnicas vigentes del IDU, incluyendo, según corresponda, como mínimo densidad y compactación en campo.

Cuando el material granular existente evidencie una condición adecuada, podrá conservarse, siempre que cumpla los requisitos de calidad, compactación, nivelación y capacidad de soporte exigibles para la alternativa de intervención definida. En caso contrario, se recomienda realizar el retiro y reemplazo del material deficiente en un espesor mínimo de 20 cm mediante base granular tipo B, debidamente compactada y controlada mediante los ensayos de calidad correspondientes.

Como alternativa técnica, y previa validación por parte de la Interventoría y/o la Entidad Contratante, podrá emplearse una capa de 15 cm de MGEA o material equivalente estabilizado, siempre que cumpla las especificaciones aplicables y garantice una capacidad de soporte igual o superior a la prevista con la base granular tipo B. Esta alternativa podrá considerarse especialmente en sectores donde se requiera mejorar la rigidez de apoyo, controlar deformaciones o limitar espesores de intervención por restricciones geométricas, de niveles o empalmes con estructuras existentes.

En conclusión, las opciones de intervención planteadas para estos CIV se resumen a continuación:

Tabla 28 Resumen intervención recomendada

CIV	Tipología / materialidad	Intervención recomendada (resumen)
17000102	Asfalto sobre losa de concreto	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granular	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.
17000181	Asfalto sobre losa de concreto	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granular	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.
17000299	Asfalto sobre losa de concreto	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granular	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.

Fuente: Elaboración propia

13 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO RÍGIDO

Dentro del alcance del presente informe se incluyen sectores que, debido a su condición crítica o a la necesidad de unificación de tipología estructural, requieren el desarrollo de un diseño estructural nuevo. En particular, el CIV 17000299 presenta un subtramo en concreto hidráulico cuya condición superficial ha sido clasificada como fallada o muy mala, con presencia de deterioros severos que comprometen tanto la funcionalidad como la integridad estructural del pavimento existente. En consecuencia, se establece la necesidad de reconstrucción total del tramo.

La intervención propuesta contempla la demolición de las losas existentes y el desarrollo de un diseño estructural nuevo en pavimento rígido, complementado con una sobrecapa flexible como material de rodadura. Esta solución busca no solo restituir la capacidad estructural del segmento conforme a los parámetros de tránsito definidos para el proyecto, sino también garantizar homogeneidad en la tipología y material de rodadura a lo largo del CIV completo, mejorando la continuidad funcional y constructiva del corredor.

En relación con la capacidad de soporte del terreno de fundación, se precisa que el CIV 17000299 se encuentra próximo al Apique 16, el cual reporta un valor de CBR estimado por correlación con PDC del orden de 2,5 %. Sin embargo, considerando que dicho valor proviene de una correlación indirecta y no de un ensayo directo de CBR, y atendiendo la variabilidad inherente tanto al método como a las condiciones locales del material, para efectos del dimensionamiento estructural se adopta de manera conservadora un CBR de diseño igual a 2,0 %. Este criterio permite incorporar un margen de seguridad frente a posibles variaciones en la calidad del suelo de soporte.

No obstante, previo a la ejecución de las obras, deberá realizarse la verificación en campo mediante ensayos directos representativos en la zona —tales como CBR de laboratorio con muestra representativa y/o ensayos de resistencia in situ— con el fin de confirmar la condición real de soporte y, en caso de ser necesario, ajustar el diseño estructural propuesto. Esta verificación permitirá garantizar que la solución adoptada responda adecuadamente a las condiciones geotécnicas reales del tramo y asegure la durabilidad esperada de la intervención.

A continuación, se definen los criterios de diseño:

13.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k)

Para el diseño estructural se adoptó un criterio conservador, utilizando como condición representativa de soporte un CBR de diseño igual a 2,00 %, valor que deberá verificarse en campo previo a la construcción para el tramo CIV 17000299.

A partir de este CBR se estimó el módulo de reacción de la subrasante, el cual constituye la condición base de análisis para ambas alternativas estructurales evaluadas.

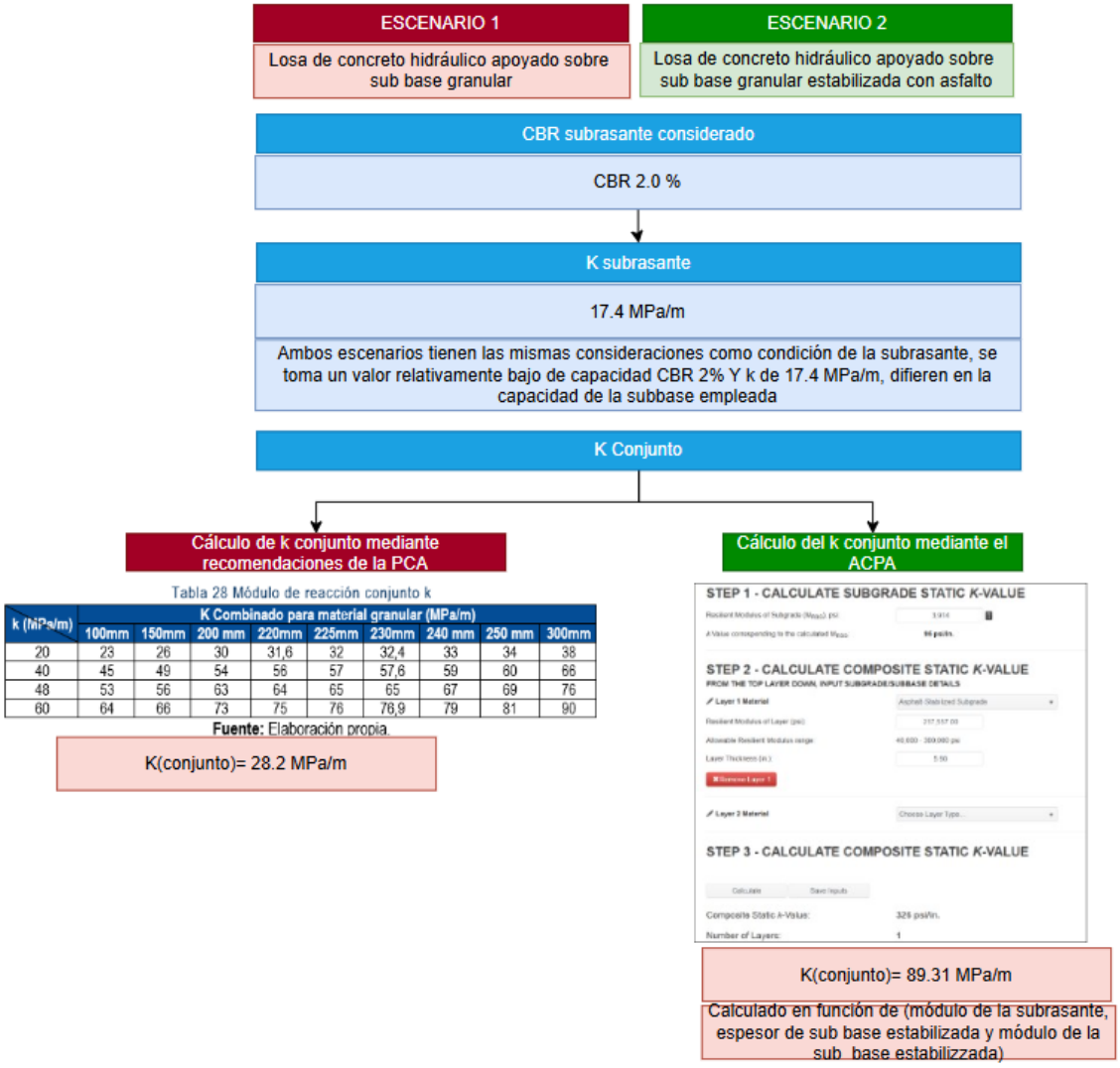
Para estimar el módulo de reacción de la subrasante (k) a partir del CBR se empleó la siguiente correlación:

$$K_{\left\{\frac{kg}{cm^3}\right\}} = 0.25 + 5.15\backslash log_{\{10\}(CBR)}$$

Aplicando la correlación anterior para CBR = 2,00 %, se obtiene un módulo de reacción de subrasante k = 17,4 MPa/m. Este valor corresponde al módulo de reacción de la subrasante y fue adoptado como condición base para el diseño de ambas alternativas estructurales.

A partir de esta condición base se evaluaron dos alternativas de apoyo, las cuales difieren únicamente en el tipo de capa de apoyo incorporada en la estructura, manteniendo constante la condición de subrasante.

Figura 12 Esquema de determinación del módulo de reacción conjunto para las alternativas estructurales evaluadas.



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura anterior, ambas alternativas parten de la misma condición conservadora de subrasante (CBR = 2,00 %; k = 17,4 MPa/m).

La diferencia entre los valores de k conjunto obedece exclusivamente al tipo y capacidad estructural de la capa de apoyo considerada en cada alternativa.

13.1.1 Alternativa 1 – Base granular convencional

Correspondiente a una losa de concreto hidráulico apoyada sobre una base granular convencional de 20 cm, se estimó el módulo de reacción conjunto del sistema subrasante + base granular a partir de las recomendaciones de la PCA.

A partir de las recomendaciones PCA, se determinó el módulo de reacción equivalente del sistema subrasante + base granular (k compuesto) usando la Tabla 30 .

Tabla 29 Módulo de reacción conjunto k

k (MPa/m)	K Combinado para material granular (MPa/m)								
	100mm	150mm	200 mm	220mm	225mm	230mm	240 mm	250 mm	300mm
20	23	26	30	31,6	32	32,4	33	34	38
40	45	49	54	56	57	57,6	59	60	66
48	53	56	63	64	65	65	67	69	76
60	64	66	73	75	76	76,9	79	81	90

Fuente: Elaboración propia.

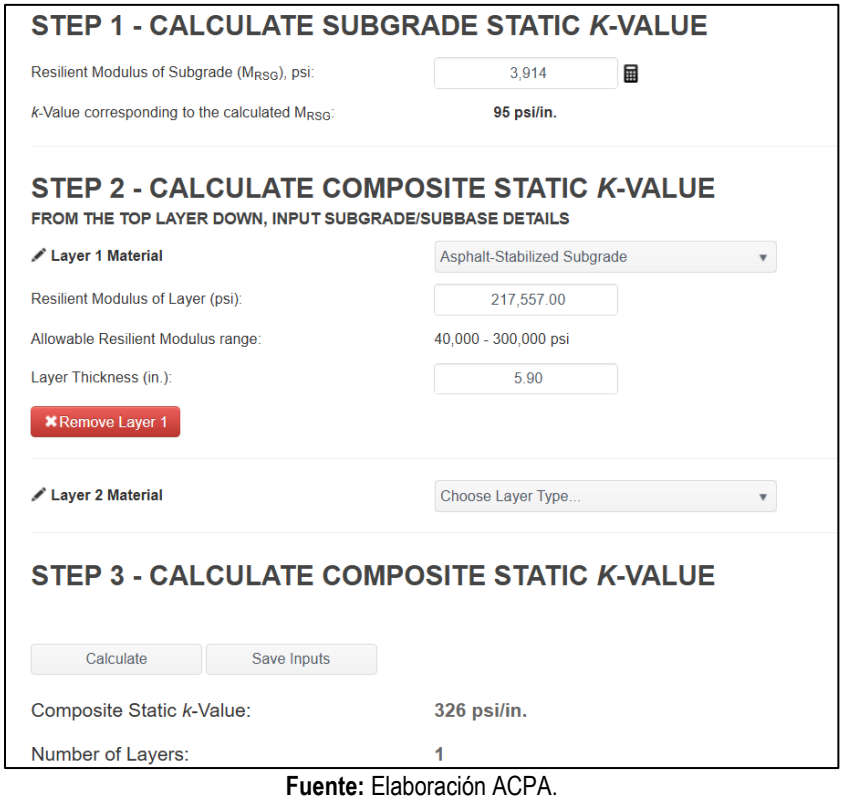
Con base en la tabla anterior y realizando la interpolación correspondiente para un espesor de 20 cm de base granular, se obtuvo un módulo de reacción conjunto k = 28,20 MPa/m.

13.1.2 Alternativa 2 – Base estabilizada con asfalto

Para la Alternativa 2, correspondiente a una losa de concreto hidráulico apoyada sobre una base estabilizada con asfalto de 15 cm, se estimó el módulo de reacción conjunto del sistema estructural mediante la herramienta K-Value Calculator de la ACPA.

Respecto al escenario 2, se evaluó una mejora de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la inclusión de una base estabilizada con asfalto (MGEA) de 15 cm, estimando el k conjunto mediante la herramienta K-Value Calculator de la ACPA, adoptando un módulo teórico de la capa estabilizada de E = 1.500 MPa. Con estos supuestos, el valor obtenido de k conjunto en la superficie de apoyo fue 89,31 MPa/m.

Figura 13 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto



Fuente: Elaboración ACPA.

En resumen, ambas alternativas parten de la misma condición conservadora de subrasante, correspondiente a CBR = 2,00 % y k = 17,4 MPa/m.

La diferencia entre ellas corresponde únicamente al tipo de capa de apoyo considerada, obteniéndose los siguientes módulos de reacción conjuntos de diseño:

Alternativa 1

- Base granular convencional de 20 cm
- k conjunto = 28,20 MPa/m

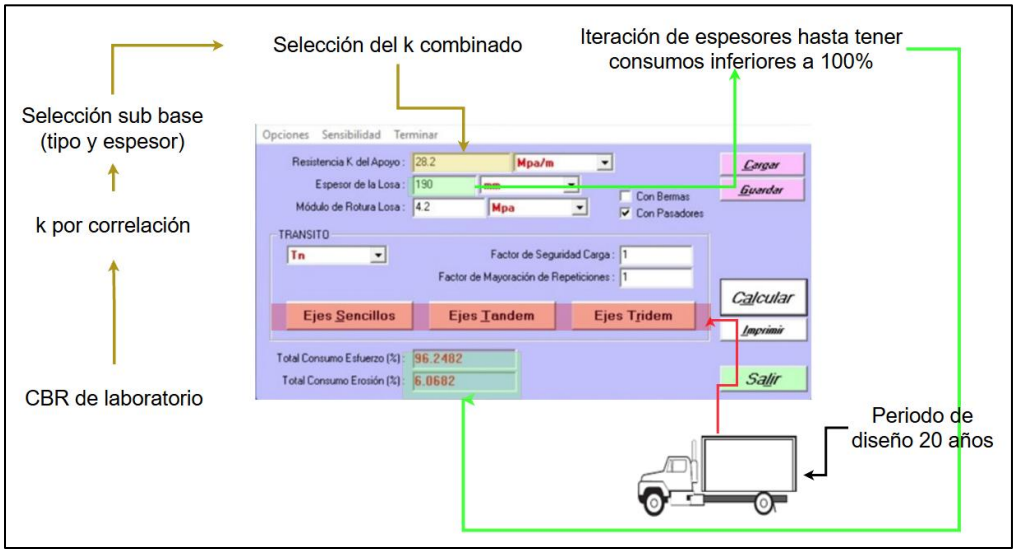
Alternativa 2

- Base estabilizada con asfalto de 15 cm
- k conjunto = 89,31 MPa/m

13.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados

El dimensionamiento de las alternativas en pavimento rígido se desarrolló con base en la metodología PCA, utilizando el software BS-PCA. En la figura siguiente se presentan los principales datos de entrada empleados en la corrida de diseño; para el tránsito se incorporó el espectro de carga presentado en el capítulo 9.

Figura 14 Datos de entrada BS-PCA



Fuente: Elaboración propia.

Vale la pena aclarar que se adopta una solución de pavimento compuesto consistente en la reconstrucción en concreto hidráulico dimensionado para el tránsito de diseño, apoyado sobre una subbase que garantice soporte uniforme acorde con un CBR de diseño igual a 2,0%, y la posterior colocación de una sobrecapa asfáltica como rodadura homogénea. La losa de concreto constituye el elemento estructural principal del sistema, siendo la encargada de resistir las solicitaciones de carga y controlar los mecanismos de fatiga y erosión; en consecuencia, el dimensionamiento estructural se desarrolla para el pavimento rígido, mientras que la sobrecapa asfáltica no se concibe como un elemento portante adicional sino como una capa funcional.

Para la rodadura asfáltica se recomienda un espesor mínimo de 6 cm, el cual no responde a un cálculo estructural específico, sino a criterios funcionales y constructivos. Este espesor permite homogenizar la superficie del CIV

completo, garantizar continuidad en el material de rodadura, mejorar el confort y el nivel de servicio, optimizar la textura superficial y reducir el impacto visual y funcional asociado a cambios de tipología. Adicionalmente, un espesor no inferior a 6 cm contribuye a mitigar la marcación de las juntas del concreto subyacente, especialmente cuando se incorpora un tratamiento antirreflexión (por ejemplo, membrana intermedia tipo geomalla biaxial o sistema equivalente) entre la losa y la mezcla asfáltica. De esta manera, la sobrecapa cumple una función de regularización, protección superficial y mejora funcional, mientras que la capacidad estructural del sistema se garantiza mediante el diseño adecuado del pavimento rígido reconstruido.

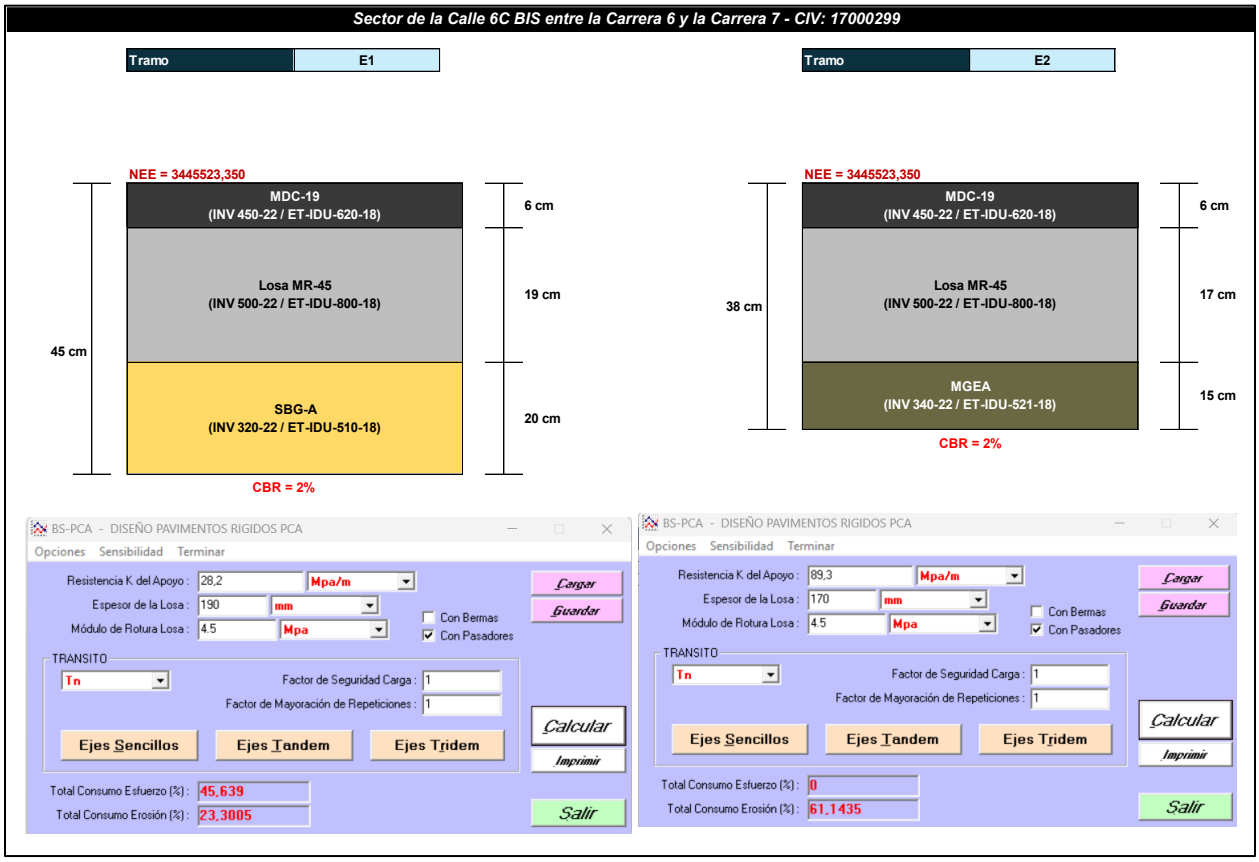
13.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)

Con base en las alternativas definidas previamente, se plantean dos secciones tipo de pavimento rígido, verificadas mediante análisis con el software de la PCA:

- **Alternativa 1:** 6 cm de Capas asfáltica de rodadura +19 cm de concreto hidráulico + 20 cm de base granular.
- **Alternativa 2:** 6 cm de Capas asfáltica de rodadura + 17 cm de concreto hidráulico + 15 cm de base estabilizada con asfalto.

A continuación, se presenta la sección transversal típica correspondiente a cada alternativa.

Figura 15 Sección transversal típica (CIV 17000299)



Fuente: Elaboración propia.

Nota aclaratoria: La capa de rodadura asfáltica prevista sobre la losa de concreto hidráulico tiene carácter funcional y constructivo, y no fue considerada como componente portante dentro del dimensionamiento estructural del

pavimento rígido. En consecuencia, la capacidad estructural del sistema, así como las verificaciones por fatiga y erosión, se garantizan mediante la losa de concreto hidráulico diseñada, sin depender del aporte estructural de la mezcla asfáltica.

Bajo este criterio, la sobrecapa asfáltica no constituye un requisito estructural para el cumplimiento del diseño, sino una recomendación orientada a mejorar la regularidad superficial, la continuidad de la rodadura, el confort de circulación, la uniformidad del CIV y la transición funcional con los tramos adyacentes. Por tanto, *su ejecución podrá ser definida durante la etapa constructiva por la Entidad Contratante y/o la Interventoría*, con el respectivo soporte técnico, sin que su eventual omisión comprometa la suficiencia estructural del pavimento rígido diseñado.

En caso de no ejecutarse la rodadura asfáltica, deberá garantizarse que la losa de concreto quede habilitada como superficie final de rodadura, cumpliendo las condiciones de acabado, textura, regularidad, niveles, drenaje superficial, sellado de juntas, empalmes y transición con las estructuras existentes o proyectadas. En caso de ejecutarse, se recomienda mantener un espesor mínimo de 6 cm y disponer un sistema o tratamiento antirreflexión de juntas cuando aplique, con el fin de reducir la manifestación prematura de juntas o fisuras del concreto subyacente en la carpeta asfáltica.

14 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN SECTORES DE PAVIMENTO ARTICULADO

En el alcance del presente informe se incluyen sectores que requieren diseño estructural nuevo por condición crítica y por cambio o reconstrucción de tipología. En particular, se consideran los CIV 17000125 y CIV 17000116, correspondientes a tramos en adoquín en mal estado, para los cuales se plantea cambio de materialidad y diseño en pavimento rígido.

En el alcance del presente informe, los segmentos con presencia de pavimento articulado (adoquín) corresponden a los siguientes tramos:

- **CIV 17000125 – PK_ID 189796** (Calle 12D, desde Carrera 1 hasta Carrera 1 bis)
- **CIV 17000116 – PK_ID 189797** (Calle 12D, desde Carrera 1A hasta Carrera 1 bis)

Estos dos tramos conforman un corredor continuo en adoquín, por lo cual comparten la misma tipología de superficie (adoquín), presentan condiciones funcionales comparables y están sometidos a consideraciones de tránsito equivalentes, así como a condiciones superficiales similares (deterioros y nivel de afectación del servicio). En consecuencia, el análisis y la alternativa de intervención se consideran de manera articulada para asegurar continuidad funcional y constructiva.

Para estos tramos no se dispone de información completa de soporte estructural mediante deflectometría; por lo tanto, la toma de decisión se sustenta principalmente en la evaluación superficial (PCI) tomada en el año 2026.

La verificación más reciente evidencia una condición superficial desfavorable (PCI bajo), con deterioros que comprometen la funcionalidad del corredor y son consistentes con fallas típicas en pavimentos articulados, tales como pérdida de confinamiento, desalineación, asentamientos diferenciales, pérdida de material en juntas y daño de piezas. En consecuencia, la alternativa propuesta no se limita a correcciones puntuales, sino que plantea una intervención de mayor alcance, orientada a la reconstrucción y al cambio de materialidad.

En este contexto, se propone intervenir el sector actualmente en adoquín (CIV 17000125 y CIV 17000116) mediante el reemplazo por una estructura en pavimento rígido estampado (concreto hidráulico estampado), como alternativa que permite conservar una apariencia compatible con el entorno urbano y, a su vez, mejorar el desempeño estructural, reducir la recurrencia de fallas y disminuir la frecuencia de mantenimiento asociada a este tipo de superficie (reacomodos, pérdida de arena en juntas y pérdida de soporte).

Para el dimensionamiento preliminar se adopta un criterio conservador de capacidad de soporte, tomando como referencia un CBR = 2,0 %, el cual deberá verificarse en campo previo a la construcción mediante exploración y ensayos representativos en el corredor definido por ambos PK_ID, con el fin de confirmar la capacidad de soporte y ajustar el diseño si es necesario. En resumen, se plantea lo siguiente:

- Los CIV 17000125 y CIV 17000116 (sector en adoquín) requieren cambio de materialidad por su PCI bajo y el mal desempeño funcional evidenciado.

- La alternativa recomendada es la reconstrucción en concreto hidráulico estampado, sujeta a la verificación previa del soporte y a la confirmación de condiciones de compactación, limpieza y calidad de las capas granulares existentes.

14.1 Parámetros de soporte y estimación del módulo de reacción (k)

Para el diseño estructural se adoptó un criterio conservador, utilizando como condición representativa de soporte el CBR en inmersión asumido de 2,00 %, condición que se debe verificar en campo previo a la construcción para el conjunto de los tramos CIV 17000125 y 17000116.

A partir de este CBR se estimó el módulo de reacción de la subrasante, el cual constituye la condición base de análisis para ambas alternativas estructurales evaluadas.

Para estimar el módulo de reacción de la subrasante (k) a partir del CBR se empleó la siguiente correlación:

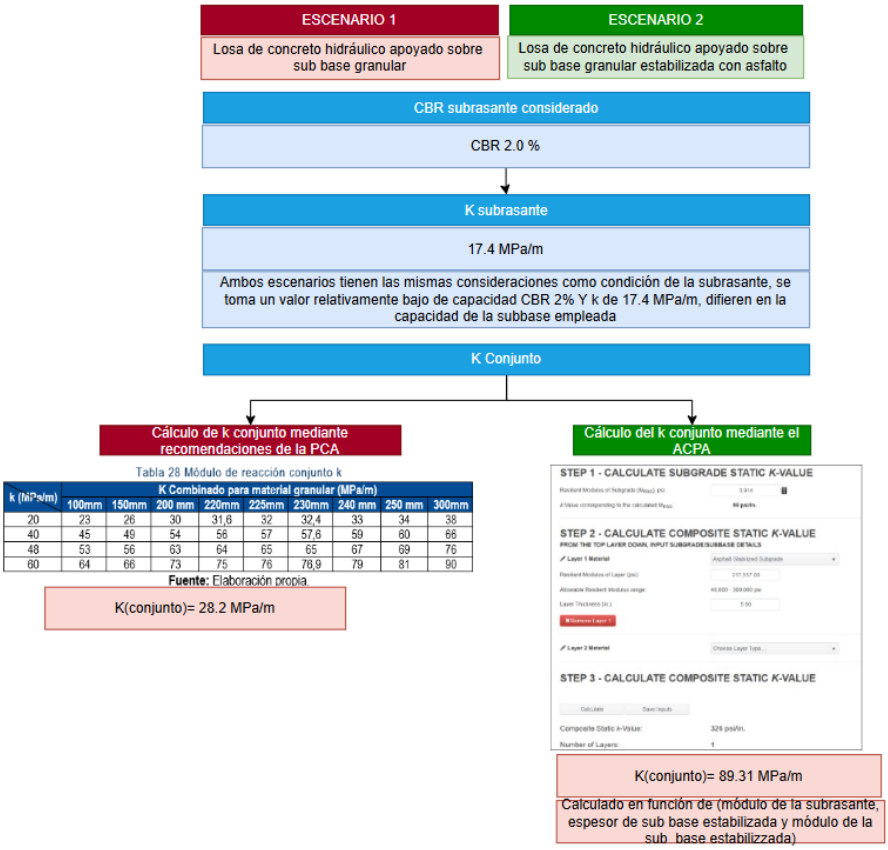
$$K_{\left\{\frac{kg}{cm^3}\right\}} = 0.25 + 5.15\backslash log_{\{10\}(CBR)}$$

Aplicando la correlación anterior para CBR = 2,00 %, se obtiene un módulo de reacción de subrasante k = 17,4 MPa/m.

Este valor corresponde al módulo de reacción de la subrasante y fue adoptado como condición base para el diseño de ambas alternativas estructurales.

A partir de esta condición base se evaluaron dos alternativas de apoyo, las cuales difieren únicamente en el tipo de capa de apoyo incorporada en la estructura, manteniendo constante la condición de subrasante.

Figura 16 Esquema de determinación del módulo de reacción conjunto para las alternativas estructurales evaluadas.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior, ambas alternativas parten de la misma condición conservadora de subrasante (CBR = 2,00 %; k = 17,4 MPa/m).

