



**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD
Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-PAV--CASC-169-21

**DISEÑO DE DETALLE DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS,
ESPACIO PÚBLICO, PLAZOLETAS Y CICLORUTAS**

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

CONSORCIO CS

Instituto de Desarrollo Urbano



BOGOTÁ, 2022 – Mayo - 5

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	--

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-PAV-CASC-169-21

INFORME FINAL DE DISEÑO DE PAVIMENTO

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
01	03-01-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-690	219
02	19-01-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-735	214
03	22-02-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-835	183
04	15-03-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-903	190
05	28-03-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-941	186
06	22-04-2022	Observaciones de la Interventoría mediante oficio ISC-CAI-P1580-975	186

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Carlos Arturo Bello Bonilla Especialista en Pavimentos	Ing. Carlos Arturo Bello Bonilla Especialista en Pavimentos	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Verónica Torres Rincón Especialista Pavimentos	Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	15
2	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL COMPONENTE	16
3	OBJETIVOS DEL COMPONENTE	23
4	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	24
4.1	Proyecto Urbano de las Alternativas seleccionadas en Estaciones.....	25
4.2	Proyecto Urbano de las Pilonas	28
4.2.1	Pilonas 1 y 2 Tramo 1	29
4.2.2	Pilona 3 Tramo 1	30
4.2.3	Pilona 4 Tramo 1	31
4.2.4	Pilona 5 Tramo 1	32
4.2.5	Pilona 6 Tramo 1	33
4.2.6	Pilonas 7 y 10 Tramo 1	34
4.2.7	Pilona 8 Tramo 1	35
4.2.8	Pilona 9 Tramo 1	36
4.2.9	Pilona 11 Tramo 1, Pilonas 12 y 13 Tramo 2.....	37
4.2.10	Pilona 14 Tramo 2	38
4.2.11	Pilona 15 Tramo 2	39
4.2.12	Pilona 16 y 17 Tramo 2	40
4.2.13	Pilona 18 Tramo 2	41
4.2.14	Pilona 19 Tramo 2	42
4.2.15	Pilona 20 Tramo 2	43
4.2.16	Pilonas 21 y 22 Tramo 2.....	44
4.2.17	Mastil Delantero Tramo 2	45
5	DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS	46
6	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	47
7	RESULTADOS DEL INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO PRELIMINARES DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	55
7.1	Estación de Transferencia 20 de julio:.....	55
7.2	Estación Intermedia La Victoria:	56
7.3	Estación Retorno Altamira:	58

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

8	RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA.....	60
8.1	Análisis de la Subrasante.....	63
8.1.1	Estación La Victoria.....	64
8.1.2	Estación Altamira.....	68
8.1.3	Estación Veinte de Julio	72
8.1.4	Pilonas.....	74
9	CLIMA Y PRECIPITACIÓN.....	90
9.1	Corporación Autónoma Regional – CAR	90
9.2	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-EAAB.....	91
9.3	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.....	93
10	ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRANSITO	94
10.1	Análisis de Tránsito Estación La Victoria.....	95
10.2	Análisis de Tránsito Estación Altamira	96
11	SECCIONES HOMOGÉNEAS	99
12	DISEÑO DE PAVIMENTOS	100
12.1	DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE-METODOLOGÍA AASHTO-1993.....	100
12.1.1	Resultados Estación La Victoria.....	106
12.1.1.1	Estructura de Pavimento Calle 40 Sur.....	106
12.1.1.2	Estructura de Pavimento Calle 41 Sur:.....	107
12.1.1.3	Estructura de Pavimento Carrera 3 A Este:.....	109
12.1.1.4	Estructura de Pavimento Carrera 3C Este:.....	110
12.1.2	Resultados Estación Altamira:.....	112
12.1.2.1	Estructura de Pavimentos Calle 43A Sur:.....	112
12.1.2.2	Estructura de Pavimentos Calle 43 Sur:	113
12.1.2.3	Estructura de Pavimentos Carrera 12A Este	115
12.1.2.4	Estructura de Pavimentos Carrera 12B Este	116
12.2	VERIFICACIÓN MECÁNICA EMPÍRICA DE LAS ESTRUCTURAS EN CONCRETO ASFÁLTICO	118
12.3	VERIFICACIÓN MODULO RESILIENTE	120
12.4	DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA EN PAVIMENTO RÍGIDO.....	122
12.5	Modelaciones.....	124
12.5.1	Estación La Victoria para la Cl.40 Sur.....	124