La diferencia entre los valores de k conjunto obedece exclusivamente al tipo y capacidad estructural de la capa de apoyo considerada en cada alternativa.

14.1.1 Alternativa 1 – Base granular convencional

Corresponde a una losa de concreto hidráulico apoyada sobre una base granular convencional de 20 cm, para la cual se estimó el módulo de reacción conjunto del sistema subrasante + base granular a partir de las recomendaciones de la PCA.

A partir de las recomendaciones PCA, se determinó el módulo de reacción equivalente del sistema subrasante + base granular (k compuesto) usando la Tabla 30 .

Tabla 30 Módulo de reacción conjunto k

k (MPa/m)	K Combinado para material granular (MPa/m)								
	100mm	150mm	200 mm	220mm	225mm	230mm	240 mm	250 mm	300mm
20	23	26	30	31,6	32	32,4	33	34	38
40	45	49	54	56	57	57,6	59	60	66
48	53	56	63	64	65	65	67	69	76
60	64	66	73	75	76	76,9	79	81	90

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la tabla anterior y realizando la interpolación correspondiente para un espesor de 20 cm de base granular, se obtuvo un módulo de reacción conjunto k = 28,20 MPa/m.

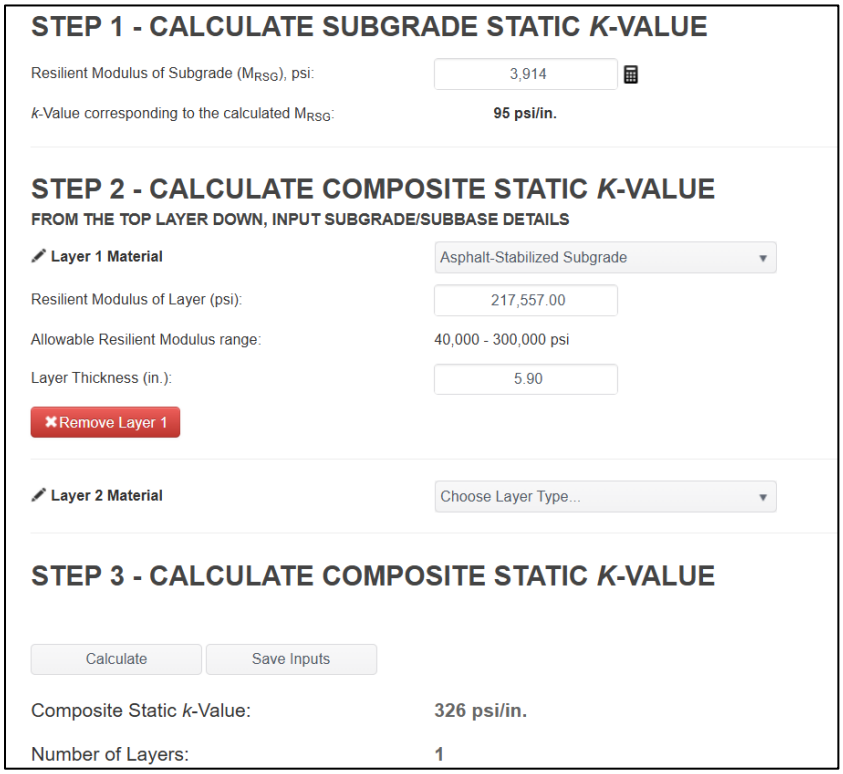
14.1.2 Alternativa 2 – Base estabilizada con asfalto

Para la Alternativa 2, correspondiente a una losa de concreto hidráulico apoyada sobre una base estabilizada con asfalto de 15 cm, se estimó el módulo de reacción conjunto del sistema estructural mediante la herramienta K-Value Calculator de la ACPA.

En este cálculo se mantuvo la misma condición de subrasante adoptada para diseño (k = 17,4 MPa/m) y se consideró un módulo elástico teórico de la capa estabilizada de E = 1.500 MPa.

Con estos parámetros, el valor obtenido de k conjunto en la superficie de apoyo fue 89,31 MPa/m.

Figura 17 módulo de reacción conjunto base estabilizada con asfalto



Fuente: Elaboración ACPA

En resumen, ambas alternativas parten de la misma condición conservadora de subrasante, correspondiente a CBR = 2,00 % y k = 17,4 MPa/m.

La diferencia entre ellas corresponde únicamente al tipo de capa de apoyo considerada, obteniéndose los siguientes módulos de reacción conjuntos de diseño:

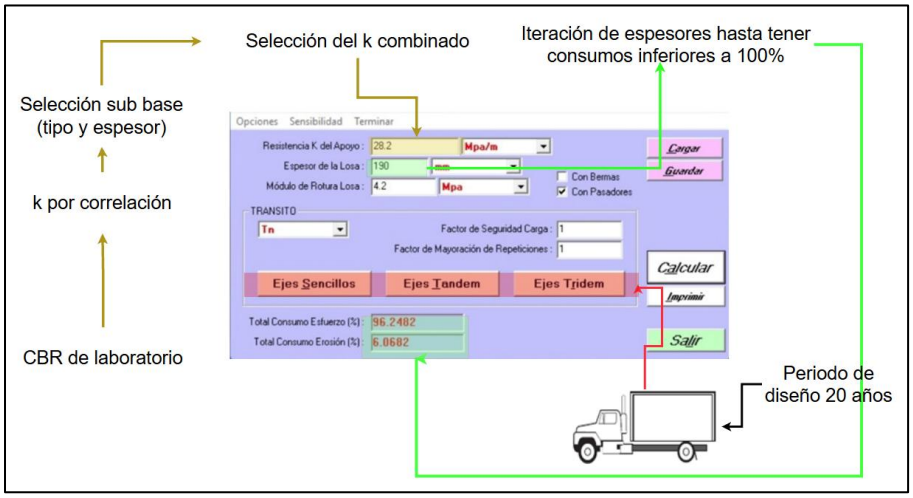
Alternativa 1
Base granular convencional de 20 cm
k conjunto = 28,20 MPa/m

Alternativa 2
Base estabilizada con asfalto de 15 cm
k conjunto = 89,31 MPa/m

14.2 Dimensionamiento mecanicista por PCA (BS-PCA) y resultados

El dimensionamiento de las alternativas en pavimento rígido se desarrolló con base en la metodología PCA, utilizando el software BS-PCA. En la figura siguiente se presentan los principales datos de entrada empleados en la corrida de diseño; para el tránsito se incorporó el espectro de carga presentado en el capítulo 9.

Figura 18 Datos de entrada BS-PCA



Fuente: Elaboración propia.

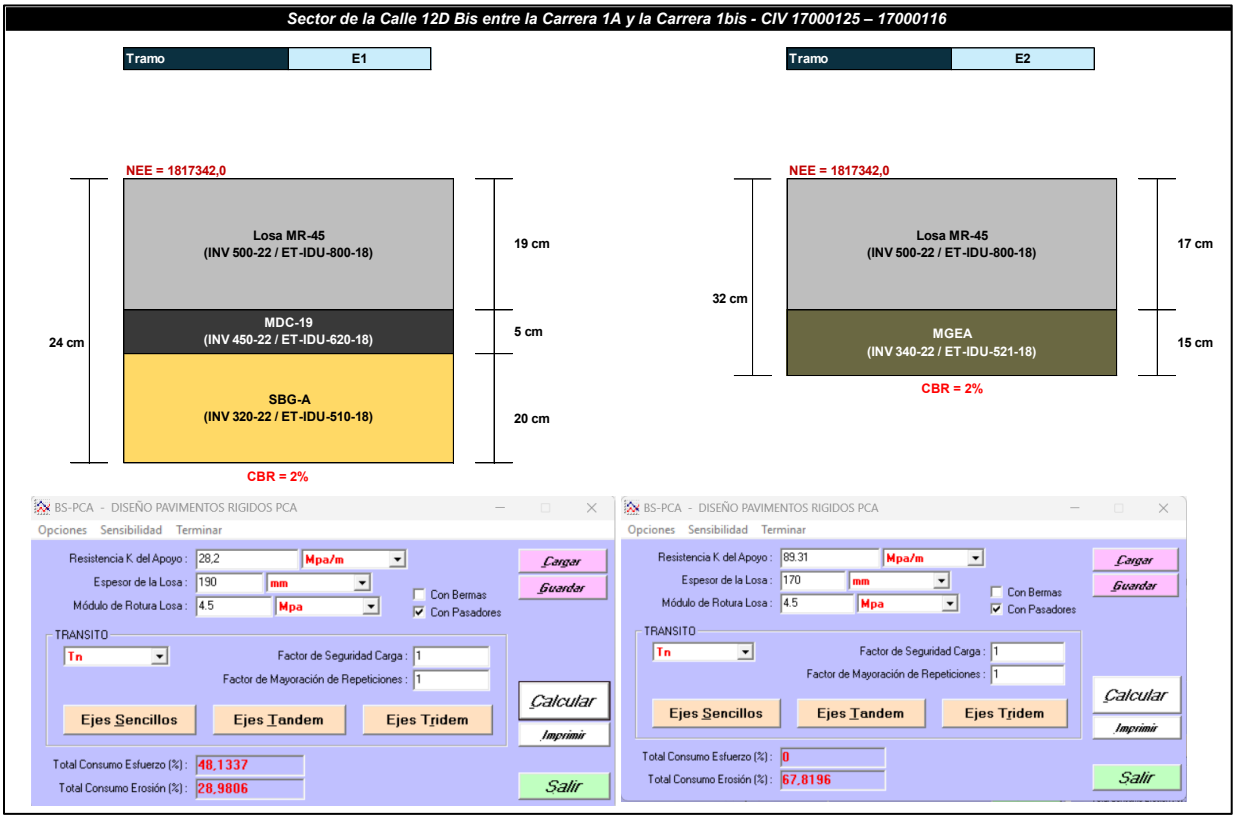
14.3 Sección transversal típica propuesta (reconstrucción en pavimento rígido)

Con base en las alternativas definidas previamente, se plantean dos secciones tipo de pavimento rígido, verificadas mediante análisis con el software de la PCA:

- **Alternativa 1:** 19 cm de concreto hidráulico + 5 cm de capa asfáltica antierosión + 20 cm de subbase granular.
- **Alternativa 2:** 17 cm de concreto hidráulico + 15 cm de base estabilizada con asfalto.

A continuación, se presenta la sección transversal típica correspondiente a cada alternativa.

Figura 19 Sección transversal típica (CIV 17000125 – 17000116)



Fuente: Elaboración propia.

15 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Este capítulo consolida recomendaciones de construcción y control de calidad para la ejecución de las alternativas propuestas, orientadas al cumplimiento de la normativa y especificaciones vigentes del IDU. Se incluyen recomendaciones para pavimento rígido (juntas y sellos), capas granulares (calidad y compactación), mezclas asfálticas (riegos y colocación) y aspectos transversales de drenaje, con el fin de reducir riesgos de fallas prematuras por deficiencias constructivas o ingreso de agua a la estructura.

15.1 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU)

La subbase deberá cumplir los requisitos de granulometría, limpieza y propiedades exigidas por el IDU, y construirse con control de humedad y compactación.

- Calidad del material: controlar recepción y acopio para evitar segregación y contaminación. No se deben incorporar materiales con exceso de finos, presencia de orgánicos, lodos o residuos.

- Ejecución por capas: extender en capas uniformes y compatibles con el equipo de compactación, con ajuste de humedad (humectación/aireación) según el Proctor adoptado por la especificación IDU.

15.2 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU)

Para fresado y reposición, y para capas asfálticas complementarias cuando apliquen, se recomienda cumplir las especificaciones IDU vigentes para materiales, riegos y colocación.

- Condición previa: la superficie debe estar limpia y seca; no se debe colocar mezcla sobre zonas con falla de soporte sin corregir la causa.

- Riego de imprimación y riego de liga: controlar tipo de ligante, dosificación, uniformidad y condiciones de rotura/curado conforme a la especificación IDU; no se debe colocar la capa siguiente hasta verificar rotura adecuada y ausencia de contaminación.
- Verificación de desempeño: previo a la colocación, se recomienda verificar que, a la temperatura y frecuencia típicas de operación, la mezcla alcance un módulo dinámico mínimo del orden de 1.750 MPa a fin de mantener condiciones similares al pavimento existente, o bien alcanzar un módulo de 2.000 MPa, sustentado con ensayos o soporte técnico del diseño/mezcla, según el esquema de control de calidad aceptado.

- Extendido y compactación: controlar temperaturas, patrón de compactación, densidad y espesores de acuerdo con la especificación IDU aplicable.

15.3 Drenaje y manejo del agua (IDU)

Para pavimento rígido y flexible, se debe verificar el cumplimiento de pendientes y condiciones de drenaje conforme a criterios del IDU, evitando empozamientos y minimizando infiltraciones:

- Verificar bombeo transversal, pendientes longitudinales y continuidad del drenaje existente (sumideros, cunetas y conexiones).

- Corregir depresiones y puntos de empozamiento antes de habilitar la vía.

- Asegurar sellos y transiciones para reducir ingreso de agua a la estructura, dado que la infiltración puede generar pérdida de soporte, bombeo de finos y aceleración del deterioro.

15.4 Diseño de juntas y sellos

A continuación, se presenta la recomendación de juntas para los tramos de acuerdo con los espesores de losa de concreto hidráulico presentadas en el desarrollo del documento. Cabe mencionar que para el dimensionamiento de las losas se debe cumplir con las siguientes relaciones; una longitud máxima de losa de 24 veces el espesor y una relación largo/ancho de máximo de 1.25.

15.5 Juntas Longitudinales

La junta longitudinal controla el agrietamiento producido por alabeo entre otras funciones. Para la construcción de la estructura de pavimento, se debe marcar la junta con una abertura, con el fin de separar los carriles y proporcionar alojamiento para el sellado, las losas deben quedar unidas por barras de anclaje corrugadas, que se encarguen de asegurar que no haya desplazamiento relativo de las losas.

De acuerdo con la metodología PCA se establecen las características de las barras de anclaje. En la Tabla 31 se presentan las recomendaciones para el refuerzo, teniendo en cuenta que el acero usado deberá cumplir con un esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm2 (60,000 psi).

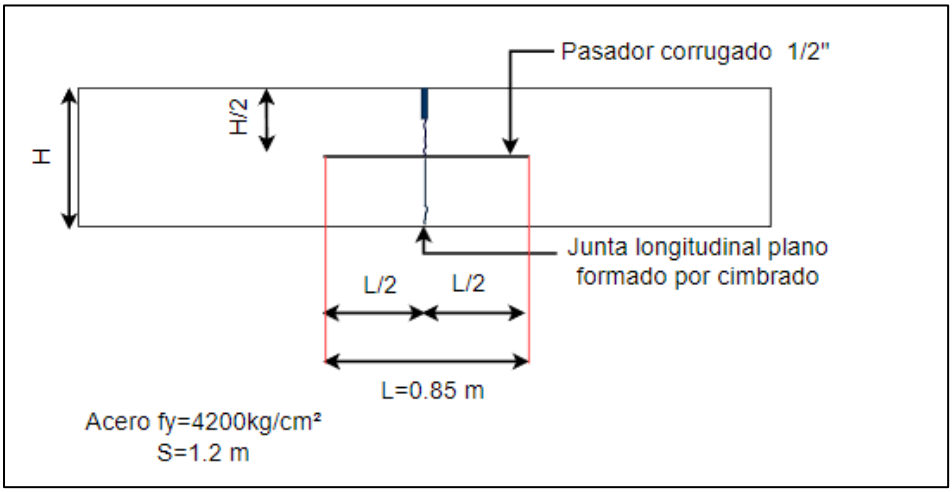
Tabla 31– Recomendaciones para las barras de amarre

Espesor de la losa (mm)	Barras de Φ 9,5 mm (3/8")				Barras de Φ 12,7 mm (1/2")				Barras de Φ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)
Acero de fy = 280 MPa (40.000 psi)												
150	0.45	0.80	0.75	0.65	0.6	1.20	1.20	1.20	0.7	1.20	1.20	1.20
175		0.70	0.60	0.55		1.2	1.1	1.00		1.20	1.20	1.20
200		0.60	0.55	0.50		1.05	1.00	0.90		1.20	1.20	1.20
225		0.55	0.55	0.45		0.85	0.85	0.8		1.20	1.20	1.20
250		0.45	0.45	0.40		0.85	0.80	0.70		1.20	1.20	1.20
Acero de fy = 420 MPa (60.000 psi)												
150	0.65	1.20	1.10	1.00	0.85	1.20	1.20	1.20	1.00	1.20	1.20	1.20
175		1.05	0.95	0.85		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
200		0.90	0.80	0.75		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
225		0.80	0.75	0.65		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
250		0.70	0.65	0.60		1.20	1.15	1.10		1.20	1.20	1.20

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.

Serán varillas corrugadas de diámetro 1/2" (12.7mm), longitud de 0.85m y separadas cada 1.20m. Las barras de acero no se deben instalar a menos de 40 cm de la junta transversal para evitar que interfieran con el movimiento de las juntas. En la Figura 20 se presenta el detalle de las barras de anclaje.

Figura 20 Detalle barras de anclaje



Fuente: IDU.

15.6 Juntas Transversales

Las juntas transversales o juntas de contracción son juntas de alabeo, es decir, controlan las grietas causadas por la retracción de fraguado del hormigón y por las acciones climáticas (temperatura y humedad) cumpliendo una función mecánica esencial constituyendo un medio de transferencia de la carga. Es necesario complementar la eficiencia de la trabazón de agregados mediante el empleo de barras de acero liso, denominadas pasadores o dovelas, que conectan entre sí las losas separadas por juntas. Este tipo de mecanismo transmite tanto fuerzas de cizalladura como momento flector, pero debe permitir el libre movimiento horizontal de las losas, por lo cual al menos una mitad del pasador debe no adherir con el concreto que lo rodea. Así mismo, esta libertad de movimiento horizontal exige que los pasadores de una junta sean todos paralelos al eje de la calzada y que se encuentren ubicados en el eje neutro de la losa. A continuación, se presentan las dimensiones recomendadas por la PCA.

Tabla 32– Recomendación para las dovelas

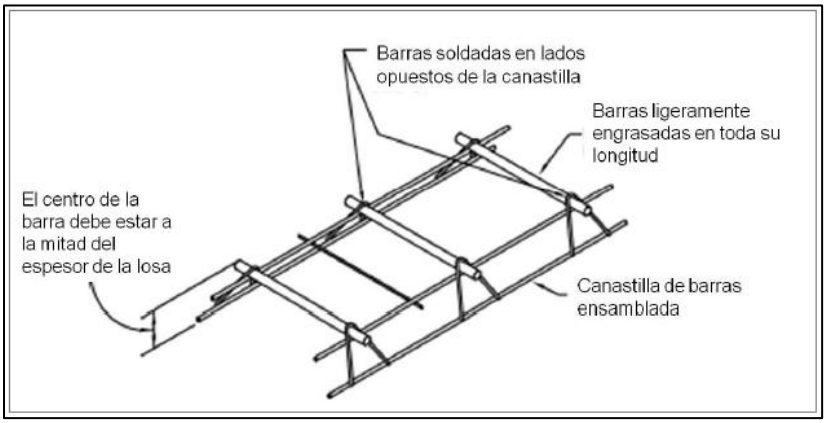
Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	Mm	Pulgada	Mm	mm
0– 100	13	½	250	300
110– 130	16	5/8	300	300
140– 150	19	¾	350	300
160– 180	22	7/8	350	300
190– 200	25	1	350	300
210– 230	29	1 1/8	400	300
240– 250	32	1 ¼	450	300
260– 280	35	1 3/8	450	300
290– 300	38	1 ½	500	300

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto.

Según la metodología de la PCA para el espesor definido en el diseño, se colocarán unas dovelas (barras lisas de acero fy = 420 MPa o 60,000 psi, engrasadas mínimo en la mitad de la longitud) de diámetro 1” (25 mm) y longitud de 0.35 m para las losas de 20 cm. Dichas dimensiones corresponden a lo recomendado en la Tabla 32.

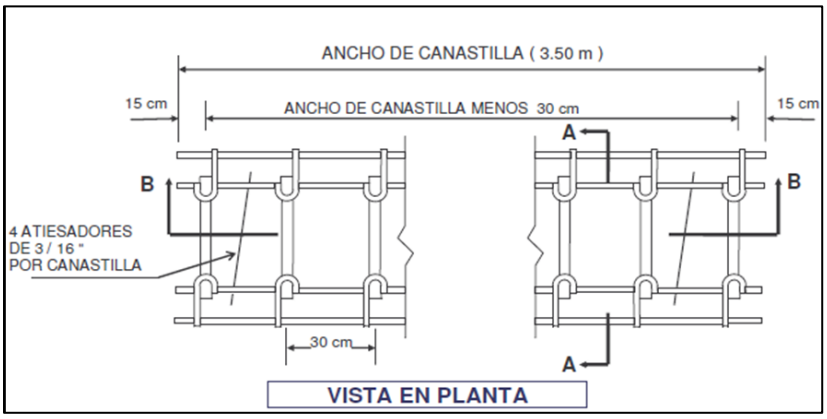
Con el fin de garantizar la correcta instalación de las dovelas, se deben utilizar elementos de soporte conocidos como canastillas, en la Figura 21, Figura 22 y Figura 23 se presenta el detalle de estos elementos.

Figura 21 Detalle de canastillas para soportar dovelas



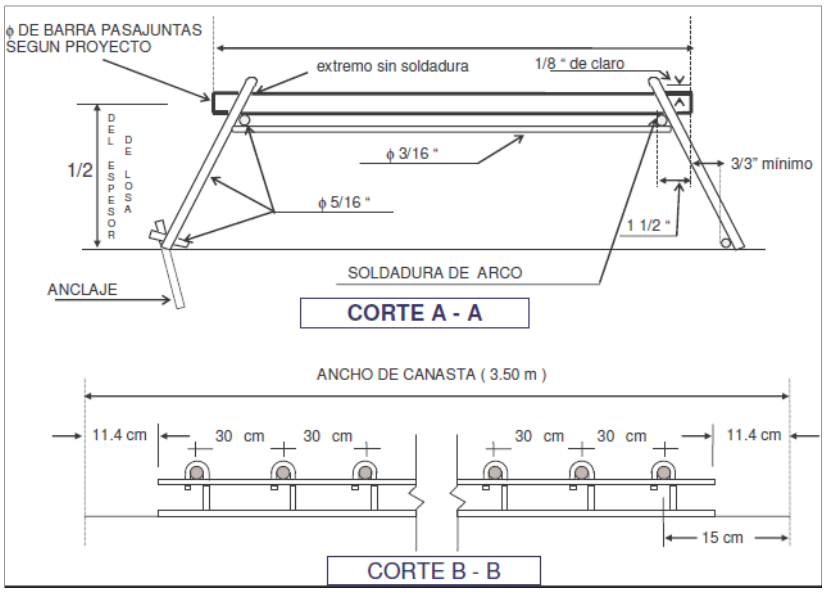
Fuente: ET IDU 800-18.

Figura 22 Vista en planta de canastilla soportar dovelas



Fuente: ET IDU 800-18.

Figura 23 Corte A-A y B-B de canastilla para soportar dovelas



Fuente: ET IDU 800-18.

Las juntas transversales se deben cortar pocas horas después de fundir las losas, cuando la superficie de concreto pueda soportar el peso de la máquina cortadora dentro de la denominada “ventana de corte” de tal manera que no se produzcan desportillamientos o la losa se fisure por su propio proceso de contracción, en este punto se procede a cortar las juntas en los sitios en donde previamente se han instalado las canastillas de las barras de transferencia.

El corte se debe realizar un equipo autopropulsado de disco diamantado cumpliendo con las siguientes dimensiones:

- Corte inicial de 1/3 del espesor de la losa, medido desde la superficie, con un ancho máximo de 3 mm.
- Corte de ensanche de 3 mm de ancho máximo y una profundidad de 30 mm medido desde la superficie de la losa.
- El ancho total de la junta transversal debe tener 6 mm (+/- 1.mm) de ancho, incluido el corte inicial y el corte de ensanche.
- En cualquier caso, se debe cumplir con lo establecido en la especificación IDU-800-18.

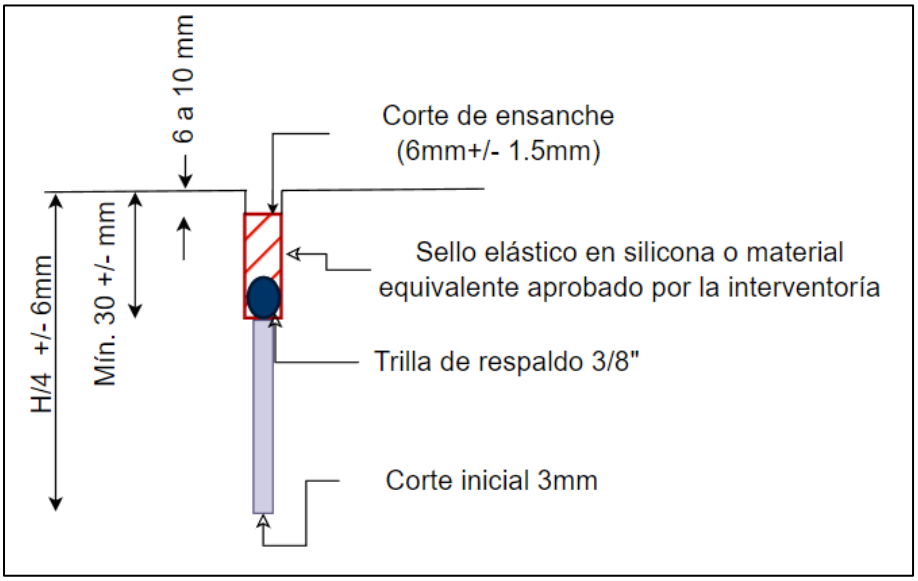
❖ Sellados de juntas

El sello propuesto para las juntas longitudinales y transversales es un producto con base en silicona o poliuretano, aplicado sobre un cordón de polipropileno (backer rod) de 6 mm de diámetro + 1.5 mm, que se coloca entre las juntas con el fin de evitar que el material sellante se pierda al llegar a la parte inferior de la losa. Para la instalación del material de sello con silicón o poliuretano se debe tener especial cuidado en la adecuada limpieza de los bordes de la junta para evitar el desprendimiento prematuro, en el tiempo, del sello. En el momento de colocación del sello, la junta debe estar seca, limpia, libre de partículas. También para evitar el desprendimiento prematuro, el material de sello debe quedar de 3 mm a 6 mm por debajo de la rasante de las calzadas.

La ranura inicial de 3 mm para debilitar la sección deberá realizarse en el momento oportuno para evitar el agrietamiento de la losa, la pérdida de agregados en la junta, o desportillamiento. Este lapso corresponde a la ventana de corte, que puede estar entre 4 y 16 horas aproximadamente, tal que el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar el desportillamiento de juntas y no tanto para que el concreto se fisure por contracción sin haber ejecutado los cortes. Este periodo depende de condiciones específicas de la obra como la temperatura, el viento, el horario al momento de la fundida, el posible uso de acelerantes, etc. Por lo anterior, este periodo de tiempo se deja a experiencia del constructor.

El corte adicional para formar el depósito de la junta deberá efectuarse cuando menos 72 horas después del vaciado. Este sello se realizará también en el inicio y final del tramo en la transición del pavimento rígido con el flexible, con el objetivo de evitar filtraciones que deterioren los materiales dispuestos en el segmento vial rehabilitado y su área aferente. En la Figura 24 se presenta el detalle de la junta y su respectivo sello.

Figura 24 Detalle junta



Fuente: ET IDU 800-18.

❖ Casos especiales de refuerzo

De acuerdo con el diseño las losas propuestas no requieren refuerzo, sin embargo, se recomienda que para los siguientes casos, se utilice acero de refuerzo.

- Losas irregulares: Las losas que presenten geometría irregular, que no cumplan con la relación de esbeltez menor a 1.25 y/o que sean adyacentes a una estructura, o conteniendo cámaras, pozos o sumideros, deben ser reforzadas con una parrilla de acero (Fy=420 MPa) de diámetro 12.7 mm (½") cada 0.25 m en ambos sentidos y debe ubicarse en el tercio superior de la losa.

- Losas en intersección: Todas losas localizadas en intersecciones deben llevar dovelas de transferencia de carga en los dos sentidos.

16 CONCLUSIONES

El presente estudio actualizó el diagnóstico funcional y estructural y formuló estrategias de intervención para siete (7) segmentos viales en la localidad de La Candelaria (CIV–PK_ID), integrando la revisión de antecedentes 2023–2024, la verificación técnica de resultados previos y la actualización de la condición superficial mediante inspección en campo y cálculo del PCI a febrero de 2026, conforme a las normas ASTM D6433 (pavimentos flexibles y rígidos) y ASTM 2840 (pavimentos articulados). La toma de decisiones se estructuró bajo los lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico del IDU (v6, 2014), garantizando consistencia metodológica, trazabilidad y coherencia técnica en las recomendaciones formuladas. Se precisa que los tramos en pavimento articulado corresponden a un corredor continuo sobre la Calle 12D, conformado por los CIV 17000125 y CIV 17000116, que comparten la misma materialidad (adoquín), condiciones de tránsito y estado superficial comparable; por tanto, las conclusiones y recomendaciones asociadas al pavimento articulado se formulan de manera conjunta para ambos segmentos.

Las conclusiones más relevantes se presentan a continuación:

El presente estudio actualizó el diagnóstico funcional y estructural y formuló estrategias de intervención para siete (7) segmentos viales en la localidad de La Candelaria (CIV–PK_ID), integrando la revisión de antecedentes 2023–2024, la verificación técnica de resultados previos y la actualización de la condición superficial mediante inspección en campo y cálculo del PCI a febrero de 2026, conforme a las normas ASTM D6433 (pavimentos flexibles y rígidos) y ASTM 2840 (pavimentos articulados). La toma de decisiones se estructuró bajo los lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico del IDU (v6, 2014), garantizando consistencia metodológica, trazabilidad y coherencia técnica en las recomendaciones formuladas.

Las conclusiones más relevantes se presentan a continuación:

Análisis de estudios previos y evolución del pavimento:

El análisis comparativo entre los valores de PCI de referencia (2023–2024) y los valores actualizados a 2026 evidencia una tendencia general hacia condiciones funcionales más desfavorables en la mayoría de los segmentos evaluados.

Se identifican tres comportamientos principales:

- Segmentos que se mantienen en categoría C, pero con reducción de valores parciales y mayor proximidad al umbral inferior (CIV 17000102, 17000046 y 17000137), lo cual confirma deterioro progresivo.

- Segmentos que descienden a condición D (CIV 17000181 y 17000299), evidenciando avance estructural del daño y mayor severidad en las patologías.

- Segmentos sin diagnóstico comparable en 2023–2024 (CIV 17000125 y CIV 17000116), cuya evaluación 2026 constituye línea base y confirma condición crítica en el corredor de la Calle 12D, tanto en los sectores en losa de concreto como en los sectores en adoquín, con PCI fallado para ambos casos.

En términos generales, los resultados 2026 muestran coherencia entre el índice PCI calculado y la condición real observada en campo, especialmente en los tramos con pavimento rígido o estructuras flexibles sobre losa, donde se evidencian mayores niveles de deterioro.

Diagnóstico estructural por tipología de pavimento:

Desde el punto de vista estructural, los segmentos evaluados presentan tres configuraciones principales:

1. Pavimento flexible convencional (asfalto sobre granular): CIV 17000046 y 17000137.
   La verificación estructural mediante metodología AASHTO-93 y análisis mecanicista, apoyada en información de deflectometría (FWD), indicó que estos segmentos conservan capacidad portante adecuada (Ie ≥ 1,0; Clase 1C). En consecuencia, la necesidad de intervención está asociada principalmente a deterioro superficial y no a insuficiencia estructural.

2. Carpeta asfáltica sobre losa de concreto: CIV 17000102, 17000181 y una parte del CIV 17000299.
   En estos segmentos, el comportamiento estructural está condicionado por el estado de la losa subyacente y sus juntas. Los valores de PCI en rangos C bajo y D, sumados a la presencia de fisuración generalizada y riesgo de reflexión, confirman que las intervenciones exclusivamente superficiales no son técnicamente viables.

   Configuración con presencia de pavimento articulado (adoquín) y sectores rígidos contiguos: CIV 17000125 y CIV 17000116 (Calle 12D).
   Estos tramos, contiguos y con materialidad equivalente, evidencian una condición global deficiente y deterioros funcionales consistentes con falla del sistema articulado (pérdida de confinamiento, desalineación, asentamientos y pérdida de material en juntas), por lo cual se concluye que no es viable una estrategia basada en correcciones puntuales).

Adicionalmente, se precisa que no se contó con información completa de apiques ni ensayos de resistencia (CBR/PDC), por lo que la interpretación estructural se sustentó principalmente en la deflectometría disponible y en la inspección directa en campo. En el caso particular de los CIV 17000125 y 17000116, no se dispone de deflectometría representativa ni de resistencia directa de subrasante, por lo cual el dimensionamiento se planteó con parámetros conservadores sujetos a verificación previa en campo.

Criterios de intervención adoptados:

El diagnóstico integral permitió establecer estrategias diferenciadas según condición funcional y configuración estructural, sintetizadas en la siguiente tabla:

Tabla 33 Resumen intervención recomendada

CIV	Tipología / materialidad	PCI 2026 (calif.)	Resultado diagnóstico / criterio	Intervención recomendada (resumen)
17000046	Asfalto sobre granular (flexible convencional)	43 (C)	Ie = 1,5; Clase 1C → Mantenimiento periódico	Fresado y reposición de 12 cm de mezcla asfáltica MD19
17000137	Asfalto sobre granular (flexible convencional)	36 (C)	Ie = 2,4; Clase 1C → Mantenimiento periódico	Fresado y reposición de 12 cm de mezcla asfáltica MD19
17000102	Asfalto sobre losa de concreto	27 (C)	PCI medio-bajo; riesgo de reflexión → intervención no solo superficial	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granular			Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.

CIV	Tipología / materialidad	PCI 2026 (calif.)	Resultado diagnóstico / criterio	Intervención recomendada (resumen)
17000181	Asfalto sobre losa de concreto	24 (D)	PCI bajo; alta probabilidad de recurrencia por reflexión	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granular			Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.
17000299	Asfalto sobre losa de concreto	18 (D)	PCI bajo; requiere diferenciar por sector y confirmar condición de losa	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo mínimo de 6 cm, verificación de la losa y juntas y reparación o reemplazo de losas según condición; posterior reposición de la rodadura, manteniendo el mismo nivel de la rasante existente.
	Alternativa atípica: Asfalto sobre material granula			Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento o reemplazo de capa granular, cuando se identifique una estructura flexible convencional en lugar de losa de concreto reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.
	Losa de concreto	1 (D)	PCI fallado, requiere reconstrucción	Demolición total de las losas y reemplazo de las mismas garantizando espesor diseñado, para luego realizar una colocación de mezcla asfáltica que garantice empalme con la rodadura del segmento en flexible. 6 cm de MDC-19 + 17 cm de Losa + 15 cm de MGEA. Ó misma opción sin rodadura: 17 cm de Losa + 15 cm de MGEA.
17000125	Losa de concreto	0 (D)	PCI fallado, requiere reconstrucción	Se plantea unificar la estructura en toda el área del CIV, dejando la superficie en concreto estampado según la alternativa de diseño con MGEA: 17 cm de Losa + 15 cm de MGEA.
	Adoquín	8 (D)	PCI fallado, requiere reconstrucción	
17000116	Adoquín		PCI fallado, requiere reconstrucción	Se plantea unificar la estructura en toda el área del CIV, dejando la superficie en concreto estampado según la alternativa de diseño con MGEA: 17 cm de Losa + 15 cm de MGEA.

Fuente: Elaboración propia

Conceptuando sobre los tres casos principales de estrategias de intervención se tiene lo siguiente:

1. Pavimentos flexibles convencionales: Para los CIV 17000046 y 17000137, dado que la estructura conserva capacidad portante adecuada y el bajo PCI responde principalmente a deterioro superficial, se concluye que la intervención recomendada corresponde a:
    - Fresado y reposición de 12 cm de mezcla asfáltica tipo MD-19.
    - Mantenimiento de cotas de rasante y pendientes existentes.
    - Incorporación de medidas preventivas (p. ej., geomalla biaxial) para mitigar reflexión de fisuras en sectores críticos.

    Esta alternativa mejora el desempeño funcional sin comprometer la estructura existente.

2. Asfalto sobre losa de concreto: Para los CIV 17000102, 17000181 y 17000299 (tramo flexible), los valores de PCI y la tipología estructural confirman alto riesgo de recurrencia por reflexión si se aplican soluciones superficiales. Por tanto, se concluye que la intervención debe contemplar:
    - Retiro total de la carpeta asfáltica.
    - Verificación directa de la losa y sus juntas.
    - Reparación o reemplazo de losas según condición.
    - Reposición posterior de la rodadura asfáltica.

    Este enfoque permite intervenir la causa estructural del deterioro y no únicamente su manifestación superficial.

3. Pavimento en rígido en condición fallada: Comprende el sector en rígido del segmento de la Calle 12, entre Carrera 5 y Carrera 6 correspondiente al CIV 17000299, el cual se encuentra en una condición superficial

bastante deficiente con un PCI muy bajo, lo que induce la necesidad de reconstrucción y para el cual se recomienda contemplar:

- Demolición y retiro de las losas existentes.
- Escarificación de parte del material granular existente para reemplazo con material de mejoramiento.
- Construcción de losa de concreto en espesor de diseño, el cual se debe verificar previa confirmación de CBR de soporte.
- Colocación (opcional) de capa de 6 cm de rodadura en concreto asfáltico con el fin de homogeneizar la rodadura existente con el resto del CIV. Vale la pena aclarar nuevamente que la a losa de concreto constituye el elemento estructural principal del sistema, siendo la encargada de resistir las solicitaciones de carga y controlar los mecanismos de fatiga y erosión; mientras que la sobrecapa asfáltica no se concibe como un elemento portante adicional sino como una capa funcional.

4. Pavimentos articulados en condición fallada: Para el corredor de la Calle 12D conformado por los CIV 17000125 y CIV 17000116, ambos en adoquín y contiguos, los valores de PCI evidencian condición fallada y necesidad de reconstrucción integral con cambio de materialidad. En consecuencia:
    - Se plantea unificar la solución en ambos tramos mediante pavimento rígido estampado, garantizando continuidad estructural y funcional a lo largo del corredor, y eliminando la heterogeneidad asociada a la superficie articulada deteriorada.
    - El dimensionamiento adoptado deberá ser confirmado con verificación previa del soporte mediante exploración y ensayos representativos.

Consideraciones finales:

Se resalta que la correcta ejecución de las soluciones propuestas es determinante para el desempeño futuro de los segmentos intervenidos. Será indispensable implementar controles estrictos de calidad durante la construcción, incluyendo la verificación de espesores reales de fresado y reposición, el adecuado saneamiento de superficies, el manejo apropiado de aguas superficiales y la correcta reparación de losas y juntas cuando aplique. La adopción de soluciones constructivas coherentes con la condición estructural verificada permitirá preservar la capacidad portante existente, optimizar el uso de recursos públicos y reducir la probabilidad de intervenciones repetitivas asociadas a soluciones superficiales inadecuadas. De esta manera, las recomendaciones formuladas en el presente estudio buscan asegurar no solo la recuperación funcional inmediata, sino también la prolongación de la vida útil de la infraestructura vial evaluada.

En cuanto al corredor de la Calle 12D (CIV 17000125 y CIV 17000116), no se dispone de información directa sobre la resistencia de la subrasante ni de deflectometría representativa. Adicionalmente, los apiques cercanos no aportan resultados de resistencia para esta capa. En consecuencia, se adoptó un CBR teórico de 2%; sin embargo, previo a la intervención, se deberá verificar en campo que la subrasante cumpla, como mínimo, con dichas condiciones, mediante exploración y ensayos representativos para ambos PK_ID, y ajustar el diseño en caso de requerirse.

Finalmente, en lo que respecta al subtramo del CIV 17000299 en concreto hidráulico requiere una intervención de reconstrucción total debido a su condición fallada y a la pérdida significativa de capacidad funcional y estructural evidenciada en la evaluación. La solución adoptada como pavimento compuesto —losa de concreto dimensionada para el tránsito de diseño sobre subbase acorde con CBR de 2,0%, complementada con una sobrecapa asfáltica (opcional) mínima de 6 cm como rodadura homogénea— permite restituir la capacidad portante del segmento, garantizar uniformidad en el material de superficie a lo largo del CIV y mejorar las condiciones de servicio. Esta alternativa aborda de manera integral tanto la necesidad estructural como la funcional, reduciendo el riesgo de recurrencia de fallas y asegurando un desempeño más estable y duradero en el entorno urbano intervenido.

En relación con el potencial de expansividad de la subrasante, el análisis integrado de la información disponible permite concluir que el riesgo de cambio volumétrico es bajo y no condiciona las soluciones de pavimento propuestas. Los ensayos de clasificación de las Tablas 5 y 6 (diagnóstico de SAICON Ingeniería) indican que, hasta 1,5 m de profundidad —rango representativo para caracterizar la subrasante en vías urbanas locales e intermedias—, los materiales corresponden predominantemente a arenas limosas no plásticas (SM), sin potencial de cambio volumétrico. Los únicos materiales plásticos identificados son arcillas de baja plasticidad (CL), con límite líquido máximo de 46 % e índice de plasticidad máximo de 25 %, los cuales, aplicando los criterios del Título H de la NSR-10 para la clasificación del potencial de expansión a partir del LL y el IP, no requieren ensayos de expansión independientes para su valoración.

Esta conclusión se ve respaldada por la evidencia directa disponible: el único ensayo de expansión practicado (Apique 3, subrasante del CIV 17000102, clasificada como CL con IP = 12 %) arrojó un valor de expansión de 0 %, coherente con el potencial bajo obtenido mediante los criterios del Título H de la NSR-10. El caso de mayor plasticidad (Apique 33, IP = 25 %, LL = 46 %) se clasifica como potencial medio, pero corresponde a material ubicado bajo relleno granular, sin contacto directo con la estructura nueva propuesta. Adicionalmente, la revisión del registro fotográfico histórico de los siete tramos no evidencia manifestaciones típicas de actividad expansiva activa en campo —levantamiento de andenes, desnivelación de bordillos, escalonamiento de losas o fisuras en fachadas adyacentes—; los deterioros documentados corresponden a patologías propias del envejecimiento de la carpeta asfáltica y la fatiga de la estructura, cuya morfología es claramente diferenciable de los efectos asociados a cambios volumétricos del suelo. Cabe precisar, además, que aun en suelos con cierto potencial de expansión el fenómeno solo se activa ante variaciones significativas de humedad o de carga, circunstancia que no se evidencia en estas vías urbanas con infraestructura de servicios públicos consolidada.

Respecto a la coordinación con redes de acueducto y alcantarillado, se concluye que las intervenciones de pavimento recomendadas corresponden a actividades superficiales o de baja profundidad —excavaciones, fresados, demoliciones o reemplazos de capas que, en general, no superan los 40 cm medidos desde la rasante existente o proyectada, aun en las actividades de reconstrucción—. Bajo esta condición no se prevén interferencias directas con las redes principales o secundarias, dado que estas normalmente se localizan a profundidades superiores a las requeridas para la intervención del paquete de pavimento. Como referencia, las redes de acueducto bajo calzada suelen disponerse con recubrimientos mínimos del orden de 1,0 m a clave de tubería, mientras que las redes de alcantarillado, por sus condiciones de funcionamiento hidráulico, conexión de domiciliarias y cruce con otras redes, generalmente se ubican a profundidades iguales o mayores.

No obstante lo anterior, y como criterio general aplicable a todos los segmentos objeto de reconstrucción, se recomienda adelantar una verificación geotécnica previa a la construcción que confirme en campo los parámetros de soporte adoptados en el dimensionamiento. Dicha verificación deberá incluir expresamente la determinación del potencial de expansión de los materiales de subrasante, especialmente en los tramos objeto de reconstrucción, mediante exploración y ensayos representativos que permitan ratificar las condiciones supuestas y ajustar el diseño en caso de que los resultados así lo requieran.

17 ANEXOS

Anexo 1. Inspección visual del pavimento (2026).
Anexo 2. Resultados de evaluación PCI (2026).
Anexo 3. Evaluación de tránsito (2026).
Anexo 4. Diseños PCA.
Anexo 5. Información secundaria de estudios previos.

REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES PARA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ – CONTRATO FDLC-LP-002-2025

INSPECCIÓN TÉCNICA DE PAVIMENTO – TRAMOS CIV TRAMOS CIV 17000100, 17000091, 17000124 Y 17000337

PROYECTO: REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES				
Descripción		**Originó**	**Aprobó**	**Fecha**
Versión	0	Daniel Alberto Silva Castillo Especialista de pavimentos	Andrea Gómez Rivera Coordinadora del contrato	02/06/2026
Firmas				

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6
1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA 7
1.1 Antecedentes 7
1.2 Marco técnico adoptado para la actualización 7
1.3 Alcance metodológico específico de este informe 7
2 OBJETIVO GENERAL 8
2.1 Objetivos específicos 8
3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 9
4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS 10
4.1 Segmento 1 – CIV 17000100 / PK_ID 189763 10
4.2 Segmento 2 – CIV 17000091 / PK_ID 189778 10
4.3 Segmento 3 – CIV 17000124 / PK_ID 189593 11
4.4 Segmento 4 – CIV 17000337 / PK_ID 189686 12
5 METODOLOGÍA 14
5.1 Insumos de entrada y consolidación de información 14
5.2 Actualización de la condición superficial 14
5.3 Integración por tipología de pavimento 14
5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU) 15
5.5 Definición de alternativas 15
6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 16
6.1 Segmento 1 – CIV 17000100 / PK_ID 189763 16
6.2 Segmento 2 – CIV 17000091 / PK_ID 189778 16
6.3 Segmento 3 – CIV 17000124 / PK_ID 189593 17
6.4 Segmento 4 – CIV 17000337 / PK_ID 189686 17
7 CONDICIÓN SUPERFICIAL (PCI) 18
7.1 Condición superficial 18
8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA 20
9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO 22
10 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES 28
10.1 Evaluación estructural en tramos flexibles 28
10.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante 30
10.1.2 Módulo ponderado del pavimento 31
10.1.3 Número estructural efectivo (SN eff) 31
10.1.4 Número estructural requerido (SN req) 31

10.1.5 Índice Estructural (Ie) 32
10.1.6 CIV 17000337 – Carrera 8, Calle 6B a Calle 6A 32
10.1.7 CIV 17000124 – Carrera 1, Calle 12D a Calle 12F 33
10.1.8 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector flexible) 33
10.1.9 CIV 17000100 – Calle 12, Carrera 7 a Carrera 8 (sector flexible) 33
10.1.10 Resumen general de los diagnósticos en pavimento flexible 34
10.2 Evaluación estructural en tramos rígidos 34
10.2.1 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector rígido) 34
10.2.2 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector rígido) 34
10.2.3 Resumen general de los diagnósticos en pavimento rígido 35
10.3 Alternativas recomendadas de intervención 35
10.3.1 Tramos flexibles 35
10.3.2 Sectores rígidos 36
10.3.3 Resumen general de intervenciones recomendadas 37
11 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 39
11.1 Demolición y remoción de carpeta asfáltica 39
11.2 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU) 39
11.3 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU) 39
11.4 Drenaje y manejo del agua (IDU) 40
11.5 Verificación y mantenimiento de pavimento rígido 40
12 CONCLUSIONES 42
12.1 Diagnóstico superficial (PCI) 42
12.2 Diagnóstico estructural por tipología de pavimento 42
12.3 Criterios de intervención adoptados 43
12.4 Consideraciones finales: 44
13 ANEXOS 45

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Lista de tramos evaluados 9
Tabla 2 Resultados PCI 18
Tabla 3 Apiques relacionados 20
Tabla 4 Ensayos de clasificación 20
Tabla 5 Ensayos de resistencia 21
Tabla 6 TPD Calle 12B 22
Tabla 7 TPD Calle 12 23
Tabla 8 TPD Carrera 1 23
Tabla 9 TPD Carrera 8 24
Tabla 10 Factores daño empleados 24
Tabla 11 NESE Calle 12 B 24
Tabla 12 NESE Calle 12 25
Tabla 13 NESE Carrera 1 25
Tabla 14 NESE Carrera 8 26
Tabla 15 Espectro de carga calle 12B 27
Tabla 16 Espectro de carga Calle 12 27
Tabla 17 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles 29
Tabla 18 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles 32
Tabla 19 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural 32
Tabla 20 Resumen del diagnóstico – Tramos flexibles 34
Tabla 21 Resumen del diagnóstico – Sectores rígidos 35
Tabla 22 . Resumen de alternativas recomendadas – Tramos flexibles 37
Tabla 23 Resumen de alternativas recomendadas – Sectores rígidos 38
Tabla 24 Intervenciones para pavimento rígido expuesto después de fresado de carpeta asfáltica 40
Tabla 25 Resumen de intervención recomendada 43

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización general de los cuatro (4) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID). 9
Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000100 10
Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000091 11
Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000124 12
Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000046 13
Figura 6 Esquema Diagnóstico de pavimento flexible 28

INTRODUCCIÓN

El presente informe consolida la actualización del diagnóstico y la formulación de alternativas de intervención para cuatro (4) segmentos viales ubicados en la localidad de La Candelaria, identificados mediante CIV y PK_ID. Los tramos corresponden a vías urbanas de tipología intermedia y se evalúan con el fin de definir intervenciones acordes con su condición superficial, funcional y estructural actual.

Los segmentos objeto de análisis son:

- CIV 17000100 – PK_ID 189763: Calle 12, entre Carrera 7 y Carrera 8.
- CIV 17000091 – PK_ID 189778: Calle 12B, entre Carrera 6 y Carrera 7.
- CIV 17000124 – PK_ID 189593: Carrera 1, entre Calle 12D y Calle 12F.
- CIV 17000337 – PK_ID 189686: Carrera 8, entre Calle 6A y Calle 6B.

A partir de la tipología de cada uno de estos tramos, la evaluación se desarrolla conforme a la metodología descrita en los capítulos siguientes, la cual se basa en los lineamientos del IDU para el diagnóstico y la conservación de infraestructura vial urbana. En este sentido, la selección de alternativas de intervención se realiza con criterios diferenciados según el tipo de pavimento y la condición particular de cada segmento.

Para los pavimentos flexibles, la evaluación se apoya en la interacción entre el índice de condición del pavimento (PCI) y el índice estructural (Ie), calculado a partir de la relación entre el Número Estructural efectivo (SNef) y el Número Estructural requerido (SNreq). En los segmentos que presentan configuración mixta, con sectores en pavimento flexible y sectores en pavimento rígido, el análisis se desarrolla de manera diferenciada por tipología, dado que cada superficie presenta mecanismos de deterioro, criterios de evaluación y alternativas de intervención particulares.

1 ANTECEDENTES Y MARCO DE REFERENCIA

1.1 Antecedentes

Los cuatro (4) segmentos viales objeto de este informe se ubican en la localidad de La Candelaria y cuentan con información técnica previamente levantada en el marco de la inspección y diagnóstico inicial ejecutados entre diciembre de 2023 y enero de 2024, principalmente en lo referente a tránsito y geotecnia.

Dado que no se evidencia inventario de patologías existentes previo, se considera necesario evaluar la condición superficial y funcional actual, con el fin de asegurar que el diagnóstico y las decisiones de intervención se basen en condiciones vigentes y representativas del estado real de los tramos.

1.2 Marco técnico adoptado para la actualización

Como documento guía para estructurar el diagnóstico y la toma de decisiones en conservación vial, se adopta el Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial para Bogotá del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el cual define los criterios para determinar el estado de la infraestructura vial dentro del programa de conservación y orienta la selección de estrategias de intervención.

En concordancia con dicho marco, la evaluación integra componentes como diagnóstico superficial, estudio de tránsito, estimación de ejes equivalentes, verificación estructural mediante deflectometría FWD, parámetros de cuenco deflectométrico, espesores de estructura y criterios complementarios derivados de la exploración geotécnica y ensayos asociados, cuando se dispone de dicha información.

Asimismo, la definición de intervenciones se soporta en la determinación de estados superficiales y estructurales, aplicando de manera consistente metodologías tipo PCI y criterios de evaluación estructural diferenciados según la tipología de pavimento.

1.3 Alcance metodológico específico de este informe

Con base en el marco anterior, el alcance metodológico del presente informe se concentra en:

- Estimar el PCI de los cuatro tramos a condiciones actuales, a partir del inventario de patologías existentes según la normativa ASTM D6433.
- Aprovechar la información existente de apiques, espesores de estructura y tránsito como soporte del diagnóstico integral, evitando duplicar campañas de medición ya realizadas.
- Diferenciar el análisis en los segmentos que presentan configuración mixta, con sectores en pavimento flexible y sectores en pavimento rígido, de manera que la evaluación y la recomendación de intervención respondan a la tipología real de cada subsector.
- Registrar observaciones relevantes en caso de evidenciar diferencias frente a la caracterización previa que puedan afectar la lectura del segmento.
- En coherencia con este alcance, el presente informe articula la información histórica disponible con la actualización de la condición superficial y la verificación estructural, de modo que el diagnóstico resultante refleje el estado vigente de cada tramo y soporte técnicamente la definición de alternativas de intervención.

Los capítulos siguientes desarrollan, de manera secuencial, la localización y descripción de los tramos, la metodología adoptada, los resultados de la inspección en campo, la evaluación de la condición superficial (PCI) y estructural diferenciada por tipología de pavimento, y finalmente las recomendaciones constructivas y conclusiones, garantizando la trazabilidad entre la evidencia recopilada, los criterios del marco IDU y las decisiones de conservación propuestas.

2 OBJETIVO GENERAL

Realizar la actualización del diagnóstico de cuatro (4) segmentos viales ubicados en la localidad de La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y de la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales, con el fin de sustentar la clasificación de estado y la recomendación de alternativas de intervención conforme a los lineamientos del IDU.

2.1 Objetivos específicos

- Consolidar la información base de cada segmento, incluyendo CIV, PK_ID, localización, tipología de pavimento, longitud y características generales.
- Revisar y consolidar la información de tránsito disponible como insumo para el análisis y la estimación de solicitaciones equivalentes.
- Realizar el cálculo del PCI actualizado por segmento y aplique, por tipología de pavimento.
- Integrar la información existente de apiques, exploración geotécnica, deflectometría y parámetros estructurales para soportar la interpretación del estado actual y la recomendación de intervención por segmento.
- Evaluar de manera diferenciada los sectores en pavimento flexible y rígido dentro de los segmentos con configuración mixta, considerando los criterios aplicables para cada tipología.

3 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los segmentos viales objeto de la presente actualización se localizan en la localidad de La Candelaria, en el área urbana de Bogotá. Para efectos de identificación y trazabilidad, cada tramo se referencia mediante su CIV y PK_ID, junto con su eje vial, límites, tipo de malla vial, longitud y tipo de superficie identificada para el año 2026.

La Tabla 1 presenta la relación de los cuatro (4) segmentos incluidos en el alcance del informe, así como su tipología de pavimento de acuerdo con la información de referencia disponible y la verificación realizada.

Tabla 1 Lista de tramos evaluados

CIV	PK_ID	Malla	Eje vial	Desde	Hasta	Longitud (m)	Tipo de superficie 2026
17000100	189763	Intermedia	Calle 12	Carrera 7	Carrera 8	100	Flexible / Rígido
17000091	189778	Intermedia	Calle 12B	Carrera 6	Carrera 7	112	Flexible / Rígido
17000124	189593	Intermedia	Carrera 1	Calle 12D	Calle 12F	115	Flexible
17000337	189686	Intermedia	Carrera 8	Calle 6A	Calle 6B	120	Flexible

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se presenta la localización general de los cuatro (4) segmentos dentro de la localidad de La Candelaria, indicando la ubicación de cada tramo mediante su identificación CIV–PK_ID. Esta figura sirve como referencia cartográfica para la lectura del alcance y para la relación de los segmentos evaluados dentro del área de influencia del presente informe.

Figura 1 Localización general de los cuatro (4) tramos objeto de actualización (CIV–PK_ID).



Fuente: Elaboración propia.

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

Este capítulo presenta, para cada uno de los cuatro (4) segmentos incluidos en el alcance, una descripción general de localización y entorno, indicando su identificación CIV–PK_ID, eje vial, límites y tipología de pavimento verificada para el año 2026. Adicionalmente, se incorporan imágenes históricas obtenidas mediante Google Street View y fotografías recientes de campo, con el fin de ilustrar la condición general observada y documentar la evolución del deterioro como soporte complementario a la actualización del diagnóstico.

4.1 Segmento 1 – CIV 17000100 / PK_ID 189763

Ubicación y dirección: Calle 12, entre Carrera 7 y Carrera 8, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento: Pavimento mixto (flexible y rígido).
Área del segmento: 839.44 m².

Descripción general del entorno: El segmento corresponde a un corredor urbano localizado en un sector de alta actividad peatonal y comercial de la localidad de La Candelaria. La superficie presenta una configuración mixta, compuesta por un sector en concreto estampado y un sector predominante en pavimento flexible.

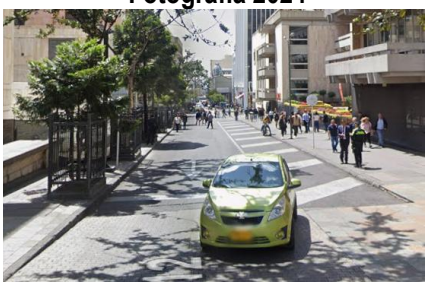
Durante la inspección visual se evidenció que la sección en concreto estampado conserva una condición general favorable, presentando desgaste superficial asociado al uso y antigüedad, sin identificarse deterioros estructurales relevantes ni deformaciones significativas. La superficie mantiene una adecuada regularidad y continuidad de las juntas y patrones constructivos.

Por su parte, los sectores en pavimento flexible presentan una condición entre buena y regular, observándose fisuras aisladas, desgaste superficial moderado, reparaciones localizadas y deterioros menores concentrados principalmente en zonas de intersección y áreas sometidas a mayores esfuerzos de frenado y giro. No se identifican procesos generalizados de desintegración, bacheo severo o deformaciones importantes que comprometan la transitabilidad del corredor.