12.5.2	Estación La Victoria para la Cl.41 Sur.....	125
12.5.3	Estación La Victoria para la Cra 3ª Este	126
12.5.4	Estación La Victoria para la Cra 3C Este	127
12.5.5	Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 40 Sur-Cra 3ª Este... 128	
12.5.6	Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 40 Sur-Cra 3C Este . 129	
12.5.7	Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 41 Sur-Cra 3A Este.. 130	
12.5.8	Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 41 Sur-Cra 3C Este . 131	
12.5.9	Estructura Estación Altamira Calle 43 Sur	132
12.5.10	Estructura Estación Altamira Calle 43 A Sur	133
12.5.11	Estructura Estación Altamira Carrera 12A Este.....	134
12.5.12	Estructura Estación Altamira Carrera 12B Este.....	135
12.6	Verificación Mecánico Empírica en Pavimentos Rígidos	140
12.6.1	Estación La Victoria.....	141
12.6.2	Estación Altamira.....	141
12.7	Análisis de Sensibilidad	142
13.	DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA ANDEN Y ACCESO VEHICULAR.....	145
14.	PRESUPUESTO DE OBRA.....	148
15.	COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE ALTERATIVAS	151
16.	MANTENIMIENTO PARA EL PAVIMENTO CONSTRUIDO.....	153
16.1	Pavimento Rígido.....	153
17.	ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES, CANTERAS Y PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MEZCLAS.....	158
18.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	159
19.	RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS.....	161
20.	CONCEPTO TÉCNICO QUE CONTENGA EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS.....	162
21.	RECOMENDACIONES DE MANEJO DE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL	163
21.1	Obras de Drenaje.....	163
20.2	Obras de Subdrenaje	163
22.	ESPECIFICACIONES PARTICULARES.....	164
23.	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	165
24.	PLAN DE ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS, CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y/O SOBRE EL PRODUCTO TERMINADO	166

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

25. CONCLUSIONES..... 168

26. BIBLIOGRAFÍA 184

27. ANEXOS 186



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados Inspección CCTV-Estación Intermedia	16
Tabla 2 Resultados Inspección CCTV-Estación Retorno	20
Tabla 3 Coordenadas apiques presentadas en el Plan de Exploración de Pavimento	61
Tabla 4 Característica del Suelo según el Índice de Liquidez	72
Tabla 5 Precipitación y Temperatura Promedio Estación Vitelma	93
Tabla 6 Número de NAE_80 Estación La Victoria.....	96
Tabla 7 Número de Ejes Simples y Tándem Estación La Victoria.....	96
Tabla 8 Número de NAE_80 Estación Altamira.....	97
Tabla 9 Número de Ejes Simples y Tándem Estación Altamira.....	98
Tabla 10 Valores del Coeficiente de Poisson	118
Tabla 11. Resultados de Módulos Resilientes de Subrasante.....	122
Tabla 12 Características de los materiales Tabla 1.32.....	140
Tabla 13 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Calle 40 Sur	142
Tabla 14 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Calle 41 Sur	142
Tabla 15 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Carrera 3A Este	142
Tabla 16 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Carrera 3C Este.....	143
Tabla 17 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Calle 43 Sur.....	143
Tabla 18 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Calle 43A Sur	143
Tabla 19 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Carrera 12 A Este.....	143
Tabla 20 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Carrera 12 B Este.....	144
Tabla 21 Presupuesto de Obra y costo por M2. Estación La Victoria.....	148
Tabla 22 Presupuesto de Obra y costo por M2. Estación Altamira.	148
Tabla 23 Presupuesto de Obra estación La Victoria.....	149
Tabla 24 Presupuesto de Obra estación Altamira.	150
Tabla 25 Costo por m2 de pavimento rígido	151
Tabla 26. Costo por m2 de pavimento flexible.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Trazado del Sistema Factibilidad Año 2012	24
Figura 2 Trazado del Sistema Selecciona	25
Figura 3 Urbanismo Estación de Transferencia Veinte de Julio	26
Figura 4 Diseño Urbano Estación La Victoria	27
Figura 5 Implantación Estación Altamira.....	28
Figura 6 Localización Pilonas 1 y 2.....	29
Figura 7 Localización Pilonas 3	30
Figura 8 Localización Pilonas 4	31
Figura 9 Localización Pilonas 5	32
Figura 10 Localización Pilonas 6	33
Figura 11 Localización Pilonas 7 y 10	34
Figura 12 Localización Pilonas 8.....	35
Figura 13 Localización Pilonas 9	36
Figura 14 Localización Pilonas 11, 12 y 13.....	37
Figura 15 Localización Pilonas 14.....	38
Figura 16 Localización Pilonas 15	39
Figura 17 Localización Pilonas 16 y 17.....	40
Figura 18 Localización Pilonas 18	41
Figura 19 Localización Pilonas 19	42
Figura 20 Localización Pilonas 20	43
Figura 21 Localización Pilonas 21 y 22.....	44
Figura 22 Localización Mástil.....	45
Figura 23 Información para apropiar para la Estación Altamira.....	48
Figura 24 Resumen Resultados de Ensayos de Laboratorio.....	49
Figura 25 Localización Alternativa 2 Estación de Retorno Principal.....	50
Figura 26 Alternativa 1 Estación Intermedia La Victoria	50