En términos generales, el segmento presenta un comportamiento superficial satisfactorio y una condición funcional adecuada, coherente con los resultados obtenidos en la evaluación superficial y estructural.

Figura 2 Imágenes históricas CIV 17000100

Fotografía 2024



Fotografía 2021



Fotografía 2017



Fuente: Tomado de Google maps.

4.2 Segmento 2 – CIV 17000091 / PK_ID 189778

Ubicación y dirección: Calle 12B, entre Carrera 6 y Carrera 7, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.

Tipología de pavimento (referencia): Pavimento mixto (flexible y rígido).
Área del segmento: 661.58 m².

Descripción general del entorno: El tramo corresponde a una vía urbana de baja velocidad localizada en un sector consolidado de carácter histórico y comercial, con presencia de edificaciones continuas y una importante concentración de redes de servicios públicos subterráneos.

La superficie de rodadura corresponde a un pavimento flexible que evidencia un estado de deterioro importante. Durante la inspección visual se identificó desgaste generalizado de la carpeta asfáltica, caracterizado por pérdida progresiva de ligante y exposición de agregados, generando una textura abierta y heterogénea en gran parte del corredor.

De igual forma, se observan múltiples intervenciones asociadas a redes de servicios públicos, representadas por cámaras de inspección, pozos de acceso y reparaciones localizadas. Estas zonas presentan pérdida de material, desintegración de parches, desprendimiento de bordes y diferencias de nivel respecto a la superficie original del pavimento. En varios puntos se evidencian excavaciones o reparaciones previas con presencia de material granular expuesto, lo que indica procesos de deterioro progresivo y posibles problemas de soporte o compactación.

Las principales afectaciones se concentran alrededor de las estructuras de servicios públicos, donde se observan depresiones localizadas, baches y desprendimiento de material, generando discontinuidades superficiales que afectan la calidad de rodadura y la comodidad de los usuarios.

No se evidencian de forma predominante deterioros estructurales típicos como agrietamiento por fatiga tipo piel de cocodrilo extenso o ahuellamiento severo. Por lo anterior, el comportamiento observado sugiere que la condición actual del tramo está asociada principalmente a procesos de desintegración superficial y al deterioro de intervenciones de servicios públicos más que a una falla estructural generalizada del pavimento.

Figura 3 Imágenes históricas CIV 17000091

Fotografía 2024 **Fotografía 2021** **Fotografía 2017**



Fuente: Tomado de Google maps.

4.3 Segmento 3 – CIV 17000124 / PK_ID 189593

Ubicación y dirección: Carrera 1, entre Calle 12D y Calle 12F, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento: Pavimento flexible.
Área del segmento: 1197.79 m².

Descripción general del entorno: El segmento corresponde a una vía urbana con superficie en pavimento flexible. Durante la inspección visual se identificó una condición superficial heterogénea, caracterizada por la presencia de

fisuración longitudinal y transversal distribuida a lo largo del corredor, acompañada de desgaste superficial asociado al envejecimiento de la carpeta asfáltica con pieles de cocodrilo y fisuraciones en bloque.

La principal afectación corresponde a sectores localizados con fisuración tipo piel de cocodrilo de media a alta severidad, evidenciando procesos de fatiga estructural y pérdida progresiva de capacidad portante del pavimento. Adicionalmente, se observan reparaciones antiguas integradas a la superficie de rodadura y zonas con pérdida de material fino y desintegración incipiente.

No obstante, la vía conserva condiciones funcionales aceptables, sin evidenciarse baches generalizados, deformaciones permanentes significativas ni ahuellamientos severos. En términos generales, el corredor presenta una condición entre regular y deficiente, requiriendo intervenciones de mantenimiento correctivo y rehabilitación localizada en los sectores afectados por fatiga avanzada.

Según la validación histórica con Google maps se evidencia que este segmento tuvo una intervención en 2019, donde se presentaba una condición de rodadura renovada.

Figura 4 Imágenes históricas CIV 17000124



Fuente: Tomado de Google maps.

4.4 Segmento 4 – CIV 17000337 / PK_ID 189686

Ubicación y dirección: Carrera 8, entre Calle 6A y Calle 6B, localidad de La Candelaria.
Tipología de malla vial: Intermedia.
Tipología de pavimento: Pavimento flexible.
Área del segmento: 509.74 m².

Descripción general del entorno: El tramo corresponde a una vía urbana de baja velocidad localizada en un sector consolidado de carácter histórico y comercial, con presencia de edificaciones continuas y una importante concentración de redes de servicios públicos subterráneos.

La superficie de rodadura corresponde a un pavimento flexible que evidencia un estado de deterioro importante. Durante la inspección visual se identificó desgaste generalizado de la carpeta asfáltica, caracterizado por pérdida progresiva de finos y exposición de agregados, generando una textura abierta y heterogénea en gran parte del corredor.

De igual forma, se observan múltiples intervenciones asociadas a redes de servicios públicos, representadas por cámaras de inspección, pozos de acceso y reparaciones localizadas. Estas zonas presentan pérdida de material, desintegración de parches, desprendimiento de bordes y diferencias de nivel respecto a la superficie original del pavimento. En varios puntos se evidencian excavaciones o reparaciones previas con presencia de material granular expuesto, lo que indica procesos de deterioro avanzados y posibles problemas de soporte o compactación.

Las principales afectaciones se concentran alrededor de las estructuras de servicios públicos, donde se observan depresiones localizadas, baches y desprendimiento de material, generando discontinuidades superficiales que afectan la calidad de rodadura y la comodidad de los usuarios.

No se evidencian de forma predominante deterioros estructurales típicos como agrietamiento por fatiga tipo piel de cocodrilo extenso o ahuellamiento severo. Por lo anterior, el comportamiento observado sugiere que la condición actual del tramo está asociada principalmente a procesos de desintegración superficial y al deterioro de intervenciones de servicios públicos más que a una falla estructural generalizada del pavimento.

Figura 5 Imágenes históricas CIV 17000046



Fuente: Tomado de Google maps.

5 METODOLOGÍA

La metodología aplicada corresponde a la actualización del diagnóstico para cuatro (4) segmentos viales localizados en la localidad de La Candelaria, a partir de la información de referencia disponible y la actualización de los componentes pertinentes a condiciones actuales. El proceso integra insumos existentes de tránsito, apiques y exploración geotécnica, y deflectometría, y se complementa con la actualización de la condición superficial mediante inspección visual y cálculo del PCI actualizado.

La metodología se desarrolla conforme al enfoque del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) para conservación vial, articulando la evaluación superficial y estructural con los periodos de análisis y diseño definidos para soportar la selección de alternativas de intervención. En aquellos casos donde la información disponible no permita desarrollar una evaluación estructural detallada, se incluyen las observaciones y recomendaciones técnicas correspondientes.

5.1 Insumos de entrada y consolidación de información

Para cada segmento identificado por CIV–PK_ID se consolidó la información existente, incluyendo atributos de inventario y localización, el PCI de referencia, la información de tránsito, los resultados de apiques y ensayos de laboratorio, y, cuando aplique, la información de deflectometría. Esta consolidación asegura trazabilidad entre la información histórica y la condición actual, y evita duplicar campañas ya ejecutadas.

5.2 Actualización de la condición superficial

Se realizó inspección visual en campo para actualizar la condición superficial de los cuatro (4) segmentos a la fecha de revisión. La inspección incluyó la verificación de la tipología de pavimento, el registro de deterioros con su respectiva severidad y extensión, y el levantamiento fotográfico correspondiente.

Con base en la información recopilada se determinó el Índice de Condición del Pavimento (PCI) actualizado para cada segmento, manteniendo criterios homogéneos de evaluación que permitan su comparación con los resultados históricos disponibles.

Como soporte complementario, se incorporaron imágenes históricas obtenidas mediante Google Street View para ilustrar la evolución observable de los segmentos a lo largo del tiempo. Este insumo tiene carácter referencial y no reemplaza la inspección técnica ni el cálculo del PCI.

5.3 Integración por tipología de pavimento

Una vez actualizada la condición superficial, la información se integró con los insumos técnicos existentes, considerando la tipología de pavimento:

- Pavimento flexible: se contrasta el PCI actualizado con la información deflectométrica disponible y con parámetros estructurales derivados cuando existan, como el Número Estructural efectivo (SN) y la estimación de vida residual mediante análisis mecanicista.

- Pavimento rígido: se incorpora como criterio el desempeño asociado a la interpretación se sustenta en el PCI actualizado, en deterioros característicos del rígido (fisuración, deterioro de juntas, escalonamientos, reparaciones).

Revisión de la información deflectométrica en condiciones actuales. La interpretación estructural se ajusta incorporando el tránsito acumulado entre la fecha de toma de las deflexiones y la fecha de actualización del diagnóstico. Para ello, se estima el tránsito correspondiente al periodo transcurrido (en términos de ejes equivalentes o el parámetro adoptado en el estudio) y se incorpora como demanda adicional, de modo que la comparación con el SN efectivo represente condiciones actuales y no únicamente las existentes al momento de la medición.

5.4 Periodos de análisis y toma de decisión (IDU)

Para la selección de alternativas de intervención se adoptan los periodos establecidos por el IDU:

1. Diagnóstico: horizonte de 3 años, con el cual se define si el segmento puede atender el corto plazo con actividades de conservación o si requiere una intervención mayor.
2. Rehabilitación: cuando se requiere rehabilitación, el periodo de diseño adoptado es de 10 años.
3. Reconstrucción: cuando se requiere reconstrucción, el periodo de diseño es no inferior a 10 años para pavimento flexible y no menor a 20 años para pavimento rígido.

En los tramos con deflectometría, se incorpora el tránsito transcurrido desde la medición como demanda ya acumulada, para que el análisis no represente una condición “antigua” sino la condición vigente al momento de la actualización.

5.5 Definición de alternativas

La alternativa de intervención para cada segmento se define adoptando los criterios del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el documento “Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá” (versión 6, 2014). Bajo este enfoque, la selección se sustenta en la interacción entre el estado superficial (representado mediante el PCI actualizado) y un indicador estructural o de desempeño, según la tipología del pavimento, con el fin de orientar la decisión hacia actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según aplique.

- **Pavimentos flexibles.** La alternativa se selecciona con base en la relación entre el PCI y el Índice Estructural (Ie), definido como la razón entre el Número Estructural efectivo (SNefec) y el Número Estructural requerido (SNreq). La clasificación y la selección se realizan con el diagrama de diagnóstico del IDU que cruza rangos de PCI con rangos de Ie, y conduce a la categoría de intervención correspondiente (mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción), complementando con la matriz de intervenciones cuando aplique.

- **Pavimentos rígidos.** La decisión se define a partir de la interacción entre el PCI actualizado, la selección de alternativas se sustenta en el PCI, en los deterioros característicos del pavimento rígido.

6 INSPECCIÓN EN CAMPO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Este capítulo describe las actividades desarrolladas en campo para la verificación de los cuatro (4) segmentos incluidos en el alcance y la recopilación de la información necesaria para la actualización del diagnóstico. La inspección se orientó a verificar la localización y características generales de cada tramo (identificación CIV–PK_ID, límites, materialidad y condiciones del entorno), así como a registrar el estado actual de la infraestructura vial para su comparación con la información de referencia disponible.

Durante la visita se realizó un recorrido visual detallado de cada segmento, acompañado de registro fotográfico y anotaciones sobre condiciones relevantes que pueden influir en el desempeño del pavimento, tales como drenaje superficial, intervenciones asociadas a redes de servicios públicos, confinamiento lateral, condiciones de borde y particularidades operacionales.

La evaluación de la condición superficial se desarrolló mediante inspección visual detallada siguiendo los lineamientos de la metodología PCI, conforme a los criterios establecidos en la norma ASTM D6433 para pavimentos flexibles y rígidos. En los segmentos con configuración mixta, la evaluación se realizó de manera independiente para cada tipología de superficie, permitiendo una caracterización más representativa del comportamiento real de cada corredor.

6.1 Segmento 1 – CIV 17000100 / PK_ID 189763

El segmento CIV 17000100 presenta una configuración mixta conformada por una sección en concreto estampado y una sección predominante en pavimento flexible. Durante la inspección visual se observó una condición general favorable en el sector rígido, donde la superficie conserva adecuadas condiciones funcionales y no se identifican deterioros estructurales.

En la sección flexible se identificaron deterioros asociados principalmente al envejecimiento de la carpeta asfáltica, incluyendo fisuración aislada, desgaste superficial y reparaciones localizadas. Los daños observados presentan una extensión limitada y se concentran principalmente en intersecciones y zonas sometidas a mayores esfuerzos de frenado y giro.

No se evidenciaron procesos generalizados de desintegración, deformaciones importantes ni bacheo extensivo, por lo que el comportamiento observado es consistente con una condición superficial entre excelente y regular. Los resultados de la inspección son coherentes con los valores de PCI obtenidos y con el desempeño estructural evidenciado por la información deflectométrica disponible.

6.2 Segmento 2 – CIV 17000091 / PK_ID 189778

El segmento CIV 17000091 corresponde a un corredor con configuración mixta, conformado por sectores en pavimento flexible y un sector final en superficie rígida tipo adoquín.

Durante la inspección visual se observó una marcada diferencia en el comportamiento superficial entre ambas tipologías. El sector rígido presenta una condición general favorable, con adecuada conservación de las piezas y ausencia de deterioros significativos asociados a pérdida de confinamiento o asentamientos diferenciales.

Por el contrario, los sectores en pavimento flexible presentan deterioros de mayor magnitud, evidenciándose pérdida de agregado, desgaste avanzado de la carpeta asfáltica, parcheos deteriorados, baches localizados y sectores con desintegración superficial. Las mayores afectaciones se concentran en zonas cercanas a sumideros y elementos de drenaje, donde se observan condiciones de humedad que pueden estar contribuyendo al avance de los daños.

La condición observada evidencia un comportamiento heterogéneo dentro del corredor, donde el sector rígido conserva condiciones adecuadas de servicio mientras que la superficie flexible presenta un nivel de deterioro considerablemente superior.

6.3 Segmento 3 – CIV 17000124 / PK_ID 189593

El segmento CIV 17000124 corresponde a una vía con superficie en pavimento flexible. La inspección visual evidenció una condición superficial heterogénea caracterizada por la presencia de fisuración longitudinal y transversal distribuida a lo largo del corredor, acompañada de desgaste superficial y envejecimiento de la carpeta asfáltica.

La principal afectación identificada corresponde a sectores con fisuración tipo piel de cocodrilo de media y alta severidad, indicando procesos de fatiga estructural y pérdida progresiva de capacidad portante. Adicionalmente, se observaron reparaciones antiguas, diferencias de textura superficial y zonas con desintegración incipiente alrededor de las grietas.

Aunque la vía mantiene condiciones funcionales aceptables y no presenta bacheo extensivo ni deformaciones severas, la presencia de fisuración por fatiga y el incremento de deterioros asociados al envejecimiento justifican la necesidad de intervenciones correctivas orientadas a recuperar la condición funcional del corredor.

6.4 Segmento 4 – CIV 17000337 / PK_ID 189686

El segmento CIV 17000337 corresponde a un pavimento flexible localizado en un sector urbano consolidado con una importante presencia de infraestructura de servicios públicos subterráneos.

Durante la inspección visual se identificó un nivel de deterioro significativamente superior al observado en los demás segmentos evaluados. Los daños predominantes corresponden a pérdida de material alrededor de pozos y cámaras de inspección, desintegración de reparaciones previas, desprendimiento de bordes, depresiones localizadas y diferencias de nivel asociadas a intervenciones sobre redes de servicios públicos.

Adicionalmente, se evidenció desgaste superficial generalizado de la carpeta asfáltica, con pérdida de finos, exposición de agregados y textura abierta en amplios sectores del corredor. En varios puntos se observó material granular expuesto y deterioro avanzado de antiguos parches, indicando posibles problemas de soporte o compactación en las zonas intervenidas.

La concentración de daños alrededor de estructuras de servicios públicos y la extensión de los deterioros observados afectan significativamente la calidad de rodadura y la funcionalidad del segmento. En términos generales, la condición superficial del corredor se considera muy deficiente, siendo consistente con los resultados obtenidos en la evaluación PCI y con la condición funcional observada durante la inspección.

7 CONDICIÓN SUPERFICIAL (PCI)

En este capítulo se presenta la condición superficial y funcional de los cuatro (4) segmentos viales evaluados en la localidad de La Candelaria: CIV 17000337, 17000124, 17000100 y 17000091. Para estos tramos no se dispone de información histórica de PCI de referencia (2023–2024), por lo que la evaluación realizada a 2026 constituye la línea base del diagnóstico. La condición superficial se determinó mediante inspección en campo y cálculo del PCI conforme a la norma ASTM D6433 (pavimentos flexibles y rígidos), con levantamiento realizado en 2026.

7.1 Condición superficial

Para cada segmento se calculó el PCI por unidad de muestra y se consolidó el PCI global del CIV mediante la ponderación establecida en la norma ASTM D6433. Los resultados se presentan en la tabla siguiente, diferenciando la tipología de cada unidad de muestra (flexible o rígido) conforme a la materialidad observada en campo:

Tabla 2 Resultados PCI

CIV	PK_ID	Unidad Muestra	Abscisado		Ancho	Área	Losas	TIPO	Revisión de PCI con ASTM 2026			
			Inicio	Fin	(m)	(m²)	Und		Parcial	Clasificación	CIV	Clasificación
17000337	189686	1	0	60	4.02	241.20	-	FLEXIBLE	0	Fallado	5	D
		2	60	126.8	4.02	268.54	-		10	Fallado		
17000124	189593	1	0	30	9.83	294.90	-	FLEXIBLE	42	Regular	47	C
		2	30	60	9.83	294.90	-		36	Malo		
		3	60	90	9.83	294.90	-		50	Regular		
		4	90	121.85	9.83	313.09	-		60	Bueno		
17000100	189763	1	0	18.4	5.4	99.36	10	RIGIDO	89	Excelente	71	B
		2	18.4	50	8.02	253.43	-	FLEXIBLE	80	Muy Bueno		
		3	50	80	8.02	240.60	-		76	Muy Bueno		
		4	80	110.68	8.02	246.05	-		49	Regular		
17000091	189778	1	0	50	5.63	281.50	-	FLEXIBLE	45	Regular	39	C
		2	50	95	5.63	253.35	-		7	Fallado		
		3	95	117.51	5.63	126.73	12	RIGIDO	92	Excelente		

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian condiciones heterogéneas entre los segmentos evaluados. A continuación, se describe la condición particular de cada CIV:

- CIV 17000337 – Carrera 8 (Calle 6B a Calle 6A): PCI global = 5 (Fallado, Código D). Ambas unidades de muestra se encuentran en condición Fallada (PCI = 0 y PCI = 10), evidenciando un deterioro superficial severo y generalizado a lo largo de todo el corredor. Es el tramo en condición más crítica del proyecto.

- CIV 17000124 – Carrera 1 (Calle 12D a Calle 12F): PCI global = 47 (Regular, Código C). El corredor presenta una condición superficial variable entre sus cuatro unidades de muestra, con valores que oscilan entre 36 (Malo) y 60 (Bueno). La unidad de muestra 2 concentra el mayor deterioro del tramo (PCI = 36), mientras que la unidad 4 presenta la mejor condición (PCI = 60).

- CIV 17000100 – Calle 12 (Carrera 7 a Carrera 8): PCI global = 71 (Bueno, Código B). Este es el tramo en mejor condición del proyecto. Presenta tipología mixta: la unidad de muestra 1 corresponde a pavimento rígido con PCI = 89 (Excelente), y las unidades 2, 3 y 4 corresponden a pavimento flexible con valores entre 49 (Regular) y 80 (Muy Bueno). La condición general del corredor es satisfactoria, aunque la unidad 4 muestra un inicio de deterioro que merece seguimiento.

- CIV 17000091 – Calle 12B (Carrera 6 a Carrera 7): PCI global = 39 (Malo, Código C). Presenta tipología mixta: las unidades 1 y 2 corresponden a pavimento flexible, con condiciones Regular (PCI = 45) y Fallada (PCI = 7) respectivamente. La unidad 3 corresponde a pavimento rígido con PCI = 92 (Excelente). El deterioro del sector flexible es significativo, especialmente en la unidad 2, que concentra las patologías más severas del corredor.

En términos generales, los resultados 2026 muestran coherencia entre el índice PCI calculado y la condición real observada en campo. Los segmentos con mayor deterioro (CIV 17000337 y el sector flexible del CIV 17000091) presentan patologías de alta densidad y severidad que justifican intervenciones de mayor alcance, mientras que los tramos con mejor condición (CIV 17000100 y los sectores rígidos de CIV 17000091 y 17000100) se encuentran dentro de rangos que admiten estrategias de conservación y mantenimiento. Vale la pena destacar que, en todos los casos, la evaluación deflectométrica indica capacidad estructural adecuada, lo que sugiere que el deterioro superficial observado no responde a insuficiencia estructural sino a otros factores, aspecto que se analiza en detalle en el capítulo de evaluación estructural.

8 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA

En la revisión de antecedentes y soportes técnicos se evidenció que, para los cuatro (4) tramos evaluados, se ha considerado la siguiente relación de información existente conforme a los lineamientos mínimos necesarios para establecer valores representativos de diseño a partir de resultados geotécnicos medidos in situ para cada CIV según los estudios previos relacionados a lo largo de este informe que se recopilan del diagnóstico inicial ejecutados entre diciembre de 2023 y enero de 2024 por SAICON Ingeniería.

Con el fin de aprovechar la información disponible, se relacionaron los apiques más cercanos a cada tramo y se compiló el soporte de laboratorio existente (CBR y/o PDC, cuando aplica), para tener un orden de magnitud del comportamiento en la zona.

Tabla 3 Apiques relacionados

CIV	Apiques asociados / sugeridos	¿CBR?	¿PDC?	Observaciones
17000337	Apiques 49 (por cercanía)	No	Sí	Se proponen para validar por cercanía (dispone de PDC).
17000100	Apique 1	No	Sí	Se proponen para validar por cercanía (dispone de PDC).
17000100	Apiques 30 (por cercanía)	No	Sí	Se proponen para validar por cercanía (disponen de PDC).
17000091	Apique 29 (por cercanía)	No	Sí	Se proponen para validar por cercanía (dispone de PDC).
17000124	Apique 14 (por cercanía)	No	Sí	Se proponen para validar por cercanía (dispone de PDC).

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

El resumen de la información de ensayos de laboratorio con los que se cuenta se plantea a continuación:

Tabla 4 Ensayos de clasificación

Apique	CIV	PK_ID	N°	Prof. Desde (m)	Prof. Hasta (m)	Descripción (Campo)	w (%)	LL (%)	LP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	USCS
1	17000100	189593	—	0	0.17	Carpeta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—
1	17000100	189593	1	0.17	0.61	Relleno granular areno limoso con gravas < 2", color café, baja plasticidad	6.74	NP	NP	38.4	33.7	27.9	SM
1	17000100	189593	2	0.61	1.5	Relleno granular limo arenoso con gravas < 2", color amarillo, plasticidad media a baja	6.39	NP	NP	38.1	42.5	19.4	GP-GM
30	17000100	189763	—	0	0,17	Carpeta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—
30	17000100	189763	1	0,17	0,60	Arena limosa	9,6	NL	NP	32	36	32	SM
30	17000100	189763	1	0,60	1,50	Grava mal gradada con finos limosos	3,3	NL	NP	79	9	11	GP-GM
29	17000091	1189778	—	0	0,23	Carpeta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—
29	17000091	1189778	1	0,23	0,60	Arena limosa	12,3	NL	NP	28	39	33	SM
29	17000091	1189778	2	0,60	1,20	Arcilla de baja compresibilidad color gris	19,4	29	15	8	41	51	CL
29	17000091	1189778	3	1,20	1,60	Arcilla de baja compresibilidad color gris	23,8	32	19	1	10	89	CL
14	17000124	189593	—	0	0,10	Carpeta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—
14	17000124	189593	1	0,10	0,94	Arena limosa	8,8	NL	NP	17	52	32	SM
14	17000124	189593	2	0,94	1,50	Arcilla de baja compresibilidad con vetas grises	20,3	29	15	2	19	78	CL
49	17000337	189686	—	0	0,23	Carpeta asfáltica	—	—	—	—	—	—	—
49	17000337	189686	1	0,23	0,80	Grava limosa	10,2	NL	NP	42	33	24	GM

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

Los resultados de clasificación muestran que, por debajo de la carpeta asfáltica, las capas están constituidas predominantemente por materiales granulares finos a gruesos —arenas limosas (SM) y gravas mal gradadas con finos limosos (GP-GM y GM)—, en general no plásticos (NP/NL) y con humedades naturales bajas (del orden de 3 % a 12 %), propias de rellenos granulares de subbase. A mayor profundidad, en los apiques de los CIV 17000091 y 17000124 se identifican arcillas de baja compresibilidad (CL) con contenidos de finos del 78 % al 89 % y humedades superiores (19 % a 24 %), lo que evidencia una subrasante de naturaleza más fina, plástica y susceptible a la humedad. Esta

transición de materiales granulares en superficie a suelos finos cohesivos en profundidad condiciona el comportamiento estructural del pavimento y debe considerarse en la verificación de capacidad de soporte.

Así mismo, la información disponible sobre resistencia de las capas de apoyo de la estructura se plantea a continuación:

Tabla 5 Ensayos de resistencia

Apique	CIV	PK_ID	PDC Prof. (m)	CBR USCOE Z1 (%)	PDC Z1 (mm/golpe)	CBR PDC USA Z1 (%)	CBR PDC MOPT Z1 (%)	PDC Z2 (mm/golpe)	CBR PDC USA Z2 (%)	CBR PDC MOPT Z2 (%)	PDC Z3 (mm/golpe)	CBR PDC USA Z3 (%)	CBR PDC MOPT Z3 (%)
1	17000100	189763	0.18	6.1	32	-	4.5	-	-	-	-	-	-
30	17000100	189763	1.00	-	38.75	4.9	3.4	24.23	14.4	6.5	-	-	-
29	17000091	1189778	0.60	-	32.5	5.9	4.3	-	-	-	-	-	-
14	17000124	189593	0.58	-	37.17	4.8	3.3	65	2.7	1.6	-	-	-
49	17000337	189686	0.80	-	13.89	15.3	14.3	15.33	13.7	13.4	46.36	7.5	2.6

Fuente: Elaboración propia – A partir de informe de SAICON Ingeniería.

Los ensayos de resistencia ejecutados mediante PDC y correlacionados a CBR confirman una capacidad de soporte de la subrasante de baja a moderada. En la mayoría de los apiques los valores de CBR se ubican entre 3 % y 8 % (correlaciones USA y MOPT), con registros representativos cercanos a 4,5 % en el apique 1 y entre 3,3 % y 4.3 % en los apiques 30, 29 y 14, lo que es consistente con la presencia de suelos finos y rellenos granulares de calidad media identificados en la clasificación. El único sector con mejor respuesta corresponde al apique 49 (CIV 17000337), con CBR del orden de 13 % a 15 % en la zona superior, asociado a una grava limosa (GM) más competente. En conjunto, estos resultados indican subrasantes mayoritariamente débiles que limitan el aporte estructural del suelo de fundación.

9 ANÁLISIS DE TRÁNSITO

Para el análisis de los cuatro (4) tramos incluidos en este documento se realizó la caracterización de tránsito con base en la información disponible en los diseños de referencia, la cual fue actualizada al año vigente para asegurar consistencia con las condiciones actuales de operación y demanda vehicular. Esta actualización se emplea como insumo para el diagnóstico y para el dimensionamiento de las alternativas de intervención definidas para cada tramo.

Vale la pena hacer claridad de que la información de referencia que se tiene para el análisis de tránsito relaciona los siguientes estudios por cada CIV:

- CIV: 17000337, estudio de tránsito sobre la Carrera 8 desde la Calle 6B hasta la Calle 6A.
- CIV: 17000124, estudio de tránsito sobre la Carrera 1 desde la Calle 12D hasta la Calle 12F.
- CIV: 17000100, estudio de tránsito sobre la Calle 12 desde la Carrera 7 hasta la Carrera 8.
- CIV: 17000091, estudio de tránsito sobre la Calle 12B desde la Carrera 6 hasta la Carrera 7.

Los CIV 17000091 y 17000100 presentan una superficie mixta (tramos en pavimento flexible y un sector corto en pavimento rígido), por lo que el análisis de tránsito se aplica de manera unificada sobre el corredor, dado que las condiciones de demanda son homogéneas a lo largo del segmento.

A continuación, se presenta el listado con los resultados de TPD (Tránsito Promedio Diario) adoptados para cada uno de los tramos analizados, los cuales sirven como base para los cálculos y comparaciones presentados en los capítulos posteriores.

Tabla 6 TPD Calle 12B

AÑO		LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	C2P	C2G	Totales
N	Real						
0	2023	3,203	5	9	91	11	3,319
0	2024	3,261	5	9	9	12	3,296
0	2025	3,321	5	9	106	13	3,454
1	2026	3,414	5	9	113	14	3,555
2	2027	3,510	5	9	120	15	3,659
3	2028	3,608	5	9	128	16	3,766
4	2029	3,709	5	9	136	17	3,876
5	2030	3,813	5	9	145	18	3,990
6	2031	3,922	5	9	153	19	4,108
7	2032	4,034	5	9	162	20	4,230
8	2033	4,150	5	9	172	21	4,357
9	2034	4,260	5	9	198	22	4,494
10	2035	4373	5	9	228	23	4,638
11	2036	4,489	5	9	262	24	4,789
12	2037	4,608	5	9	301	26	4,949
13	2038	4,730	5	9	346	28	5,118
14	2039	4,856	5	9	398	30	5,298
15	2040	4,985	5	9	458	32	5,489
16	2041	5,117	5	9	527	34	5,692
17	2042	5,253	5	9	606	36	5,909
18	2043	5,393	5	9	697	38	6,142
19	2044	5,536	5	9	801	40	6,391
20	2045	5683	5	9	921	43	6,661

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 7 TPD Calle 12

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	Totales
N	Real							
0	2023	3,686	8	8	87	33	5	3,827
0	2024	3,753	8	8	94	36	5	3,904
0	2025	3,821	8	8	102	39	6	3,984
1	2026	3,928	8	8	109	42	6	4,101
2	2027	4,038	8	8	116	44	7	4,221
3	2028	4,151	8	8	123	47	7	4,344
4	2029	4,267	8	8	131	50	8	4,472
5	2030	4,387	8	8	139	53	8	4,603
6	2031	4,512	8	8	147	56	8	4,739
7	2032	4,642	8	8	156	59	9	4,882
8	2033	4,774	8	8	165	63	9	5,027
9	2034	4,901	8	8	175	67	10	5,169
10	2035	5031	8	8	186	71	11	5,315
11	2036	5,164	8	8	198	75	12	5,465
12	2037	5,301	8	8	210	80	13	5,620
13	2038	5,442	8	8	223	85	14	5,780
14	2039	5,586	8	8	237	90	15	5,944
15	2040	5,734	8	8	252	96	16	6,114
16	2041	5,886	8	8	268	102	17	6,289
17	2042	6,042	8	8	285	108	18	6,469
18	2043	6,202	8	8	303	115	19	6,655
19	2044	6,367	8	8	322	122	20	6,847
20	2045	6536	8	8	342	130	21	7,045

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 8 TPD Carrera 1

AÑO		LIVIANOS	BUS G	C2P	C2G	Totales
N	Real					
0	2023	1,074	6	28	6	1,114
0	2024	1,094	6	30	6	1,136
0	2025	1,113	6	33	7	1,159
1	2026	1,144	6	35	7	1,192
2	2027	1,176	6	37	8	1,227
3	2028	1,209	6	40	8	1,263
4	2029	1,243	6	42	9	1,300
5	2030	1,278	6	45	10	1,339
6	2031	1,315	6	48	11	1,380
7	2032	1,352	6	50	11	1,419
8	2033	1,391	6	53	12	1,462
9	2034	1,431	6	56	13	1,506
10	2035	1,472	6	60	13	1,551
11	2036	1,514	6	63	14	1,597
12	2037	1,557	6	67	15	1,645
13	2038	1,601	6	71	16	1,694
14	2039	1,647	6	75	17	1,745
15	2040	1,694	6	79	18	1,797
16	2041	1,743	6	84	19	1,852
17	2042	1,793	6	88	20	1,907
18	2043	1,844	6	94	21	1,965
19	2044	1,895	6	97	22	2,020
20	2045	1947	6	100	23	2,076

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 9 TPD Carrera 8

AÑO		LIVIANOS	BUS	BUS G	PADRON	C2P	C2G	Totales
N	Real							
0	2023	3,474	9	5	2	73	6	3,569
0	2024	3,537	9	5	2	79	6	3,638
0	2025	3,602	9	5	2	85	7	3,710
1	2026	3,703	9	5	2	90	7	3,816
2	2027	3,807	9	5	2	96	8	3,927
3	2028	3,913	9	5	2	103	8	4,040
4	2029	4,023	9	5	2	109	9	4,157
5	2030	4,135	9	5	2	116	10	4,277
6	2031	4,253	9	5	2	123	11	4,403
7	2032	4,375	9	5	2	130	11	4,532
8	2033	4,500	9	5	2	137	12	4,665
9	2034	4,619	9	5	2	146	13	4,794
10	2035	4,742	9	5	2	155	14	4,927
11	2036	4,868	9	5	2	165	15	5,064
12	2037	4,997	9	5	2	175	16	5,204
13	2038	5,130	9	5	2	186	17	5,349
14	2039	5,266	9	5	2	198	18	5,498
15	2040	5,406	9	5	2	210	19	5,651
16	2041	5,549	9	5	2	223	20	5,808
17	2042	5,696	9	5	2	237	21	5,970
18	2043	5,847	9	5	2	252	23	6,138
19	2044	6,002	9	5	2	268	25	6,311
20	2045	6,161	9	5	2	285	27	6,489

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

A continuación, se presenta el factor de daño adoptado para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes (NEE) y, con base en este, se relaciona el NEE estimado para cada uno de los tramos analizados, el cual se emplea como insumo para la verificación estructural y el dimensionamiento de las alternativas de intervención.

Tabla 10 Factores daño empleados

	LIVIANOS	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	C5	C6
FDV - Flexible	-	3,92	0,78	3,92	0,31	3,57	5,31	5,39	8,77	6,50
FDV – Rígido	-	4,40	0,73	4,40	0,26	4,04	9,36	9,85	16,00	12,08

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 11 NESE Calle 12 B

AÑO		NEE ANUALES				TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	C2P	C2G	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	6,439	2,306	9,267	12,900	30,912	30,912	-	
0	2024	6,439	2,306	917	14,073	23,734	54,646	-	
0	2025	6,439	2,306	10,795	15,246	34,785	89,431	-	
1	2026	6,439	2,306	11,507	16,418	36,670	126,101	36,670	36,670
2	2027	6,439	2,306	12,220	17,591	38,556	164,657	38,556	75,227
3	2028	6,439	2,306	13,035	18,764	40,543	205,201	40,543	115,770
4	2029	6,439	2,306	13,850	19,937	42,531	247,732	42,531	158,301
5	2030	6,439	2,306	14,766	21,109	44,620	292,352	44,620	202,921
6	2031	6,439	2,306	15,581	22,282	46,608	338,959	46,608	249,529
7	2032	6,439	2,306	16,497	23,455	48,697	387,656	48,697	298,225
8	2033	6,439	2,306	17,516	24,628	50,888	438,544	50,888	349,113
9	2034	6,439	2,306	20,163	25,800	54,708	493,253	54,708	403,822
10	2035	6,439	2,306	23,218	26,973	58,936	552,189	58,936	462,758
11	2036	6,439	2,306	26,681	28,146	63,571	615,760	63,571	526,329
12	2037	6,439	2,306	30,652	30,491	69,888	685,648	69,888	596,218

AÑO		NEE ANUALES				TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	ALIMENTADOR	BUS G	C2P	C2G	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
13	2038	6,439	2,306	35,235	32,837	76,816	762,465	76,816	673,034
14	2039	6,439	2,306	40,530	35,182	84,457	846,922	84,457	757,491
15	2040	6,439	2,306	46,640	37,528	92,913	939,835	92,913	850,404
16	2041	6,439	2,306	53,667	39,873	102,285	1,042,120	102,285	952,689
17	2042	6,439	2,306	61,712	42,219	112,676	1,154,796	112,676	1,065,365
18	2043	6,439	2,306	70,979	44,564	124,288	1,279,084	124,288	1,189,653
19	2044	6,439	2,306	81,570	46,910	137,224	1,416,308	137,224	1,326,877
20	2045	6,439	2,306	93,790	50,428	152,963	1,569,271	152,963	1,479,840

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 12 NESE Calle 12

AÑO		NEE ANUALES					NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3				
0	2023	420	2,050	8,860	38,701	8,722	58,752	58,752	-	
0	2024	420	2,050	9,572	42,219	8,722	62,983	121,736	-	
0	2025	420	2,050	10,387	45,737	10,466	69,061	190,796	-	
1	2026	420	2,050	11,100	49,255	10,466	73,292	264,088	73,292	73,292
2	2027	420	2,050	11,813	51,601	12,210	78,094	342,182	78,094	151,386
3	2028	420	2,050	12,526	55,119	12,210	82,325	424,507	82,325	233,711
4	2029	420	2,050	13,340	58,637	13,955	88,403	512,910	88,403	322,114
5	2030	420	2,050	14,155	62,155	13,955	92,736	605,646	92,736	414,850
6	2031	420	2,050	14,970	65,674	13,955	97,068	702,714	97,068	511,918
7	2032	420	2,050	15,886	69,192	15,699	103,248	805,962	103,248	615,166
8	2033	420	2,050	16,803	73,883	15,699	108,855	914,817	108,855	724,021
9	2034	420	2,050	17,821	78,574	17,443	116,309	1,031,125	116,309	840,329
10	2035	420	2,050	18,941	83,265	19,188	123,864	1,154,990	123,864	964,193
11	2036	420	2,050	20,163	87,956	20,932	131,522	1,286,511	131,522	1,095,715
12	2037	420	2,050	21,385	93,820	22,676	140,352	1,426,863	140,352	1,236,067
13	2038	420	2,050	22,709	99,683	24,421	149,284	1,576,146	149,284	1,385,350
14	2039	420	2,050	24,135	105,547	26,165	158,317	1,734,464	158,317	1,543,667
15	2040	420	2,050	25,662	112,584	27,909	168,626	1,903,089	168,626	1,712,293
16	2041	420	2,050	27,292	119,620	29,654	179,036	2,082,125	179,036	1,891,329
17	2042	420	2,050	29,023	126,656	31,398	189,548	2,271,673	189,548	2,080,877
18	2043	420	2,050	30,856	134,866	33,142	201,334	2,473,007	201,334	2,282,211
19	2044	420	2,050	32,791	143,075	34,887	213,223	2,686,230	213,223	2,495,434
20	2045	420	2,050	34,828	152,457	36,631	226,386	2,912,616	226,386	2,721,820

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 13 NESE Carrera 1

AÑO		NEE ANUALES			NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS G	C2P	C2G				
0	2023	1,537	2,851	7,036	11,425	11,425	-	
0	2024	1,537	3,055	7,036	11,629	23,054	-	
0	2025	1,537	3,361	8,209	13,107	36,161	-	
1	2026	1,537	3,564	8,209	13,311	49,472	13,311	13,311
2	2027	1,537	3,768	9,382	14,687	64,159	14,687	27,998
3	2028	1,537	4,073	9,382	14,993	79,152	14,993	42,991
4	2029	1,537	4,277	10,555	16,369	95,521	16,369	59,360
5	2030	1,537	4,583	11,727	17,847	113,369	17,847	77,207
6	2031	1,537	4,888	12,900	19,326	132,694	19,326	96,533
7	2032	1,537	5,092	12,900	19,529	152,224	19,529	116,062
8	2033	1,537	5,397	14,073	21,008	173,231	21,008	137,070
9	2034	1,537	5,703	15,246	22,486	195,717	22,486	159,556
10	2035	1,537	6,110	15,246	22,893	218,610	22,893	182,449
11	2036	1,537	6,416	16,418	24,371	242,982	24,371	206,820

AÑO		NEE ANUALES			NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
N	Real	BUS G	C2P	C2G				
12	2037	1,537	6,823	17,591	25,952	268,933	25,952	232,772
13	2038	1,537	7,230	18,764	27,532	296,465	27,532	260,303
14	2039	1,537	7,638	19,937	29,112	325,576	29,112	289,415
15	2040	1,537	8,045	21,109	30,692	356,268	30,692	320,107
16	2041	1,537	8,554	22,282	32,374	388,642	32,374	352,481
17	2042	1,537	8,961	23,455	33,954	422,596	33,954	386,434
18	2043	1,537	9,572	24,628	35,738	458,333	35,738	422,172
19	2044	1,537	9,878	25,800	37,216	495,549	37,216	459,388
20	2045	1,537	10,184	26,973	38,694	534,243	38,694	498,082

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Tabla 14 NESE Carrera 8

AÑO		NEE ANUALES					TRÁNSITO DIAGNÓSTICO		TRÁNSITO DISEÑO	
N	Real	BUS	BUS G	PADRON	C2P	C2G	NEE ANUAL	NEE Acum	NEE ANUAL	NEE Acum
0	2023	473	1,281	2,575	7,434	7,036	18,800	18,800	-	
0	2024	473	1,281	2,575	8,045	7,036	19,411	38,211	-	
0	2025	473	1,281	2,575	8,656	8,209	21,195	59,406	-	
1	2026	473	1,281	2,575	9,165	8,209	21,704	81,110	21,704	21,704
2	2027	473	1,281	2,575	9,776	9,382	23,488	104,598	23,488	45,192
3	2028	473	1,281	2,575	10,489	9,382	24,201	128,798	24,201	69,392
4	2029	473	1,281	2,575	11,100	10,555	25,984	154,783	25,984	95,377
5	2030	473	1,281	2,575	11,813	11,727	27,870	182,653	27,870	123,247
6	2031	473	1,281	2,575	12,526	12,900	29,756	212,408	29,756	153,002
7	2032	473	1,281	2,575	13,239	12,900	30,468	242,876	30,468	183,471
8	2033	473	1,281	2,575	13,951	14,073	32,354	275,230	32,354	215,825
9	2034	473	1,281	2,575	14,868	15,246	34,443	309,674	34,443	250,268
10	2035	473	1,281	2,575	15,784	16,418	36,532	346,206	36,532	286,800
11	2036	473	1,281	2,575	16,803	17,591	38,724	384,930	38,724	325,524
12	2037	473	1,281	2,575	17,821	18,764	40,915	425,844	40,915	366,438
13	2038	473	1,281	2,575	18,941	19,937	43,208	469,052	43,208	409,646
14	2039	473	1,281	2,575	20,163	21,109	45,602	514,654	45,602	455,248
15	2040	473	1,281	2,575	21,385	22,282	47,997	562,652	47,997	503,246
16	2041	473	1,281	2,575	22,709	23,455	50,494	613,145	50,494	553,739
17	2042	473	1,281	2,575	24,135	24,628	53,092	666,237	53,092	606,831
18	2043	473	1,281	2,575	25,662	26,973	56,965	723,203	56,965	663,797
19	2044	473	1,281	2,575	27,292	29,319	60,940	784,143	60,940	724,737
20	2045	473	1,281	2,575	29,023	31,664	65,017	849,159	65,017	789,753

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Respecto a los resultados obtenidos en el análisis previo, se adoptó el criterio de establecer un umbral mínimo de tránsito proyectado para la actualización del diagnóstico estructural. En ese sentido, para aquellos CIV cuyo tránsito acumulado proyectado a tres años (2028) resulte inferior a 500.000 NEE, se asumirá este valor como carga mínima de diseño para efectos del análisis. Esta consideración permite evaluar los segmentos bajo un escenario más exigente y conservador, evitando subestimar la demanda estructural en tramos con bajos volúmenes registrados y garantizando que la verificación se realice bajo una condición crítica representativa de un nivel mínimo de tráfico. De esta manera, se homogeniza el criterio de evaluación entre segmentos y se asegura que la toma de decisiones técnicas no quede condicionada por proyecciones atípicamente bajas que puedan distorsionar el comportamiento estructural esperado.

Aplicando este criterio, los cuatro tramos analizados presentan un NEE acumulado al año 2028 inferior a 500.000, por lo tanto, se adopta el valor de 500.000 NEE como umbral mínimo de diseño para todos ellos.

Tabla 15 Espectro de carga calle 12B

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	ALIMENTADOR	BUS G	PADRON	C2P	C2G	C3	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2.5	6.6	-	-	-	2,325,123	-	-	-	-	-	2,325,123
	3.5	6.6	-	68,000	-	-	-	-	-	-	-	68,000
	5	6.6	-	-	-	-	181,332	-	-	-	-	181,332
	6	6.6	37,778	-	-	-	-	-	-	-	-	37,778
Simple rueda doble	5	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	8.2	-	-	-	2,325,123	-	-	-	-	-	2,325,123
	7.5	8.2	-	68,000	-	-	-	-	-	-	-	68,000
	10	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	8.2	37,778	-	-	-	181,332	-	-	-	-	219,110
	12	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Para el sector del CIV 17000100 correspondiente a pavimento rígido (concreto hidráulico), el cual presenta condición superficial desfavorable, a continuación, se presenta el espectro de carga considerado para su análisis y dimensionamiento.

Tabla 16 Espectro de carga Calle 12

Eje	Peso (Ton)	Carga (Ton)	BUS	BUS G	C2P	C2G	C3	C2S2	3-S2	3-S3	Total
Simple rueda simple	2.5	6.6	60,444	-	1,435,545	-	-	-	-	-	1,495,989
	3.5	6.6	-	60,444	-	-	-	-	-	-	60,444
	5	6.6	-	-	-	546,296	-	-	-	-	546,296
	6	6.6	-	-	-	-	86,724	-	-	-	86,724
Simple rueda doble	5	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	8.2	-	-	1,435,545	-	-	-	-	-	1,435,545
	7.5	8.2	60,444	60,444	-	-	-	-	-	-	120,888
	10	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	8.2	-	-	-	546,296	-	-	-	-	546,296
	12	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tándem	14	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21.5	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	15	-	-	-	-	86,724	-	-	-	86,724

Fuente: Elaboración propia (a partir de informe de SAICON Ingeniería).

Basados en los resultados planteados en los cuadros anteriores se realizan los análisis de la siguiente manera:

- Diagnóstico del pavimento a 3 años (2026-2028).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento flexible a 10 años (2026-2035).
- Diseño para reconstrucción y/o rehabilitación en pavimento rígidos a 20 años (2026-2045).

10 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TRAMOS FLEXIBLES

La evaluación estructural de los tramos con superficie flexible (asfalto) se desarrolló siguiendo lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014). El objetivo es integrar la condición superficial (PCI) con la capacidad estructural —estimada mediante número estructural e índice estructural— para definir la clase del tramo y, a partir de esta, la estrategia de conservación.

De acuerdo con la revisión de imágenes y la información disponible de exploración puntual, los tramos evaluados presentan dos tipologías estructurales diferenciadas:

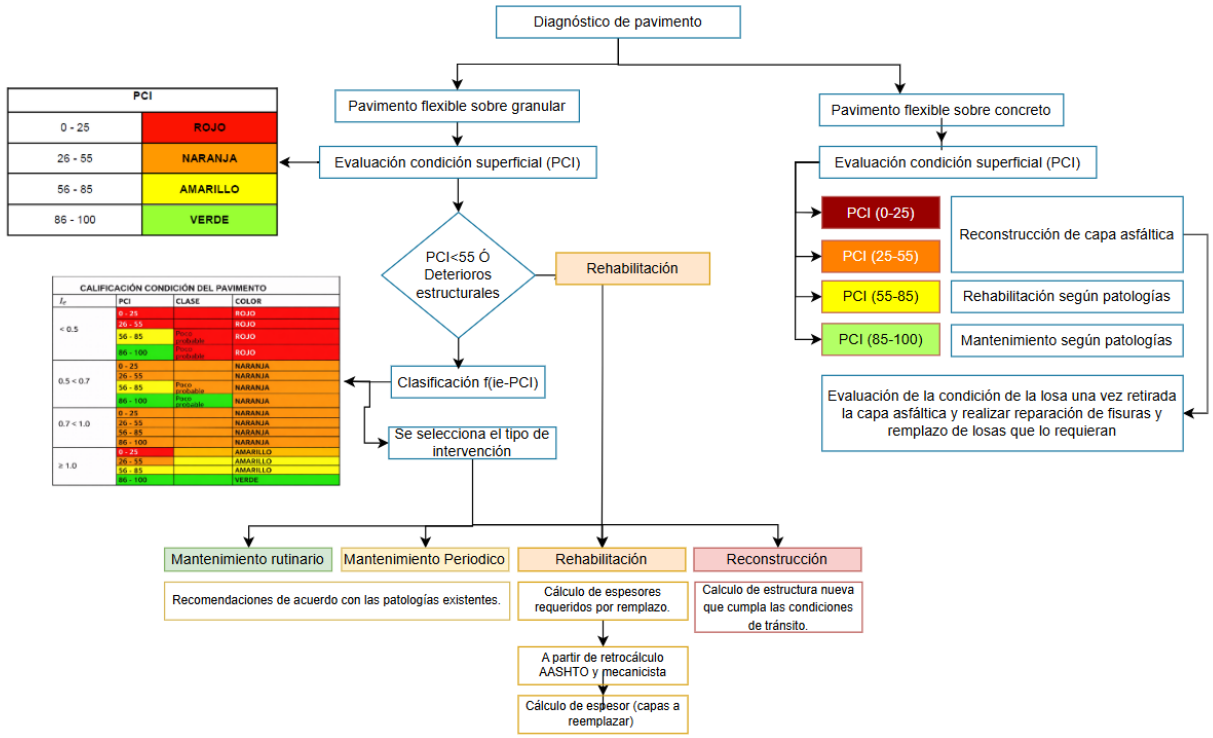
- Pavimento flexible convencional (carpeta asfáltica sobre capas granulares): CIV 17000337 (Carrera 8) y CIV 17000124 (Carrera 1).
- Corredores con sectores de tipología mixta, en los que una parte del tramo corresponde a pavimento flexible y otra a pavimento rígido: CIV 17000091 (Calle 12B) y CIV 17000100 (Calle 12). En estos casos, el análisis se desarrolla de forma diferenciada por sector según la tipología presente.

10.1 Evaluación estructural en tramos flexibles

Los sectores con superficie flexible fueron evaluados conforme al Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura Vial del IDU (versión 6, 2014), integrando el estado superficial (PCI) con la capacidad estructural estimada a partir de deflectometría y análisis tipo AASHTO-93.

La lógica general del proceso se resume en el diagrama de flujo presentado a continuación, el cual contempla las tipologías de pavimento flexible identificadas en el proyecto.

Figura 6 Esquema Diagnóstico de pavimento flexible



Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

Criterio de diagnóstico

Durante el proceso de evaluación se identificó que, en algunos tramos, la condición superficial observada mediante el índice PCI y registrada fotográficamente presenta un deterioro significativo que no se refleja en los resultados de la evaluación deflectométrica, la cual arroja deflexiones bajas y números estructurales efectivos superiores a los requeridos.

Esta aparente incongruencia evidencia que las patologías presentes no están necesariamente asociadas a una deficiencia en la capacidad portante de la estructura, sino a factores como la calidad de los materiales empleados, deficiencias en procesos constructivos, condiciones de drenaje superficial u otras causas que afectan principalmente la capa de rodadura. No obstante, la presencia de estas patologías requiere intervención independientemente de la condición estructural subyacente, pues su evolución sin tratamiento oportuno puede derivar en un deterioro acelerado que comprometa la estructura en el mediano plazo.

En consecuencia, se adopta el siguiente criterio para la definición de la estrategia de intervención:

- Cuando el PCI es crítico y la deflectometría indica capacidad estructural suficiente (divergencia): el diagnóstico y la estrategia de intervención se definen con base en el PCI, siguiendo los lineamientos de la Guía de Diagnóstico del IDU. La condición estructural favorable no exime de la necesidad de intervención superficial.
- Cuando el PCI refleja una condición adecuada y la deflectometría también indica capacidad estructural suficiente (convergencia positiva): se recomienda una intervención menor conforme a las recomendaciones del IDU para mantenimiento rutinario.

Insumos y horizonte de diagnóstico

Para el diagnóstico se adoptó un período de análisis de 3 años, para el cual se proyectó el tránsito en términos de Número de Ejes Equivalentes (NEE). Con la información deflectométrica disponible se estimó el Número Estructural efectivo (SN eff) y, con el tránsito proyectado y los parámetros de confiabilidad adoptados, se determinó el Número Estructural requerido (SN req). La comparación entre capacidad y demanda se resume en el índice estructural:

$$Ie = SN\ eff - SN\ req$$

Con el valor de Ie se asigna el código estructural, y con el PCI y el Ie se obtiene la calificación de condición (color). A partir del color se asigna el código superficial. Finalmente, la combinación de ambos códigos define la clase del tramo, la cual se asocia con la estrategia de conservación. A continuación, se muestra la matriz que relaciona las diferentes consideraciones del IDU empleadas para esta clasificación.

Tabla 17 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
Ie< 0.7	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-55	C	4C	Rojo	Reconstrucción
		56-85	B	4B	Rojo	Reconstrucción
		86-100	A	4A	Verde	Postergar la intervención
0.7≤ Ie< 0.9	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-55	C	3C	Naranja	Rehabilitación
		56-85	B	3B	Naranja	Rehabilitación
		86-100	A	3A	Verde	Postergar la intervención

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
0.9≤ Ie< 1.0	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	2C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	2B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario
Ie≥ 1.0	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	1C	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		56-85	B	1B	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		86-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

Para la verificación del valor del índice estructural, se ha tomado como referencia la información de las mediciones de deflectometría del informe de diagnóstico de 2023-2024 y la metodología AASHTO-93, según las recomendaciones del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU (versión 6, 2014).

A continuación, se describen los cálculos realizados para llegar a la estimación del índice estructural Ie:

10.1.1 Cálculo del Módulo resiliente de la subrasante

El módulo resiliente de la subrasante se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación

$$M_r = C * \frac{0.24\,P}{D_r * r}$$

En donde:

- C: Factor de ajuste
- P: carga aplicada, libras
- Dr: deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, pulgadas
- R: distancia desde el centro del plato de carga, pulgadas

Así mismo, en función de lo propuesto por Darter, la deflexión empelada para el cálculo del módulo de la subrasante debe ser medida a una distancia tal que se garantice el cumplimiento de la siguiente relación.

$$r \geq 0.7 a_e$$

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{Ep}{M_R}} \right)^2}$$

En dónde:

- **a_e:** Radio del bulbo de esfuerzos en la interfaz pavimento-subrasante, pulgadas.
- **a:** Radio del plato de carga del deflectómetro, pulgadas.
- **D:** Espesor de la estructura de pavimento, pulgadas.
- **Ep:** Módulo efectivo de todas las capas del pavimento, PSI
- **MR:** Módulo resiliente de la subrasante, PSI.

El módulo obtenido mediante la medición de deflexiones debe ser ajustado por un coeficiente C, de acuerdo con las siguientes condiciones.

- ✓ Inicialmente, de acuerdo con lo establecido en la guía AASHTO 93, los módulos de la subrasante deben ser ajustados por un coeficiente C de **0,33**.

- ✓ Si se tiene un espesor total de estructura superior a **0,8 m**, se consideraría el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como un mejoramiento. En tal caso, se deberá usar un coeficiente C de **0,5**.

10.1.2 Módulo ponderado del pavimento

A partir del valor del módulo resiliente de la subrasante ya corregido, se puede determinar el módulo ponderado del pavimento por iteración, mediante la siguiente expresión:

$$D_0 = 1.5 \cdot p \cdot a \cdot \left[\frac{1}{E_0 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_p}{E_0}}\right)}} + \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{D}{a}\right)^2}}\right)}{E_p} \right]$$

En donde:
D_0: Deflexión central corregida por carga y temperatura (mm).
p: Presión aplicada por la carga (MPa).
a: Radio del plato de carga (mm).
E_0: Módulo resiliente de la subrasante (MPa).
Ep: Módulo del pavimento (MPa).
D: Espesor del pavimento (mm).

10.1.3 Número estructural efectivo (SN eff)

Para calcular el número estructural efectivo, se emplea la siguiente expresión:

$$SN_{eff} = 0.0045 \cdot D \cdot \sqrt[3]{E_p}$$

En donde:
SN_{eff}: Número estructural efectivo.
D: Espesor del pavimento, pulgadas
Ep: Módulo del pavimento, PSI

Los parámetros estructurales característicos para el diseño de las intervenciones serán calculados como el promedio de las muestras recopiladas a lo largo de cada sector homogéneo de diseño.

10.1.4 Número estructural requerido (SN req)

El número estructural requerido (SN_{req}) corresponde a la capacidad estructural necesaria para que una estructura de pavimento pueda soportar las solicitaciones de carga, en términos de número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo determinado. El número estructural requerido (SN_{req}) se calcula siguiendo la metodología AASHTO con la siguiente ecuación para pavimentos asfálticos:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log(SN+1) - 0.2 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \log M_r - 8.07$$

En donde:

W18: Número de ejes equivalentes, proyectado a un periodo de 3 años.
ZR: Desviación normal estándar.
S0: Error estándar combinado.
ΔPSI: Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial y final.
Mr: Módulo resiliente de la subrasante, psi.
SN: Número estructural requerido.

Para el cálculo se debe emplear las siguientes constantes estadísticas y de serviciabilidad.

Tabla 18 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para pavimentos flexibles

Confiabilidad		Índice de Servicio Inicial	Índice de Servicio Final	Error estándar combinado
Tipo de Vía	R	Po	Pt	So
Troncal	95%	4.2	2.5	0.49
Arterial	90%			
Intermedia	85%			
Local	80%			
Rural	85%			

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU y la Guía para diseño de estructuras de pavimentos AASHTO-93).

10.1.5 Índice Estructural (Ie)

El índice estructural de cada segmento vial será redondeado al múltiplo inferior de una décima, y calculado mediante la siguiente relación:

$$I_e = \frac{SN_{eff}}{SN}$$

En función del Ie obtenido se puede asignar un código de preclasificación estructural a cada segmento, tomando como referencia la siguiente tabla.

Tabla 19 Rangos del Índice estructural (Ie) y códigos para preclasificación estructural

Índice Estructural	Ie<0.7	0.7≤Ie<0.9	0.9≤Ie<1.0	Ie≥1.0
Código	4	3	2	1

Fuente: Elaboración propia (a partir del Anexo Técnico de Diagnóstico de Conservación de Infraestructura del IDU).

10.1.6 CIV 17000337 – Carrera 8, Calle 6B a Calle 6A

Este corredor corresponde íntegramente a pavimento flexible convencional. Las mediciones deflectométricas realizadas en tres abscisas (K0+010, K0+060 y K0+110) muestran un comportamiento estructural variable a lo largo del corredor, con deflexiones centrales corregidas entre 317 y 561 µm, módulo de subrasante entre 49 y 140 MPa (diseño 16–46 MPa), módulo ponderado del pavimento entre 362 y 520 MPa, así como valores de SN eff entre 4.6 y 5.2, arrojando un resultado promedio de Ie ≈ 1.33 (Código 1).

Ahora bien, a pesar de que la evaluación deflectométrica indica capacidad estructural suficiente en todo el corredor (Ie > 1.0), el PCI del CIV es de 5 (Fallado, Código D), con ambas unidades de muestra en condición Fallada. Esta es la situación más crítica de divergencia entre indicadores del presente diagnóstico. Las patologías observadas en campo confirman un deterioro superficial severo que requiere intervención inmediata, independientemente de la condición estructural subyacente.

Aplicando el criterio de divergencia definido, el diagnóstico se fundamenta en el PCI, resultando en una clase 1D. Dado que el PCI = 5 corresponde a la condición más severa de deterioro superficial, se recomienda una intervención de **rehabilitación parcial** involucrando la capa de rodadura y parte del material granular remanente, considerando que el nivel de daño observado supera ampliamente el umbral de mantenimiento periódico convencional.

10.1.7 CIV 17000124 – Carrera 1, Calle 12D a Calle 12F

Este corredor corresponde íntegramente a pavimento flexible convencional. Las mediciones deflectométricas en las tres abscisas evaluadas muestran un comportamiento estructural relativamente uniforme a lo largo del corredor, presentando deflexiones centrales de 208 a 282 µm, con un módulo de subrasante entre 135 y 146 MPa (diseño 68–73 MPa), módulo ponderado del pavimento entre 619 y 928 MPa y finalmente valores de SN eff entre 5.6 y 6.4, que inducen un valor promedio de Ie ≈ 2.3 (Código 1).

El PCI del CIV es de 47 (Regular, Código C). La evaluación deflectométrica indica capacidad estructural suficiente en todo el corredor. Se presenta una condición de divergencia moderada: el PCI refleja un deterioro superficial notable, especialmente en la unidad de muestra 2 (PCI = 36, Malo), mientras que la estructura subyacente se encuentra en condición adecuada. Aplicando el criterio definido, el diagnóstico se orienta por el PCI, resultando en una clase 1C con estrategia de **mantenimiento periódico con restitución superficial** involucrando principalmente la capa de carpeta asfáltica existente.

10.1.8 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector flexible)

El sector flexible de este corredor comprende las abscisas K0+000 a K0+095. Las mediciones deflectométricas realizadas en las abscisas K0+010 y K0+060 muestran los siguientes resultados, con deflexiones centrales corregidas de 222 y 298 µm, módulo de subrasante entre 152 y 169 MPa (diseño 50–56 MPa), un módulo ponderado del pavimento entre 579 y 847 MPa con los cuales se obtiene un SN eff entre 4.7 y 5.3, dando un valor promedio de Ie ≈ 1.7 (Código 1).

A pesar de que la evaluación deflectométrica indica capacidad estructural suficiente (Ie > 1.0), el PCI del CIV es de 39 (Malo, Código C), con la unidad de muestra 2 en condición Fallada (PCI = 7). La condición superficial evidencia un deterioro significativo que no es consecuente con la capacidad estructural disponible. Aplicando el criterio de divergencia, el diagnóstico se fundamenta en el PCI, resultando en una clase 1C con estrategia de **mantenimiento periódico con restitución superficial** involucrando principalmente la capa de carpeta asfáltica existente. Dada la severidad de las patologías observadas, se recomienda priorizar intervenciones de rehabilitación superficial que corrijan las fallas existentes antes de que su evolución comprometa la estructura subyacente.

10.1.9 CIV 17000100 – Calle 12, Carrera 7 a Carrera 8 (sector flexible)

El sector flexible de este corredor comprende las abscisas K0+018.4 a K0+110.68 (unidades de muestra 2, 3 y 4). Las mediciones deflectométricas en las abscisas K0+055 y K0+105 muestran los siguientes resultados: deflexiones centrales corregidas de 126 y 213 µm, valores de módulo de subrasante entre 106 y 197 MPa (diseño 53–98 MPa), módulo ponderado entre 1.176 y 1.869 MPa, dando como resultado un SN eff entre 6.0 y 7.0, para un valor medio de Ie ≈ 2.6 (Código 1).

El PCI del CIV es de 71 (Bueno, Código B). Tanto la condición superficial como la estructural son satisfactorias y plenamente convergentes. En consecuencia, la clase resultante es 1B con estrategia de **mantenimiento periódico con intervenciones puntuales**, orientada a preservar el desempeño actual del pavimento mediante acciones preventivas.

10.1.10 Resumen general de los diagnósticos en pavimento flexible

De acuerdo con la evaluación realizada en los cuatro segmentos, tanto a nivel funcional como estructural, se resume a continuación el diagnóstico generado, donde es posible validar que el CIV 17000337 se orienta hacia una reconstrucción parcial, mientras que los CIV 17000124 y 17000091 clasifican en un rehabilitación parcial; el único CIV donde se mantiene el mantenimiento periódico como alternativa de intervención es el CIV 17000100:

Tabla 20 Resumen del diagnóstico – Tramos flexibles

CIV	Tramo	PCI 2026	Calif.	NEE (3 años)	Conf.	SN eff	SN req	Ie	Clase	Estrategia
17000337	Carrera 8 Cll 6B–6A	5	D	500,000	80%	4.9	3.5	1.4	1D	Reconstrucción parcial (por PCI)
17000124	Carrera 1 Cll 12D–12F	47	C	500,000	80%	5.2	3.1	1.8	1C	Mantenimiento periódico con restitución superficial
17000100*	Calle 12 Cra 7–8 (flex.)	71	B	500,000	80%	6.5	3.1	2.1	1B	Mantenimiento periódico con intervenciones puntuales y sellos de fisuras
17000091*	Calle 12B Cra 6–7 (flex.)	39	C	500,000	80%	5.4	3.1	1.7	1C	Mantenimiento periódico con restitución superficial

Fuente: Elaboración propia.

10.2 Evaluación estructural en tramos rígidos

Los sectores con pavimento rígido presentes en los CIV 17000091 y 17000100 fueron validados con base en la información deflectométrica disponible, aunque vale la pena aclarar que el apéndice técnico de diagnósticos no exige evaluación estructural cuando la condición de PCI es favorable (Categorías A y B).

10.2.1 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector rígido)

El sector rígido comprende las abscisas K0+095 a K0+117.51, con 12 losas registradas. Las mediciones deflectométricas en la abscisa K0+110 registran una deflexión centrales de 86 µm, el cual es un valor bajo y coincide con el comportamiento esperado para un pavimento rígido en buen estado.

El PCI de este sector es de 92 (Excelente), condición plenamente consistente con la alta rigidez estructural registrada. No se requiere intervención estructural; las acciones deben limitarse a mantenimiento rutinario de juntas y superficies.

10.2.2 CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector rígido)

El sector rígido corresponde a la unidad de muestra 1, entre las abscisas K0+000 y K0+018.4, con 10 losas registradas. Las mediciones deflectométricas en la abscisa K0+005 registran una deflexión central de 83 µm, valor que se considera acorde a lo esperado para una estructura de pavimento rígido en buen estado.

El PCI de este sector es de 89 (Excelente), condición plenamente convergente con la evaluación estructural. No se requiere intervención estructural; las acciones deben limitarse a mantenimiento rutinario de juntas y superficies.

10.2.3 Resumen general de los diagnósticos en pavimento rígido

Ahora bien, como se comentó previamente los resultados a nivel funcional y estructural de los sectores en pavimento rígido evidencian una condición favorable, de modo que a continuación se presenta el resumen del diagnóstico, donde ambos CIV se orientan a actividades de mantenimiento rutinario:

Tabla 21 Resumen del diagnóstico – Sectores rígidos

CIV	Sector rígido	PCI sector	Calif.	d0 prom. (µm)	Estrategia
17000091	Calle 12B K0+095–K0+117.51	92	Excelente	86	Mantenimiento Rutinario
17000100	Calle 12 K0+000–K0+018.4	89	Excelente	83	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración propia.

10.3 Alternativas recomendadas de intervención

Con base en los resultados de la evaluación estructural y superficial presentados en los numerales anteriores, a continuación, se definen las alternativas de intervención recomendadas para cada uno de los tramos analizados. Dado que la evaluación deflectométrica indica capacidad estructural suficiente en todos los casos (Ie > 1.0), las decisiones de intervención se fundamentan principalmente en la condición superficial expresada mediante el PCI, siguiendo los lineamientos de la Guía de Diagnóstico del IDU.

10.3.1 Tramos flexibles

De acuerdo con la condición superficial de cada tramo, se establecen dos niveles de intervención para los sectores con pavimento flexible:

a) Mantenimiento periódico – Intervención puntual

Aplica para tramos con PCI en rango Bueno a Muy Bueno, en los que las patologías presentes son de carácter localizado y no comprometen la integridad general de la carpeta asfáltica. La intervención consiste en acciones puntuales orientadas a corregir los deterioros identificados y preservar el desempeño actual del pavimento, evitando su aceleración. Las actividades típicas incluyen:

- Parcheo y bacheo localizado en zonas con pérdida de material o desintegración superficial.
- Sello de fisuras existentes con materiales elastoméricos, para impedir la infiltración de agua y la propagación del deterioro.
- Reparaciones puntuales en bordes y juntas con calzada o andén, según se requiera.

Este nivel de intervención aplica al CIV 17000100 – Calle 12, Carrera 7 a Carrera 8 (sector flexible), con PCI = 71 (Bueno), cuya condición superficial y estructural son convergentes y satisfactorias.

b) Mantenimiento periódico – Reemplazo de carpeta asfáltica

Aplica para tramos con PCI en rango Regular a Fallado, en los que la densidad y severidad de las patologías presentes hacen inviable una intervención puntual y requieren la renovación completa de la capa de rodadura. Dado que la

estructura subyacente presenta capacidad portante adecuada, la intervención se limita a la carpeta asfáltica y, si se detectan afectaciones en el material granular, a la capa inmediatamente inferior. Las actividades son:

- Remoción y demolición de la carpeta asfáltica existente en su espesor total, mediante fresado o demolición manual según las condiciones del tramo.
- Evaluación de la condición y compactación del material granular de base expuesto una vez retirada la carpeta. Si se evidencian deficiencias en la calidad, estabilidad o compactación del material granular, se procederá a su sustitución en un espesor mínimo de 15 cm con material que cumpla las especificaciones técnicas del IDU.
- Instalación de carpeta asfáltica nueva en el espesor correspondiente a la estructura existente, garantizando continuidad con las capas subyacentes y con los tramos adyacentes.
- Sello de juntas perimetrales y corrección de bordes para garantizar el adecuado drenaje superficial.

Este nivel de intervención aplica a los siguientes tramos:

- CIV 17000124 – Carrera 1, Calle 12D a Calle 12F: PCI = 47 (Regular). Deterioro superficial moderado a alto, especialmente en la unidad de muestra 2 (PCI = 36, Malo).
- CIV 17000091 – Calle 12B, Carrera 6 a Carrera 7 (sector flexible): PCI = 39 (Malo). Presencia de unidad de muestra en condición Fallada (PCI = 7), que evidencia deterioro severo y generalizado en parte del corredor.

c) Rehabilitación parcial – Reemplazo de carpeta asfáltica y parte de material granular

Esta condición de mantenimiento aplica para los tramos cuyo valor de PCI es muy bajo (PCI<25) cuyas patologías evidencian pérdida de carpeta asfáltica y exposición de materiales granulares, fisuraciones por fatiga, y otros daños de tipo estructural que afecten la condición del pavimento, aun cuando el análisis deflectométrico evidencie una condición favorable. El tramo que aplica para este tipo de intervención es el siguiente:

- CIV 17000337 – Carrera 8, Calle 6B a Calle 6A: PCI = 5 (Fallado). Condición más crítica del proyecto; ambas unidades de muestra en estado Fallado. Se recomienda intervención prioritaria e inmediata.

10.3.2 Sectores rígidos

Para la evaluación de los sectores con pavimento rígido, la Guía de Diagnóstico del IDU establece que el criterio de decisión se fundamenta principalmente en la condición superficial evaluada mediante el PCI, dado que este indicador permite identificar de forma directa el estado de las losas, la presencia de fisuras, el deterioro de juntas y otras patologías propias del pavimento rígido sin necesidad de recurrir a parámetros estructurales propios de la metodología de pavimentos flexibles.

En ambos sectores rígidos evaluados —CIV 17000091 (K0+095 a K0+117.51) y CIV 17000100 (K0+000 a K0+018.4)— el PCI se encuentra en rango Excelente (92 y 89, respectivamente), lo que indica que las losas de concreto hidráulico se encuentran en buen estado general, sin patologías de severidad alta que comprometan su integridad estructural o funcional.

En consecuencia, la alternativa recomendada para ambos sectores es el mantenimiento rutinario, orientado a preservar la condición actual de las losas y prevenir el avance de deterioros menores. Las actividades recomendadas son:

- Inspección y verificación del estado de las juntas transversales y longitudinales, identificando aquellas con sello deteriorado, ausente o con infiltración de material incompresible.
- Sello de juntas con material elastomérico o asfalto modificado según corresponda, garantizando la impermeabilización y el correcto funcionamiento de la junta.
- Reparación de fisuras menores presentes en las losas mediante inyección de lechada de cemento o sellante flexible, según la tipología y apertura de la fisura.
- Limpieza general de la calzada y corrección de puntos de acumulación de agua superficial que puedan acelerar el deterioro de las juntas o bordes de losa.

10.3.3 Resumen general de intervenciones recomendadas

A partir de los diagnósticos superficiales (PCI) y estructurales desarrollados para cada segmento, en este numeral se consolidan las alternativas de intervención recomendadas, diferenciadas por tipología de pavimento. Las tablas siguientes resumen, para cada CIV, el resultado de condición, su calificación y clase IDU asociada, la actividad recomendada y el nivel de intervención requerido, con el fin de orientar la priorización y el alcance de las obras de conservación. La Tabla 23 reúne las alternativas para los tramos en pavimento flexible y la Tabla 24 las correspondientes a los sectores en pavimento rígido.

Tabla 22 . Resumen de alternativas recomendadas – Tramos flexibles

CIV	Tramo	PCI	Calif.	Clase IDU	Actividad recomendada	Nivel de intervención
17000100	Calle 12 Cra 7–8 (flex.)	71	B	1B	Parcheo y bacheo puntual. Sello de fisuras existentes.	Mantenimiento Rutinario
17000124	Carrera 1 Cll 12D–12F	47	C	1C	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente. Evaluación de material granular en zonas con patologías tipo piel de cocodrilo, fisuración en bloque o bacheo; con sustitución puntual reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA si se detectan deficiencias.	Mantenimiento Periódico (prima PCI)
17000091*	Calle 12B Cra 6–7 (flex.)	39	C	1C	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente. Evaluación de material granular en zonas con patologías tipo piel de cocodrilo, fisuración en bloque o bacheo; con sustitución puntual reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA si se detectan deficiencias.	Mantenimiento Periódico (prima PCI)
17000337	Carrera 8 Cll 6B–6A	5	D	1D	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento y/o reemplazo de capa granular, reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.	Rehabilitación superficial (prima PCI)

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 23 evidencia una correspondencia directa entre el deterioro superficial y el nivel de intervención requerido en los tramos flexibles. El CIV 17000100 (Calle 12, entre Carrera 7 y 8), con PCI de 71 y calificación B (clase 1B), solo requiere mantenimiento rutinario consistente en parcheo y bacheo puntual y sello de fisuras. Los CIV 17000124 (PCI 47) y 17000091 (PCI 39), ambos en calificación C (clase 1C), demandan mantenimiento periódico con retiro total de la carpeta asfáltica y reemplazo en igual espesor, junto con la evaluación y sustitución puntual del material granular (reponiendo como mínimo 20 cm de BG-A o 15 cm de MGEA) donde se identifiquen patologías estructurales. El caso más crítico corresponde al CIV 17000337 (Carrera 8, Calle 6B a 6A), con un PCI de 5 y calificación D (clase 1D), que exige rehabilitación superficial con retiro y reposición de carpeta garantizando un espesor mínimo, así como saneamiento y/o reemplazo de la capa granular de apoyo.

Tabla 23 Resumen de alternativas recomendadas – Sectores rígidos

CIV	Sector rígido	PCI sector	Calif.	Actividad recomendada	Nivel
17000091	Calle 12B K0+095–K0+117.51	92	Excelente	Sello de juntas. Reparación de fisuras menores, desportillamientos y descascaramientos. Limpieza general.	Mantenimiento Rutinario
17000100	Calle 12 K0+000–K0+018.4	89	Excelente	Sello de juntas. Reparación de fisuras menores, desportillamientos y descascaramientos. Limpieza general.	Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 24 resume las alternativas para los sectores en pavimento rígido, los cuales presentan una condición notablemente mejor que la observada en los tramos flexibles. Tanto el sector del CIV 17000091 (Calle 12B, K0+095 a K0+117.51, PCI 92) como el del CIV 17000100 (Calle 12, K0+000 a K0+018.4, PCI 89) alcanzan calificación “Excelente”, por lo que únicamente requieren mantenimiento rutinario orientado a preservar su buen desempeño: sello de juntas, reparación de fisuras menores y limpieza general. Estas actividades buscan evitar el ingreso de agua y la progresión de deterioros incipientes, prolongando la vida útil de las losas sin necesidad de intervenciones estructurales.

11 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Este capítulo consolida las recomendaciones de construcción y control de calidad para la ejecución de las alternativas propuestas en los cuatro tramos del proyecto (CIV 17000337, 17000124, 17000091 y 17000100), orientadas al cumplimiento de la normativa y especificaciones vigentes del IDU. Las recomendaciones se organizan por componente constructivo y aplican de manera general a todos los tramos, considerando que las intervenciones identificadas involucran, según el caso, remoción y reposición de carpeta asfáltica, evaluación y eventual sustitución de material granular, y mantenimiento de sectores rígidos. El objetivo es reducir el riesgo de fallas prematuras por deficiencias constructivas o por ingreso de agua a la estructura de pavimento.

11.1 Demolición y remoción de carpeta asfáltica

Para los tramos en los que se requiere reemplazo de la carpeta asfáltica (CIV 17000337, 17000124 y 17000091 sector flexible), la demolición y remoción deberá ejecutarse de forma controlada, minimizando la afectación a las capas granulares subyacentes y a las estructuras adyacentes. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Definir previamente el área y el espesor de intervención, delimitando claramente los bordes de corte para garantizar un confinamiento adecuado de la nueva carpeta con el pavimento existente.
- El corte perimetral debe realizarse con disco o sierra de pavimento, generando bordes verticales y limpios que faciliten la adherencia y el sello de la junta.
- Retirar el material demolido de forma inmediata para evitar contaminación de la base granular expuesta. El material removido no podrá reutilizarse como material de relleno o capa estructural.
- Una vez expuesta la base granular, proceder de inmediato a su evaluación antes de la colocación de la nueva carpeta, conforme a lo indicado en el numeral 11.2.

11.2 Capas granulares: calidad de material y compactación (IDU)

La subbase deberá cumplir los requisitos de granulometría, limpieza y propiedades exigidas por el IDU, y construirse con control de humedad y compactación.

- Calidad del material: controlar recepción y acopio para evitar segregación y contaminación. No se deben incorporar materiales con exceso de finos, presencia de orgánicos, lodos o residuos.
- Ejecución por capas: extender en capas uniformes y compatibles con el equipo de compactación, con ajuste de humedad (humectación/aireación) según el Proctor adoptado por la especificación IDU.

11.3 Mezclas asfálticas: riegos, colocación y desempeño (IDU)

Para fresado y reposición, y para capas asfálticas complementarias cuando apliquen, se recomienda cumplir las especificaciones IDU vigentes para materiales, riegos y colocación.

- Condición previa: la superficie debe estar limpia y seca; no se debe colocar mezcla sobre zonas con falla de soporte sin corregir la causa.

- Riego de imprimación y riego de liga: controlar tipo de ligante, dosificación, uniformidad y condiciones de rotura/curado conforme a la especificación IDU; no se debe colocar la capa siguiente hasta verificar rotura adecuada y ausencia de contaminación.

- Verificación de desempeño: previo a la colocación, se recomienda verificar que, a la temperatura y frecuencia típicas de operación, la mezcla alcance un módulo dinámico mínimo del orden de 1.750 MPa a fin de mantener condiciones similares al pavimento existente, o bien alcanzar un módulo de 2.000 MPa, sustentado con ensayos o soporte técnico del diseño/mezcla, según el esquema de control de calidad aceptado.

- Extendido y compactación: controlar temperaturas, patrón de compactación, densidad y espesores de acuerdo con la especificación IDU aplicable.

11.4 Drenaje y manejo del agua (IDU)

Para pavimento rígido y flexible, se debe verificar el cumplimiento de pendientes y condiciones de drenaje conforme a criterios del IDU, evitando empozamientos y minimizando infiltraciones:

- Verificar bombeo transversal, pendientes longitudinales y continuidad del drenaje existente (sumideros, cunetas y conexiones).

- Corregir depresiones y puntos de empozamiento antes de habilitar la vía.

- Asegurar sellos y transiciones para reducir ingreso de agua a la estructura, dado que la infiltración puede generar pérdida de soporte, bombeo de finos y aceleración del deterioro.

11.5 Verificación y mantenimiento de pavimento rígido

A continuación, se presenta la recomendación reparaciones designadas para pavimento rígido de acuerdo con el apéndice de diagnóstico y mantenimiento del IDU. Con base en la inspección realizada se define, losa a losa, si procede reparación o reemplazo de cada unidad, según las recomendaciones planteadas en la siguiente tabla:

Tabla 24 Intervenciones para pavimento rígido expuesto después de fresado de carpeta asfáltica

Tipo de deterioro	Nivel de severidad	Actividad de intervención
Estallamiento de losa	Bajo	Reemplazo de losas total o parcial
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grieta de esquina	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Losa dividida	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grietas de durabilidad	-	Cepillado de la superficie
Escalonamiento	Bajo	Cepillado de la superficie
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Daño en sello de junta	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Limpieza y sello de juntas
	Alto	Limpieza y sello de juntas
Desnivel carril/berma	Alto	Renivelación de berma
Grieta longitudinal y/o transversal	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Sello de grietas

Tipo de deterioro	Nivel de severidad	Actividad de intervención
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Bombeo	-	Inyección y restauración de la transferencia
Losa dividida localizada	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento/ Mapeo de grietas	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento de esquina	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento de junta	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial

Fuente: Elaboración propia

Dado que las patologías existentes evidenciadas en el mes de mayo corresponden únicamente a desportillamientos y descascaramientos de juntas y esquinas en algunas de las losas, una alternativa de intervención convenientes es validar la extensión de estos daños, y la opción de realizar un parcheo en espesor parcial como se describe a continuación:

- El método de intervención recomendado (ACPA, 2004) es el de Corte y Parche, con el cual se hace la remoción del área afectada, afectando solamente una parte del espesor total de la losa; los cortes se hacen con una cortadora de disco para concreto, dejando el borde de corte a una distancia mínima de 10 cm de la grieta.
- Se recomienda que los anchos W y longitudes L mínimas de corte sean de 15.0 cm (150 mm) alrededor del área dañada, tanto en bordes de junta como en esquinas.
- En el caso de reparaciones en esquina se recomienda hacer cortes de ajuste con una longitud mínima de 10.0 cm (100 mm) desde las juntas del pavimento.
- El área afectada debe ser removida con ayuda de un martillo neumático, con una escarificadora, o mediante waterblasting; se recomienda retirar el material hasta alcanzar una profundidad mínima de ½" (13 mm) por debajo de la zona afectada por el daño o imperfección a tratar, y hasta observar que el corte deja expuesto concreto en buen estado.
- La superficie final debe quedar completamente libre de polvo o de cualquier otro material que impida la adherencia entre el material de reparación y el concreto endurecido.
- Tanto en los daños a borde de junta como en los de esquina, es necesaria la instalación de un inserto en material compresible que permita dar nuevamente la forma de la junta en la cual se hará la reparación; este elemento es indispensable para evitar que la reparación quede en puente sobre la junta inducida.
- Una vez se haya instalado el inserto se procederá a imprimar el área de reparación con un adhesivo epóxico
- que facilite la adherencia entre el concreto endurecido y el concreto fresco con el cual se realizará la reparación; es necesario que se atiendan las recomendaciones del proveedor del adhesivo acerca de su uso, especialmente en cuanto a limpieza de las superficies a tratar y al tiempo mínimo que debe pasar antes de la colocación del concreto fresco.
- Una vez sea posible, se hará la colocación del concreto fresco, siguiendo estrictamente las recomendaciones de curado para prevenir la fisuración por retracción; el procedimiento recomendado es el de curado húmedo por al menos siete (7) días, seguido por la aplicación de una membrana de curado.
- La implementación del curado húmedo exige que no haya tránsito sobre la reparación durante 7 días luego de efectuado el trabajo. En caso de que no sea posible hacer el curado húmedo durante 7 días, deberá acudirse a la utilización de un Mortero de Reparación modificado y de Reacción Rápida y alta resistencia, que pueden ser dados al tránsito unas 5 horas después de instalados; si es posible tener un tiempo de fraguado de 24 horas, puede emplearse un Mortero de Reparación de Reacción Normal.

12 CONCLUSIONES

El presente estudio actualizó el diagnóstico funcional y estructural y formuló estrategias de intervención para cuatro (4) segmentos viales en la localidad de La Candelaria (CIV 17000337, 17000124, 17000091 y 17000100), integrando la revisión de antecedentes disponibles, la verificación técnica de resultados previos y la actualización de la condición superficial mediante inspección en campo y cálculo del PCI a 2026, conforme a la norma ASTM D6433. La toma de decisiones se estructuró bajo los lineamientos del Anexo Técnico de Diagnóstico del IDU (v6, 2014), garantizando consistencia metodológica, trazabilidad y coherencia técnica en las recomendaciones formuladas.

Las conclusiones más relevantes se presentan a continuación:

12.1 Diagnóstico superficial (PCI)

La evaluación superficial mediante PCI a 2026 revela condiciones heterogéneas entre los segmentos evaluados, con un rango que va desde condición Fallada (PCI = 5) hasta condición Buena (PCI = 71). En todos los casos, la evaluación deflectométrica indica capacidad estructural adecuada (Ie ≥ 1.0), lo que evidencia que el deterioro superficial observado no responde a insuficiencia estructural, sino principalmente a factores como calidad de materiales, procesos constructivos o condiciones de drenaje.

Los resultados por tramo se sintetizan a continuación:

- CIV 17000337 – Carrera 8 (Calle 6B a Calle 6A): PCI = 5 (Fallado, Código D). Ambas unidades de muestra en condición Fallada. Es el tramo más crítico del proyecto, con deterioro superficial severo y generalizado que requiere intervención inmediata.

- CIV 17000124 – Carrera 1 (Calle 12D a Calle 12F): PCI = 47 (Regular, Código C). Deterioro moderado a alto, especialmente en la unidad de muestra 2 (PCI = 36, Malo), con patologías que comprometen la funcionalidad del corredor.

- CIV 17000091 – Calle 12B (Carrera 6 a Carrera 7): PCI global = 39 (Malo, Código C), con tipología mixta. El sector flexible presenta una unidad de muestra en condición Fallada (PCI = 7), mientras que el sector rígido (K0+095–K0+117.51) se encuentra en condición Excelente (PCI = 92).

- CIV 17000100 – Calle 12 (Carrera 7 a Carrera 8): PCI global = 71 (Bueno, Código B), con tipología mixta. El sector flexible presenta condición satisfactoria en sus tres unidades de muestra, y el sector rígido inicial (K0+000–K0+018.4) registra PCI = 89 (Excelente). Es el tramo en mejor condición del proyecto.

12.2 Diagnóstico estructural por tipología de pavimento

Desde el punto de vista estructural, los segmentos evaluados presentan dos configuraciones principales:

- Pavimento flexible convencional (asfalto sobre granular) en toda la longitud de los segmentos: CIV 17000337 y CIV 17000124 corresponden íntegramente a esta tipología. La verificación estructural mediante metodología AASHTO-93, apoyada en información de deflectometría (FWD), indica que ambos segmentos conservan capacidad portante adecuada para el horizonte de diagnóstico de tres años (Ie ≥ 1.0). En consecuencia, la necesidad de intervención está asociada exclusivamente al deterioro superficial y no a insuficiencia estructural.

- Corredores con tipología mixta (pavimento principalmente con superficie flexible y un sector corto en pavimento rígido): Los CIV 17000091 y 17000100 presentan sectores diferenciados según la tipología de pavimento. En ambos casos, los sectores flexibles conservan capacidad estructural suficiente (Ie ≥ 1.0), así como también, los sectores rígidos presentan deflexiones muy bajas, coherentes con losas de concreto en buen estado. La evaluación de los sectores rígidos se fundamenta principalmente en el PCI, conforme a los lineamientos del IDU para pavimento rígido, el cual indica condición Excelente en ambos casos.

En todos los tramos evaluados, la divergencia entre la condición superficial (PCI) y la condición estructural (Ie) confirma que las patologías presentes no están asociadas a deficiencias en la capacidad portante de la estructura, sino a factores externos como calidad de materiales, procesos constructivos o drenaje deficiente. Aplicando el criterio adoptado en este diagnóstico, cuando el PCI es crítico y la deflectometría indica capacidad estructural suficiente, el diagnóstico y la estrategia de intervención se definen con base en el PCI.

12.3 Criterios de intervención adoptados

El diagnóstico integral permitió establecer estrategias diferenciadas según la condición funcional y la configuración estructural de cada tramo. La tabla siguiente sintetiza los resultados y la intervención recomendada para cada segmento:

Tabla 25 Resumen de intervención recomendada

CIV	Tramo / Tipología	PCI 2026	Ie	Calif.	Clase IDU	Intervención recomendada
17000100	Calle 12, Cra 7–8 (sector flexible)	71	2.1	B	1B	Parcheo y bacheo puntual. Sello de fisuras existentes.
17000100	Calle 12, Cra 7–8 (sector rígido)	89	—	Excelente		Sello de juntas. Reparación de fisuras menores, desportillamientos y descascaramientos. Limpieza general.
17000124	Carrera 1 Cll 12D–12F (flexible)	47	1.8	C	1C	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente. Evaluación de material granular en zonas con patologías tipo piel de cocodrilo, fisuración en bloque o bacheo; con sustitución puntual reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA si se detectan deficiencias.
17000091	Calle 12B, Cra 6–7 (sector flexible)	39	1.7	C	1C	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente. Evaluación de material granular en zonas con patologías tipo piel de cocodrilo, fisuración en bloque o bacheo; con sustitución puntual reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA si se detectan deficiencias.
17000091	Calle 12B, Cra 6–7 (sector rígido)	92	—	Excelente		Sello de juntas. Reparación de fisuras menores, desportillamientos y descascaramientos. Limpieza general.
17000337	Carrera 8 Cll 6B–6A (flexible)	5	1.4	D	1D	Retiro total de la carpeta asfáltica con reemplazo en mismo espesor existente, en caso de tener menos de 10 cm, garantizar este espesor mínimo. Evaluación, saneamiento y/o reemplazo de capa granular, reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA.

Fuente: Elaboración propia.

Conceptuando sobre las estrategias de intervención identificadas, se tiene lo siguiente:

- **Mantenimiento rutinario** (sectores rígidos de CIV 17000091 y 17000100): considerando que la condición superficial evidencia un PCI en calificación excelente, las intervenciones se resumen en sello de juntas. reparación de fisuras menores, desportillamientos y descascaramientos, así como limpieza general del segmento.

- **Mantenimiento periódico – Intervención puntual** (CIV 17000100, sector flexible): dado que la condición superficial y estructural es satisfactoria y convergente, la intervención recomendada se limita a acciones puntuales de preservación: parcheo, bacheo y sello de fisuras en los sectores flexibles, y limpieza. Estas acciones buscan preservar el desempeño actual del pavimento y evitar la aceleración del deterioro.

- **Mantenimiento periódico – Reemplazo de carpeta asfáltica** (CIV 17000124 y CIV 17000091, sector flexible): la densidad y severidad de las patologías presentes hacen inviable una intervención puntual, por lo que se recomienda la remoción y reemplazo completo de la carpeta asfáltica en su espesor total. Una vez expuesta la base granular, se deberá evaluar su condición y compactación; si se detectan deficiencias, se procederá a la sustitución del material en un espesor mínimo de 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA, según la opción más favorable técnica y económicamente. Posteriormente se instalará la nueva carpeta asfáltica en el espesor correspondiente a la estructura existente.

- **Rehabilitación parcial – Reemplazo de carpeta asfáltica y parte de material granular** (CIV 17000337 – Carrera 8): con PCI = 5 (Fallado) en ambas unidades de muestra, este tramo presenta el nivel de deterioro más crítico del proyecto y requiere intervención prioritaria e inmediata. La estrategia es análoga a la rehabilitación superficial descrita anteriormente, pero con mayor urgencia de ejecución dada la condición de falla generalizada de la carpeta existente. Se deberá proceder a la remoción total de la carpeta, evaluación, saneamiento y/o reemplazo de capa granular, reponiendo mínimo 20 cm de BG-A ó 15 cm de MGEA. y reposición de la rodadura, asegurando la corrección de las causas que originaron el deterioro del pavimento.

12.4 Consideraciones finales

Se resalta que la correcta ejecución de las soluciones propuestas es determinante para el desempeño futuro de los segmentos intervenidos. Será indispensable implementar controles estrictos de calidad durante la construcción, incluyendo la verificación de espesores reales de remoción y reposición, el adecuado saneamiento de superficies, el manejo apropiado de aguas superficiales y la evaluación del material granular antes de instalar la nueva carpeta.

La adopción de soluciones constructivas coherentes con la condición estructural verificada permitirá preservar la capacidad portante existente, optimizar el uso de recursos públicos y reducir la probabilidad de intervenciones repetitivas asociadas a soluciones superficiales inadecuadas. De esta manera, las recomendaciones formuladas en el presente estudio buscan asegurar no solo la recuperación funcional inmediata, sino también la prolongación de la vida útil de la infraestructura vial evaluada en la localidad de La Candelaria.

Finalmente, se recomienda que, previo al inicio de las obras en cualquiera de los tramos, se realice una verificación en campo de las condiciones reales de soporte del material granular, especialmente en los corredores con mayor nivel de deterioro superficial (CIV 17000337 y CIV 17000091), a fin de confirmar o ajustar los espesores de intervención definidos en el presente diagnóstico.

13 ANEXOS

Anexo 1. Inspección visual del pavimento (2026).
Anexo 2. Resultados de evaluación PCI (2026).
Anexo 3. Evaluación de tránsito (2026).
Anexo 4. Evaluación estructural AASHTO (2026)
Anexo 5. Información secundaria de estudios previos.

REVISIÓN DE DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE INTERVENCIONES PARA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ – CONTRATO FDLC-LP-002-2025

INFORME DE DIAGNOSTICO Y DISEÑO ESPACIO PÚBLICO TRAMOS - CIV 17000178 (PK 81882 / 81881)

Consorcio Júpiter

Marzo de 2026

Tabla de contenido

1 INTRODUCCIÓN 4
2 OBJETIVO 5
2.1 Objetivo General 5
2.2 Objetivos Específicos 5
3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6
4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS 7
4.1 Descripción general 7
4.1.1 PK 81881 - Occidental 7
4.1.2 PK 81882 - Oriental 8
4.2 Topografía 8
5 DIAGNÓSTICO 10
5.1 Inspección visual 10
5.1.1 ANDEN OCCIDENTAL 11
5.1.2 ANDEN ORIENTAL 12
6 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 13
7 PARÁMETROS DE DISEÑO 14
7.1 CRITERIOS PARA INTERVENCIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS PATRIMONIALES 15
7.2 ACCESIBILIDAD 19
8 DISEÑO ESTRUCTURAL PROPUESTO 22
9 CONCLUSIONES 25

Lista de ilustraciones

Ilustración 1Ubicación general 6
Ilustración 2 Fotografía perfil occidente 7
Ilustración 3 Fotografía perfil oriental 8
Ilustración 4 Planimetría 8
Ilustración 5 Perfil 9
Ilustración 6 Sección transversal ABS 0 + 002 9
Ilustración 7 Sección transversal ABS 0 + 050 9
Ilustración 8 Sección transversal ABS 0 + 111 10
Ilustración 9 Registro fotográfico - Andén occidental 11
Ilustración 10 Registro fotográfico - Andén oriental 12
Ilustración 11 Resultados exploración geotécnica 13
Ilustración 12 Mapa - Sectores emblemáticos 15
Ilustración 13 Mapa - Sectores barriales 16
Ilustración 14 Mapa categorías de espacio público 16
Ilustración 15 Descripción categorías de espacio público 17
Ilustración 16 Lineamientos materialidad - Corredores barriales. 18
Ilustración 17 Vados en esquina rebajada 21
Ilustración 18 Fotografía - Paqueo de vehículos sobre andén. 23
Ilustración 19 Estructura - Subrasante tipo S1 - Críterio 3 24
Ilustración 20 Sección transversal estructura propuesta 25

Lista de tablas

Tabla 1Altura de andén..... 20
Tabla 2 Tipo de subrasante 22
Tabla 3 Parámetros de diseño - Criterio de diseño 3..... 23
Tabla 4 Tipos de estructura 24

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto presentar el diagnóstico, evaluación y diseño del espacio público ubicado en el CIV 17000178, localizado en la localidad de La Candelaria en la ciudad de Bogotá D.C., con el fin de establecer las condiciones actuales y definir la solución técnica para su intervención.

El análisis y diseño se desarrolla de acuerdo con los lineamientos de:

- Cartilla de Andenes de Bogotá.
- Manual de Espacio Público.
- Especificaciones IDU vigentes.
- PEMP - CHB
- Anexo técnico de diagnóstico para conservación de infraestructura vial para Bogotá.
- NTC 4279.
- NTC 4143

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo General

Realizar el diagnóstico y diseño de los andenes del tramo objeto de estudio, garantizando condiciones adecuadas de accesibilidad, funcionalidad, seguridad y durabilidad, de acuerdo con las condiciones actuales y la normatividad aplicable.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar la información existente de los tramos en estudio, identificando patologías y deterioros.
- Caracterizar las condiciones geotécnicas.
- Evaluar las condiciones de accesibilidad.
- Integrar la información existente para soportar la interpretación del estado y la recomendación de intervención.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Los segmentos viales objeto de la presente actualización se localizan en la localidad de La Candelaria, en el área urbana de Bogotá. Para efectos de identificación y trazabilidad, cada tramo se referencia mediante su CIV y PK_ID, junto con su eje vial y límites. La Tabla 1 presenta la relación de los segmentos incluidos en el alcance del informe, así como su tipología acuerdo con la información de referencia disponible y la verificación realizada para el año 2026.

CIV	ELEMENTO (PK)	EJE VIAL	DESDE	HASTA	TIPO DE MALLA VIAL	TIPO DE INTERVENCIÓN	MATERIALIDAD
17000178	81882	CARRERA 9	CALLE 8	CALLE 9	INTERMEDIA	ESPACIO PÚBLICO	ADOQUÍN EN ARCILLA
17000178	81881	CARRERA 9	CALLE 8	CALLE 9	INTERMEDIA	ESPACIO PÚBLICO	ADOQUÍN EN ARCILLA

En la figura se presenta la localización general de los segmentos dentro de la localidad de La Candelaria, indicando la ubicación de cada tramo mediante su identificación CIV–PK_ID.

Ilustración 1Ubicación general



Fuente: Google Earth

4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRAMOS

4.1 Descripción general

Ubicación y dirección: Carrera 9, entre Calle 8 y Calle 9 La Candelaria.

Tipología de malla vial: Intermedia.

Los andenes están construidos en adoquín, con acabado en piezas modulares, evidenciando desgaste superficial e irregularidades en algunos tramos, por lo cual se plantea su intervención y adecuación.

Las edificaciones corresponden a un sector histórico consolidado, con construcciones de 1 y 2 niveles, fachadas continuas de carácter patrimonial, balcones y carpintería en madera, cubiertas inclinadas y presencia de locales comerciales en primer nivel, manteniendo una imagen urbana homogénea y tradicional. Se presenta una altura relativamente homogénea dotando esta parte de la ciudad con una identidad cultural propia del entorno vial característico de la candelaria.

La intervención consta de dos tramos de espacios peatonales, ubicados en los dos costados del segmento vial.

4.1.1 PK 81881 - Occidental

Descripción general del entorno:

Ilustración 2 Fotografía perfil occidente



Fuente: CJ

Se observa una condición regular a mala del estado superficial con deterioros relevantes como huecos con pérdida de elementos prefabricados, hundimientos, exposición de los materiales de soporte. El costado cuenta en su totalidad con edificaciones de tipo comercial de 1 y 2 plantas, sin accesos vehiculares.

4.1.2 PK 81882 - Oriental

Descripción general del entorno:

Ilustración 3 Fotografía perfil oriental



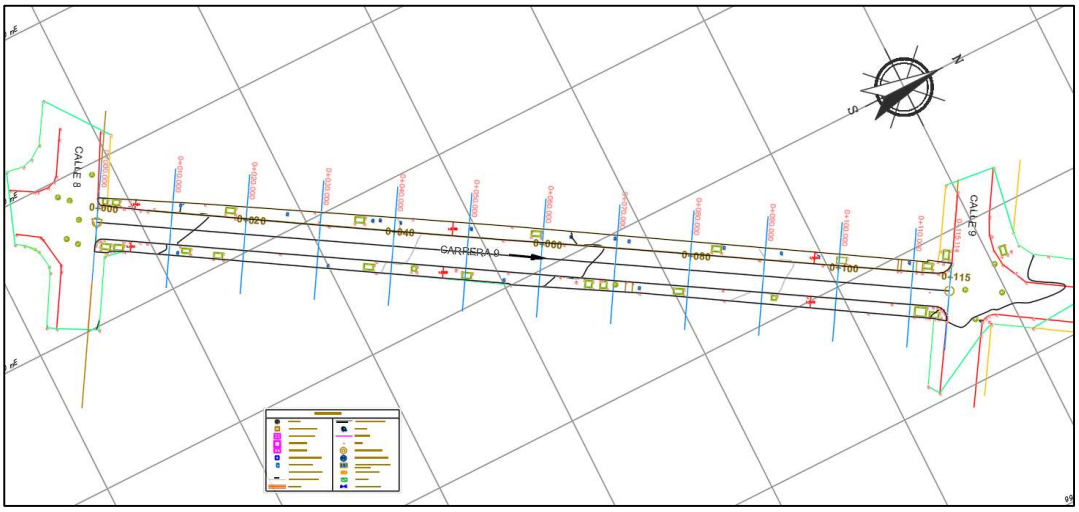
Fuente: CJ

Se observa una condición regular del estado superficial con deterioros principalmente en las piezas modulares, elementos de confinamiento y cambios bruscos de nivel. El costado cuenta con edificaciones de tipo institucional de 1 y 2 plantas, con un acceso vehicular.

4.2 Topografía

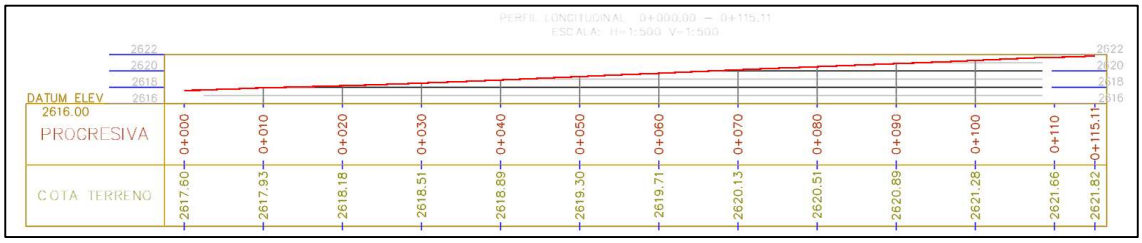
Se realiza levantamiento topográfico del segmento vial, se observa una pendiente longitudinal considerable, se identifica presencia de cajas de inspección sobre la superficie de anden y secciones transversales variables a lo largo del corredor.

Ilustración 4 Planimetría



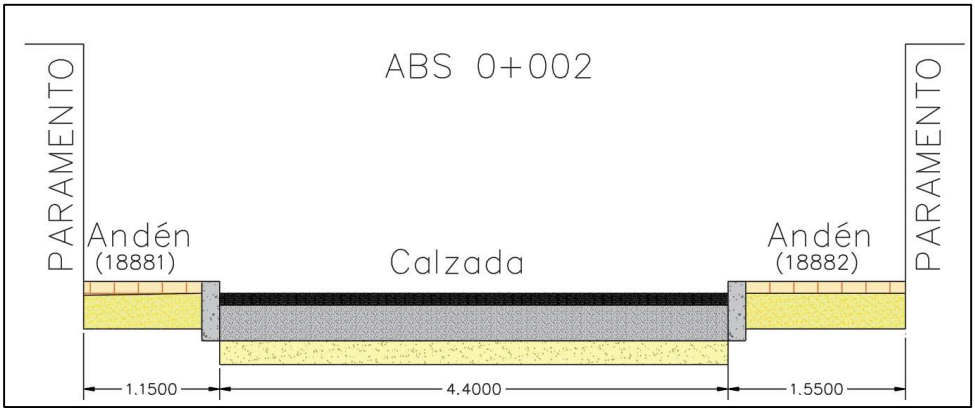
Fuente: CJ

Ilustración 5 Perfil



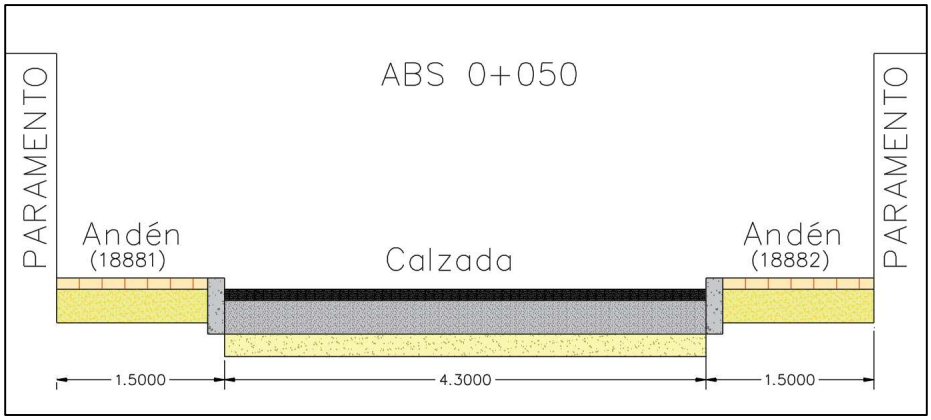
Fuente: CJ

Ilustración 6 Sección transversal ABS 0 + 002



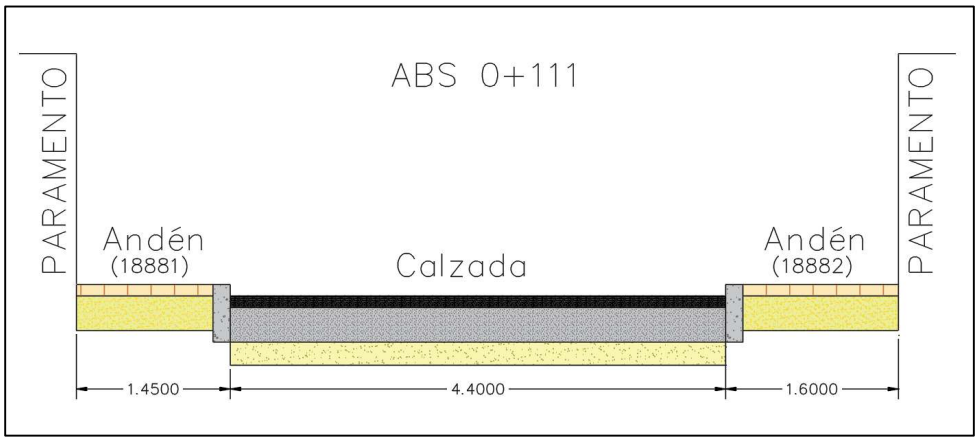
Fuente: CJ

Ilustración 7 Sección transversal ABS 0 + 050



Fuente: CJ

Ilustración 8 Sección transversal ABS 0 + 111



Fuente: CJ

5 DIAGNÓSTICO

5.1 Inspección visual

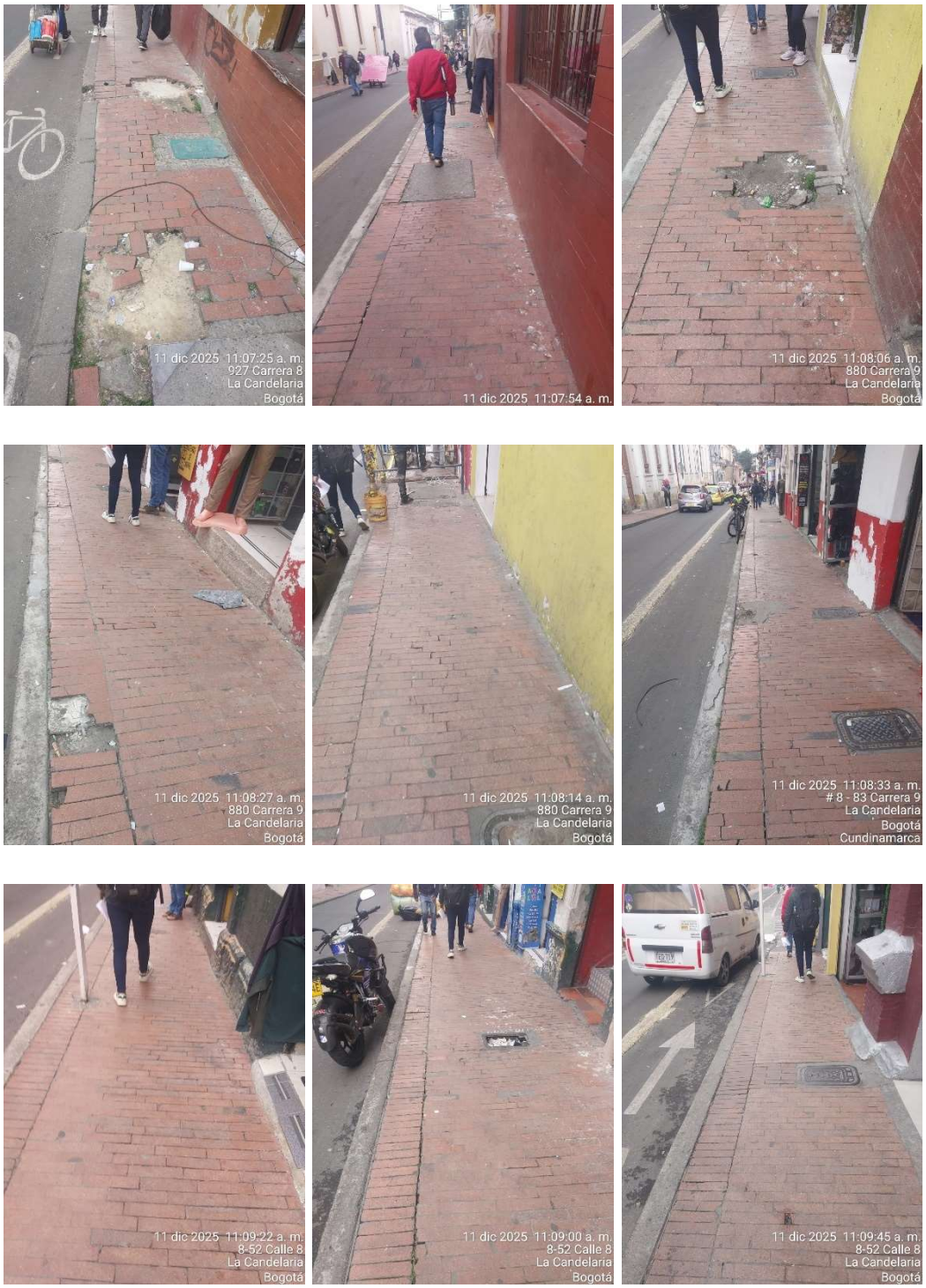
Se identificaron las siguientes patologías:

- Fisuración.
- Desprendimiento de acabados.
- Hundimientos localizados.
- Deficiencias de accesibilidad, no existe continuidad mínima para la circulación, no hay presencia de vados, rampas, guías podo táctiles, etc.
- Presencia de material vegetal que muestra el deterioro de las capas granulares.
- Daños significativos en elementos de confinamiento.
- Irregularidad en la superficie.
- Cambios abruptos de nivel y/o pendientes.
- Diferencias de nivel entre la superficie y las cajas y cajillas de inspección.
- Pendiente transversal muy alta en algunos tramos.

A continuación, se presenta el registro fotográfico.

5.1.1 ANDEN OCCIDENTAL

Ilustración 9 Registro fotográfico - Andén occidental



Fuente: CJ

5.1.2 ANDEN ORIENTAL

Ilustración 10 Registro fotográfico - Andén oriental



Fuente: CJ

6 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

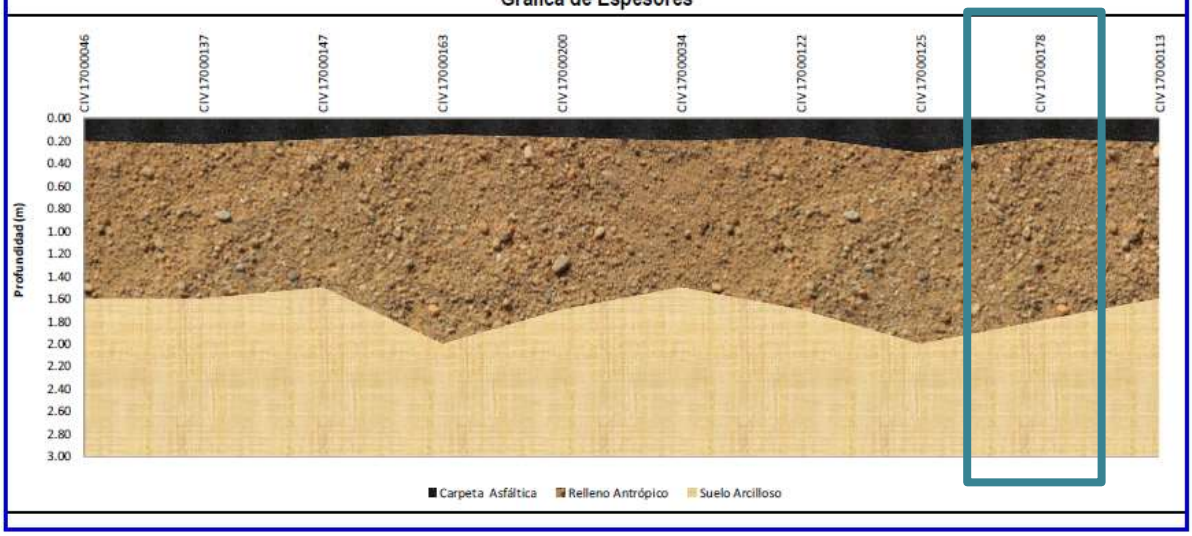
Para la información geotécnica del corredor se parte de la información preliminar entregada por la alcaldía mediante la cual se realiza la exploración del CIV a intervenir. A continuación, se presenta el perfil estratigráfico encontrado.

Ilustración 11 Resultados exploración geotécnica

INTERPRETACION GEORRADAR CANDELARIA — **PROYECTO: FDLC-COP-264-2023**

CIV	Coordenadas		Profundidad (m)					Espesores (m)		
			Carpeta Asfáltica		Relleno Antrópico		Suelo Arcilloso	Carpeta Asfáltica	Relleno Antrópico	Suelo Arcilloso
	Longitud	Latitud	Desde	Hasta	Desde	Hasta				
CIV 17000046	74° 4'29.89"	4°36'3.35"	0	0.2	0.2	1.60	>1.6	0.20	1.40	1.40
CIV 17000137	74° 4'24.30"	4°35'53.77"	0	0.23	0.23	1.60	>1.6	0.23	1.37	1.40
CIV 17000147	74° 4'13.75"	4°35'53.30"	0	0.19	0.19	1.50	>1.5	0.19	1.31	1.50
CIV 17000163	74° 4'26.50"	4°35'50.59"	0	0.15	0.15	2.00	>2	0.15	1.85	1.00
CIV 17000200	74° 4'30.91"	4°35'46.78"	0	0.17	0.17	1.70	>1.7	0.17	1.53	1.30
CIV 17000034	74° 4'33.15"	4°36'3.46"	0	0.2	0.2	1.50	>1.5	0.20	1.30	1.50
CIV 17000122	74° 4'38.54"	4°35'55.85"	0	0.17	0.17	1.70	>1.7	0.17	1.53	1.30
CIV 17000125	74° 4'6.01"	4°35'54.92"	0	0.31	0.31	2.00	>2	0.31	1.69	1.00
CIV 17000178	74° 4'42.41"	4°35'49.66"	0	0.18	0.18	1.80	Z1.8	0.18	1.62	1.20
CIV 17000113	74° 4'33.40"	4°35'57.19"	0	0.22	0.22	1.60	>1.6	0.22	1.38	1.40

Gráfica de Espesores



Fuente: Información preliminar - Informe de diseño de pavimento

De acuerdo con el documento "Informe de diseño de pavimento" remitido durante la etapa preliminar:

> *"Para la evaluación del módulo resiliente de la subrasante se cuenta con la información de los CBR medidos en laboratorio y la información de las mediciones de deflectometría (FWD). Para*

estimar los valores del módulo resiliente a partir de los ensayos de CBR se usa la correlación publicada por (Heukelom & Klomp, 1962) que se presenta a continuación:

$$MR = 1500\ CBR"$$

El módulo resiliente de diseño obtenido mediante evaluación deflectométrica fue de 7200 psi. A partir de la correlación indicada anteriormente, utilizada en metodología de evaluación estructural de pavimentos, dicho valor corresponde aproximadamente a un CBR equivalente de 4.8%

Este rango resulta consistente con los valores de CBR reportados en los CIVS contiguos en los cuales se evidencia un perfil geotécnico similar, lo cual evidencia coherencia geotécnica y estructural entre ambos sectores del corredor evaluado.

En consecuencia, se considera técnicamente razonable adoptar el CBR equivalente derivado del análisis deflectométrico, dado que presenta concordancia con las condiciones de soporte observadas en los tramos adyacentes y con el comportamiento estructural identificado durante la evaluación.

Adicionalmente, y de acuerdo con la metodología de diseño establecida en la Cartilla de Andenes de Bogotá, la subrasante evaluada puede clasificarse como tipo S1, correspondiente a materiales con CBR > 3%.

7 PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño se desarrolla conforme a los siguientes documentos técnicos:

- Cartilla de Andenes de Bogotá.
- Manual de Espacio Público.
- Especificaciones IDU vigentes.
- PEMP - CHB
- Anexo técnico de diagnostico para conservación de infraestructura vial para Bogotá.
- NTC 4279.
- NTC 4143

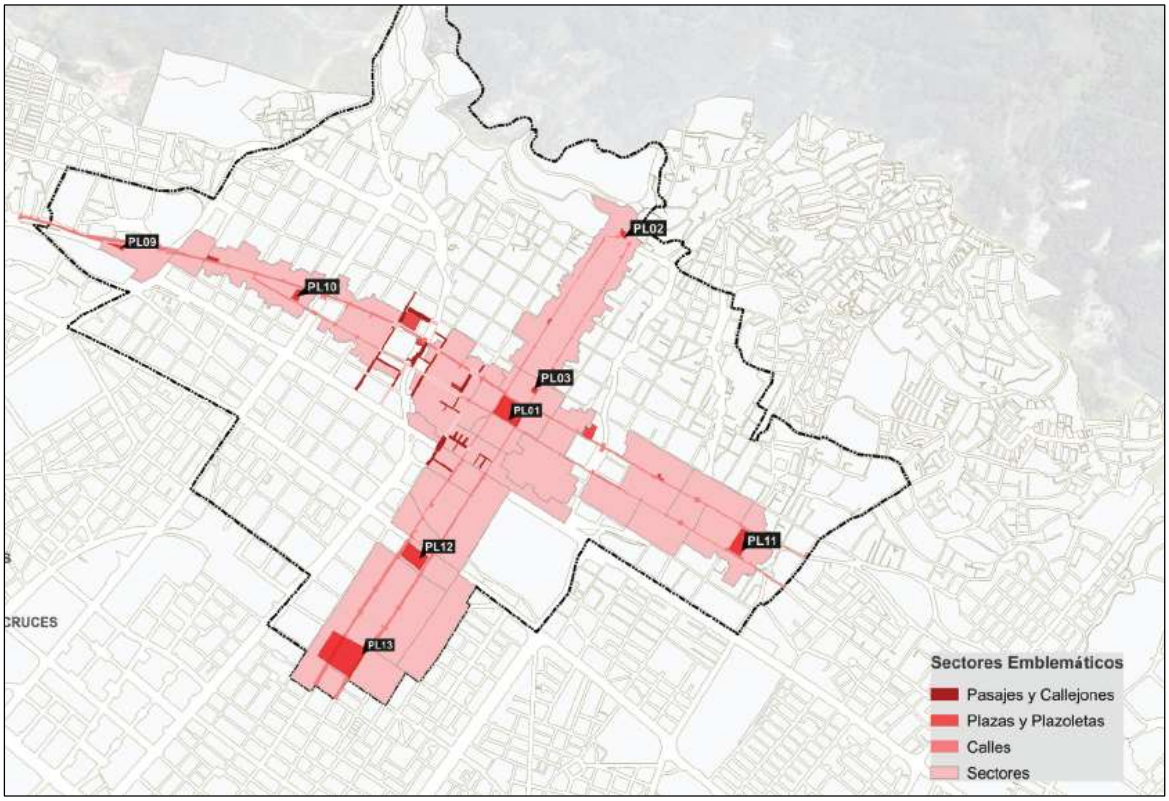
Es importante resaltar que, las especificaciones relacionadas anteriormente son aplicadas hasta donde es posible cada una de ellas dado las características preexistentes de redes, infraestructura, edificaciones, accesibilidad y dimensiones del segmento vial.

Los diseños conservan el carácter original de las vías y proponen una alternativa de solución de acceso a las edificaciones existentes y tránsito accesible.

7.1 CRITERIOS PARA INTERVENCIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS PATRIMONIALES

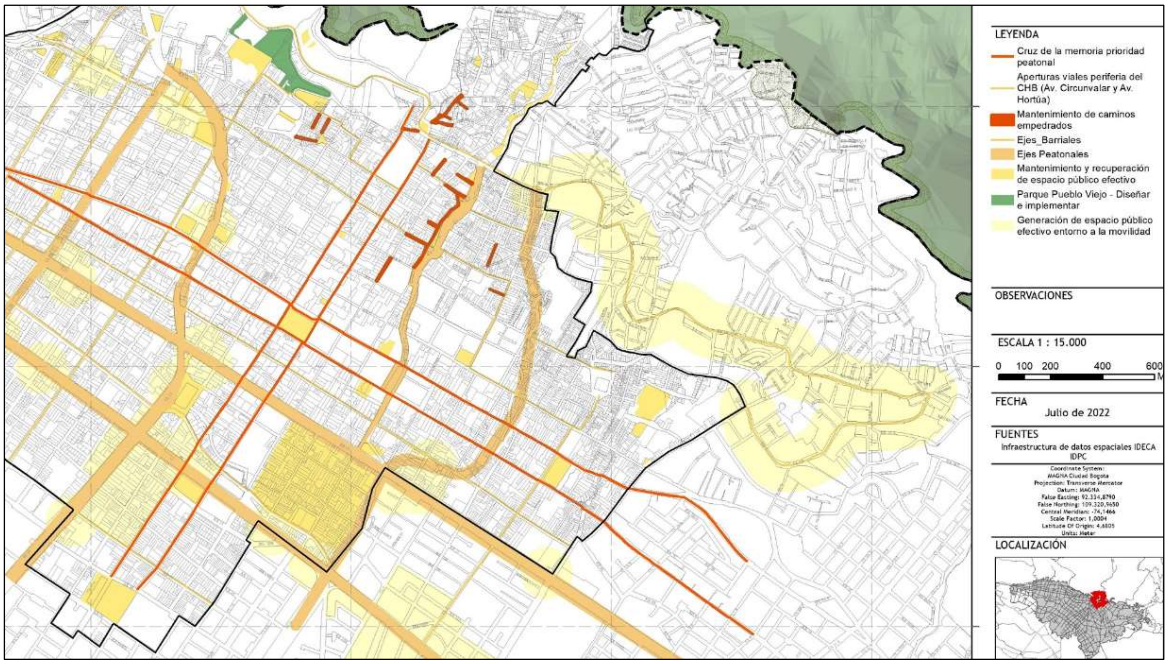
En primer lugar, se realiza la clasificación del segmento dentro de las categorías de espacio público del centro histórico de Bogotá, se determina como se presenta en las siguientes imágenes que si bien el segmento se encuentra dentro de la zona emblemática esta caracterización es referida al sector, mientras que la calle como tal hace parte de los ejes barriales, adicionalmente se encuentra dentro de la categoría 3.

Ilustración 12 Mapa - Sectores emblemáticos



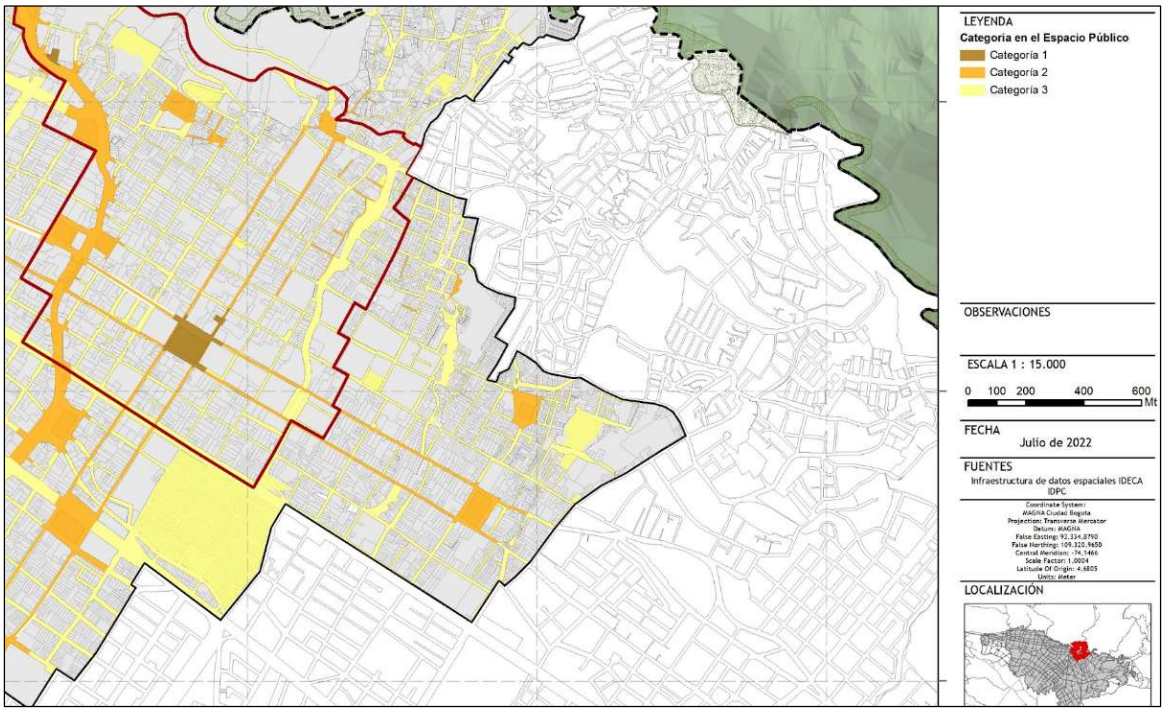
Fuente: PEMP - CHB

Ilustración 13 Mapa - Sectores barriales



Fuente: PEMP - CHB

Ilustración 14 Mapa categorías de espacio público



Fuente: PEMP - CHB

Ilustración 15 Descripción categorías de espacio público

Categoría 1. Conservación integral Espacios públicos. excepcionales	Aplica a los espacios públicos de excepcional valor histórico, estético y/o simbólico, que cuentan con declaratoria individual ya sea nacional o distrital, y que conservan sus características espaciales desde su declaratoria, particularmente urbanísticas, paisajísticas, arquitectónicas, siendo altamente representativos a nivel urbano en el Centro Histórico de la ciudad. Por ser únicos e irremplazables, deben ser preservados en su integralidad y en este caso se pueden realizar intervenciones siempre y cuando sean coherentes con la conservación de los valores y rasgos característicos que dieron origen a su declaratoria, garantizando la preservación de trazados, perfiles, paramentos y la relación simbólica con los niveles de intervención 1, 2 y 3 que los conforman y alinderan. Las condiciones normativas del sector en que se localizan, y por tanto la norma urbanística del mismo, prioriza la protección de los valores reconocidos.
Categoría 2. Conservación especial Espacios públicos representativos	Aplica a los espacios públicos con características representativas de valor histórico, estético y/o simbólico, que contribuyen a la calidad y significación del Paisaje Urbano Histórico. Se permiten las intervenciones especiales que los recualifiquen y mejoren su relación y articulación con la estructura urbana patrimonial y su entorno, y los niveles de intervención 1, 2 y 3 que los conforman y alinderan, además que mejoren las condiciones estéticas y funcionales. Las condiciones normativas del sector en que se localizan, y por tanto la norma urbanística del mismo, prioriza la protección de los valores reconocidos.
Categoría 3. Conservación contextual Espacios públicos del tejido urbano	Aplica a los espacios públicos diferentes a los Tipos 1 y 2, cuya característica fundamental es formar parte del tejido urbano del ámbito del PEMP-CHB y por tanto contribuyen a la significación cultural del paisaje urbano.

Fuente: IDPC PEMP-CHB, 2020

Fuente: PEMP - CHB

Ahora bien, teniendo en cuenta los lineamientos que están consignados en la Cartilla de Intervención de espacios públicos patrimoniales del IDPC, a continuación, se relacionan los principales que fueron tenidos en cuenta para la propuesta de intervención en los segmentos en estudio que hacen parte del centro histórico de la ciudad de Bogotá:

- Integralidad, unidad y homogeneidad: Teniendo en cuenta que en la actualidad se cuenta con un espacio público fragmentado y heterogéneo en términos de materiales, dimensiones y geometrías. Esta propuesta pretende otorgar unidad formal a los segmentos viales, sin que el espacio público reste protagonismo a los inmuebles de alto valor patrimonial, como el que se encuentra en este sector emblemático.

- Accesibilidad Universal: Teniendo en cuenta, la gran cantidad de usuarios de la zona, siendo un sector bastante turístico, se reconoce la circulación de todos los actores, sin exclusión y sin barreras para los usuarios. En ese sentido, se prioriza la

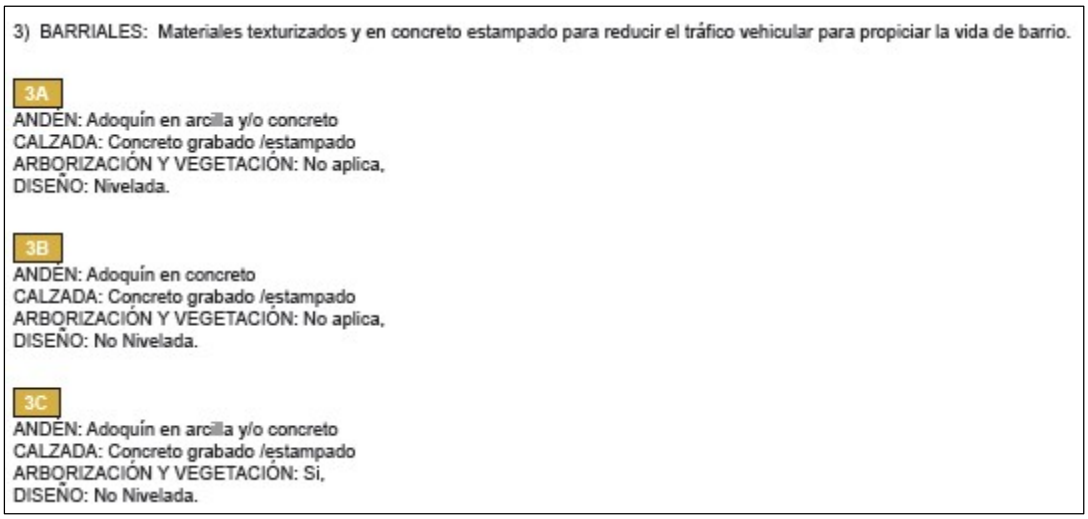
adopción de elementos podo táctiles, así como la dotación de rampas en los lugares que por dimensiones permitan el diseño de estos elementos.

- Calidad, durabilidad y capacidad de mantenimiento: en el sentido de escoger materiales duraderos y con capacidad para soportar las condiciones climáticas y la intensidad de uso. En ese sentido, el material propuesto no sólo tiene que ver con la estética, sino con su capacidad de durabilidad y fácil y económico mantenimiento en el tiempo.

- No afectación de los BIC: priorizando su relación con los accesos y niveles, así como guardando el respeto por los inmuebles de alto valor patrimonial, en el sentido que son determinantes para la ubicación de mobiliario, de la materialidad sin alter el protagonismo de los bienes de interés cultural y con el desarrollo de un lenguaje homogéneo en su materialidad.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se contemplan las variables para corredores variables, se indica que en cuanto a la materialidad se predomina el adoquin de arcilla y/o concreto, en este sentido, teniendo en cuenta las condiciones de los senderos aledaños recientemente intervenidos se opta por mantener las condiciones similares con el fin de dar continuidad y uniformidad a la zona.

Ilustración 16 Lineamientos materialidad - Corredores barriales.



Fuente: PEMP - CHB

7.2 ACCESIBILIDAD

El espacio público debe ser equitativo y responder a las condiciones de riesgo, esfuerzo, velocidad de desplazamiento, visibilidad, necesidades y expectativas de cada persona durante su movilidad. Por esta razón, el diseño de las vías debe priorizar la circulación peatonal dentro de la jerarquía de la movilidad, favoreciendo a quienes generan menor impacto ambiental y, especialmente, a las personas que requieren mayor protección debido a su nivel de vulnerabilidad, como las personas con discapacidad o movilidad reducida, niñas, niños y mujeres.

En segundo lugar, se encuentran las personas ciclistas, quienes realizan un esfuerzo físico para desplazarse. Posteriormente, se ubican las personas usuarias del transporte público, dado el uso eficiente que este modo hace del espacio vial. Finalmente, se encuentran el transporte de carga y las personas usuarias de vehículos particulares, considerando que estos últimos también pueden atender necesidades específicas de movilidad.

La solución para la Carrera 9 conserva la concepción existente en donde se tiene una vía vehicular de 4.4 metros de ancho promedio con andenes con un ancho promedio de 1.5 metros, destinados a la circulación peatonal.

De acuerdo con el Manual de espacio público 2023 para garantizar accesibilidad universal y tráfico simultáneo en los dos sentidos, el ancho mínimo funcional debe ser de 1.2 m en proyectos en áreas de tratamiento de conservación o de mejoramiento integral, siempre y cuando cumplan lo determinado por un análisis de capacidad y la disponibilidad de espacio. En este sentido se evidencia que el ancho de anden existente cumple con el ancho mínimo de funcional de acuerdo con los levantamientos realizados.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se describen de manera general las variables geométricas de la intervención:

- Pendiente transversal: 2% hacía la calzada, con el fin de garantizar el correcto drenaje del espacio público, sin afectar las condiciones para la movilidad segura de los usuarios.

- Altura de anden:

  De acuerdo con la cartilla de andenes, las alturas mínimas están definidas mediante la siguiente tabla.

Tabla 1Altura de andén

TIPO DE VIA	ALTURA ANDEN (mm)
Vías de servicios, Barrios residenciales, calles sin rutas de transporte público ni presencia de camiones. POCOS PEATONES	150
Vías arterias y Avenidas. Centros de ciudad, Calles con rutas de transporte público, circulación de velocidad alta. MUCHOS PEATONES	200
Terminales de Transporte y patios de carga en industrias y comercio, con poco volumen de tráfico	250
Terminales de Transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercio, con gran volumen de tráfico	300

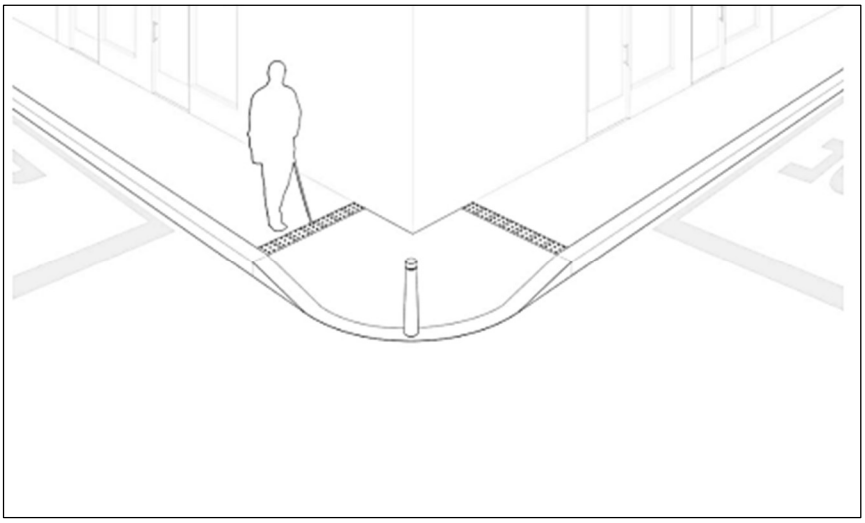
Fuente: Cartilla de andenes IDU

Sin embargo, teniendo en cuenta que no se puede afectar las condiciones de ingreso a las edificaciones y que la calzada tiene una rasante definida, se limita la elevación del anden a estos dos factores, por tanto, se considera que la altura del anden debe manejarse de 15cm.

- Alertas podo táctiles: En franjas de circulación peatonal con ancho igual o mayor a 1.8 m se debe incorporar el sistema podo táctil de acuerdo con los lineamientos para esta herramienta de diseño. Teniendo en cuenta el ancho de anden, no se implementarán alertas podo táctiles.

- Vados: Son superficies inclinadas cuya función es salvar la diferencia de nivel de un modo no motorizado y la calzada u otro espacio previsto para circular. Teniendo en cuenta que, el ancho de anden existente no permie conservar el ancho mínimo de circulación al incluir un vado o rampa de acceso, se propone la construcción de estos, en los extremos de los tramos de anden manejando un vado en esquina rebajada. Tal como se muestra en la siguiente imagen.

Ilustración 17 Vados en esquina rebajada



Fuente: NTC 4143

- Confinamiento Externo: De acuerdo con las especificaciones IDU, es necesario que exista un confinamiento perimetral para evitar la dispersión de la arena y el desplazamiento lateral de los adoquines. Este confinamiento se dará debe estar dado por elementos como bordillos y sardineles de acuerdo con cada sector del andén a intervenir.

- Confinamiento Interno: En zonas de andén y pavimentos en adoquín es necesario colocar un confinamiento interno para un mejor comportamiento y estabilidad de la superficie adoquinada. Especialmente en superficies adoquinadas con pendientes mayores al 8 %, en longitudes mayores a 6 m o en superficies con cambios de nivel, también es necesario colocar dicho confinamiento.

  No obstante, de acuerdo con la propuesta estructural de intervención, el adoquín estará puesto sobre mortero, enchapando la placa de concreto y no sobre una cama de arena, por tanto, no se considera necesario el confinamiento lateral en franjas o paños de adoquín. Este confinamiento será implementado únicamente en zonas de cambio de pendiente.

- Rampas vehiculares para acceder a los predios: En los dos corredores se evidencio únicamente un acceso vehicular. Dado el ancho del andén, no es posible implementar una rampa perpendicular a la calzada que permita el

acceso del vehículo y además garantice el ancho mínimo para la continuidad de la circulación peatonal. Por tanto, para el acceso vehicular, se propone implementar el acceso a nivel de calzada, generando las rampas para el cambio de nivel sobre el andén, de esta manera se garantiza la continuidad en la movilidad peatonal.

8 DISEÑO ESTRUCTURAL PROPUESTO

De acuerdo con la metodología propuesta en la cartilla de andenes de Bogotá, se realiza la evaluación de diseño estructural de los segmentos a intervenir. Teniendo en cuenta que se considera el mismo valor de CBR para los dos andenes, el diseño estructural se considera igual para ambos.

En primer lugar, teniendo un valor de CBR > 3% tal como se mencionó anteriormente, de acuerdo con la siguiente tabla se obtiene el tipo de subrasante S1.

Tabla 2 Tipo de subrasante

TIPO DE SUBRASANTE **CBR** en (condiciòn de inmersión)	
S1	Mayor o igual a 3%
S2	Menor de 3%

Fuente: Cartilla de andenes IDU

Ahora bien, teniendo en cuenta la configuración de la vía y mediante varias visitas de inspección se ha evidenciado que, debido al ancho mínimo de la vía y la presencia de bici carril, los vehículos tienden a invadir el anden para parquear o detenerse. Tal como se muestra en la siguiente imagen y se puede deducir con el amplio deterioro que presentan los elementos de confinamiento externo, dado lo anterior, se considera un diseño conservador con un alto factor de seguridad que garantice la vida útil de los espacios peatonales, previendo la invasión vehicular de manera frecuente.

Ilustración 18 Fotografía - Paqueo de vehículos sobre andén.



Fuente: CJ

En este sentido, se elige el Criterio de diseño 3: Para las rampas de accesos vehiculares (más de 3 vehículos livianos) y vías o pasos con tránsito restringido.

Tabla 3 Parámetros de diseño - Criterio de diseño 3

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
Número de Ejes Simples Equivalentes - NESE	50.000
CBR de Subrasante	3,0%
Calidad de Subbase Granular	
Tipología IDU - ET - 2011 o vigente	SBG-C
CBR	30%
Módulo	1.050 kg/cm2
Espesor	15 cm
K Combinado	59 MPa/m
Calidad del Concreto	
Módulo de rotura	40 kg/cm2
Módulo de Elasticidad	316.300 kg/cm2
Coeficiente de drenaje	1,0
Paràmetros AASHTO	
Confiabilidad	50%
Error estandár de predicción	0,35
Servicialidad Inicial	4,5
Servicialidad Final	1,5
Transferencia de carga	3,2

Fuente: Cartilla de andenes IDU

Luego, con un tipo de subrasante S1 y un criterio de diseño 3, se obtiene la siguiente estructura de acuerdo con la CARTILLA DE ANDENES DE BOGOTÁ.

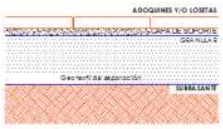
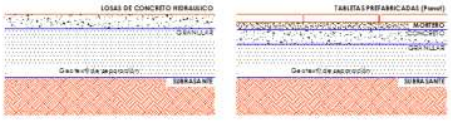
Ilustración 19 Estructura - Subrasante tipo S1 - Criterio 3



Fuente: Cartilla de andenes IDU

Finalmente, teniendo en cuenta las condiciones superficiales que deben mantenerse se opta por un tipo de estructura E3: Rígida, la cual puede ser usada en casos especiales de la malla vial local, tal como el que se presenta en el estudio.

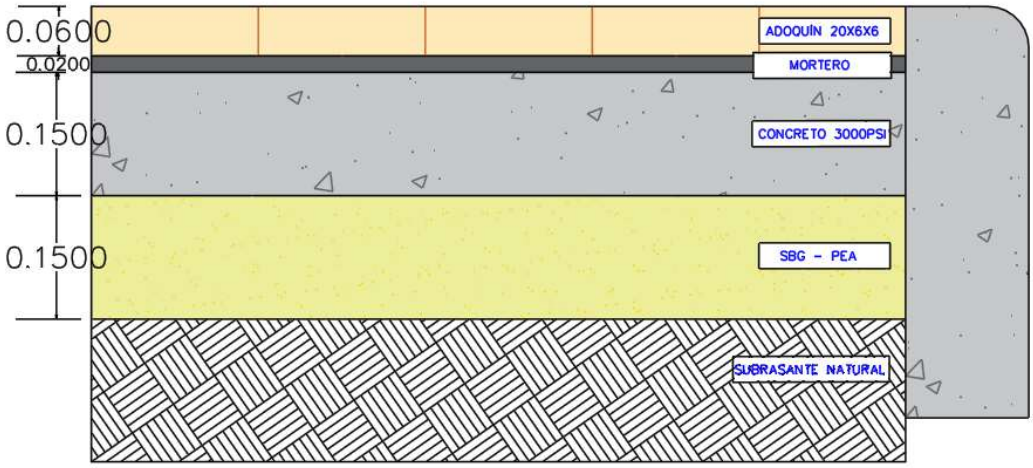
Tabla 4 Tipos de estructura

TIPO DE ESTRUCTURA	TIPO DE SUPERFICIE	ESQUEMA DE REFERENCIA	USO POSIBLE
E1: Articulada	Elementos prefabricados (sobre arena)		Espacio Público Peatonal (Red de andenes, separadores, plazas, plazoletas, vías peatonales, alamedas y demás tipos de franjas de terreno entre las edificaciones y las vías) y la Red de ciclorrutas (a nivel de andén).
E2: Flexible	Capas asfálticas		Red de ciclorrutas (a nivel de andén)
E3: Rígida	Losas en concreto hidráulico (liso o estampado) Pisos en tabletas prefabricadas (Panot) Losas enchapadas		Losas en concreto hidráulico: Rampas y franjas de acceso o salida vehicular, pompeyanos, calzadas de vías con tránsito vehicular restringido y casos especiales de andenes de la malla vial local. Tabletas prefabricadas (Panot) o losas enchapadas: Espacio Público Peatonal.
E4: Permeable	Abarca las tres tipologías anteriores, pero en su condición permeable. Están enfocadas hacia los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible - SUDS		Red de ciclorrutas (a nivel de andén) y Espacio Público Peatonal sin tránsito de vehículos, donde no exista conflicto con redes de servicios públicos.

Fuente: Cartilla de andenes IDU

Con los parámetros descritos anteriormente, se define la propuesta estructural definitiva de acuerdo con la siguiente imagen.

Ilustración 20 Sección transversal estructura propuesta



Fuente: CJ

9 CONCLUSIONES

- Los andenes evaluados presentan deterioros que justifican su intervención.
- La exploración geotécnica evidenció la presencia de relleno antrópico sobre suelo arcilloso.
- Se adopta un CBR de diseño > 3%.
- La solución propuesta cumple criterios de funcionalidad y accesibilidad.
- La estructura proyectada garantiza condiciones adecuadas para tránsito peatonal.
- La estructura propuesta se alinea con los parámetros de accesibilidad, durabilidad y conservación del patrimonio dispuestos en las normativas vigente. Además, conserva parámetros existentes con el fin de generar uniformidad en el espacio público del sector.