Figura 27 Información Apropiada apiques 22-23	51
Figura 28 Tabla Resumen Resultados Ensayos de Laboratorio (apiques 20-21)	52
Figura 29 Información del Contrato 340-2019	53
Figura 30 Estado de las Vías alrededor de la Estación 20 de Julio	55
Figura 31 Estado de las Vías que bordean la Estación La Victoria	56
Figura 32 Estado de las Vías que rodean a la Estación La Victoria	57
Figura 33 Estado de Vías que rodean la Estación Altamira.....	58
Figura 34 Estado de Andenes Estación Altamira.....	59
Figura 35 Cantidad de laboratorios ejecutados según ordenes de ensayo	60
Figura 36 Módulo Resiliente de la Subrasante Mejorada	64
Figura 37 Curva Módulo Resiliente Vs Esfuerzo Desviador apique 3	65
Figura 38 Localización de Apiques Estación La Victoria	65
Figura 39 Resultados de Ensayos de Laboratorio Apiques Estación La Victoria	66
Figura 40 Perfil Estratigráfico Estación La Victoria	67
Figura 41 Módulo Resiliente de la Subrasante Mejorada	68
Figura 42 Curva Modulo Resiliente Vs Esfuerzo Desviador apique 1	69
Figura 43 Localización de Apiques Estación Altamira	69
Figura 44 Resultados de Ensayos de Laboratorio Apiques Estación Altamira	70
Figura 45 Perfil Estratigráfico Estación Altamira.....	71
Figura 46 Resultados de Laboratorio de muestras de suelo Estación 20 de Julio	72
Figura 47 Localización de apique No.1	73
Figura 48 Localización apique No.2.....	73
Figura 49 Perfil Estratigráfico de la Estación 20 de Julio.....	74
Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas	75
Figura 51 Localización apique Pilona 3	76
Figura 52 Localización del apique en Pilona 4.....	77
Figura 53 Localización del apique en Pilona 5.....	77
Figura 54 Localización del apique en pilona 6	78

Figura 55 Localización del apique en Pilona 7.....	79
Figura 56 Localización del apique en Pilona 8.....	80
Figura 57 Localización del apique en Pilona 9.....	81
Figura 58 Localización apique en Pilona 15	83
<i>Figura 59 Localización del apique en Pilona 16.....</i>	<i>84</i>
Figura 60 Localización del apique en Pilona 17.....	84
Figura 61 Localización del apique en Pilona 18.....	85
Figura 62 Localización apique en Pilona 19	86
Figura 63 Localización apique en Pilona 20	87
Figura 64 Localización de apique en Pilona 21	88
Figura 65 Localización Estaciones CAR	90
Figura 66 Localización Estaciones Hidrometeorológicas de la CAR	91
Figura 67 Coordenadas de Estaciones de la EAAB	92
Figura 68 Localización de las Estaciones EAAB	92
Figura 69 Configuración Vehicular en el proyecto	94
Figura 70 TPD para la Estación La Victoria	95
Figura 71 TPD año 2025 para la Estación Altamira Urbano	97
Figura 72 Curvas Isotermas (20°C)-MD20.....	102
Figura 73 Curvas Isotermas (20°C)-Mezcla MGEA	103
Figura 74 Fórmula de Trabajo MD-20.....	104
Figura 75 Parámetros de Diseño	106
Figura 76 Valor del Número Estructura Requerido y Calculado Calle 40 Sur	106
Figura 77 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 40 Sur.....	107
Figura 78 Parámetros de Diseño Calle 41 Sur	107
Figura 79 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 41 Sur.....	108
Figura 80 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 41 Sur.....	108
Figura 81 Parámetros de Diseño Carrera 3A Este	109
Figura 82 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Carrera 3A Este.....	109

Figura 83 Método AASHTO 93 Estructura para Carrera 3A Este.....	110
Figura 84 Parámetros de Diseño Carrera 3C Este	110
Figura 85 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado 3C Este.....	111
Figura 86 Método AASHTO 93 Estructura para Carrera 3C Este.....	111
Figura 87 Parámetros de Diseño Calle 43A Sur	112
Figura 88 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 43ª Sur	112
Figura 89 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 43A Sur	113
Figura 90 Parámetros de Diseño Calle 43 Sur	113
Figura 91 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 43 Sur.....	114
<i>Figura 92 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 43 Sur.....</i>	<i>114</i>
Figura 93 Parámetros de Diseño Carrera 12A Este	115
Figura 94 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado SN _{CAL}	115
Figura 95 Método AASHTO 93 Estructura Cra 12ª Este	116
Figura 96 Parámetros de Diseño Cra 12B Este.....	116
Figura 97 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Cra 12B Este	117
Figura 98 Método AASHTO 93 Estructura para Cra 12 B Este	117
Figura 99 Funciones de Transferencia o leyes de fatiga	118
Figura 100 Valores de deformaciones calculadas y admisibles y Daño Relativo	119
Figura 101 Valores de deformaciones calculadas y admisibles y Daño Relativo	120
Figura 102 Gráfica Esfuerzo Desviador vs Módulo Resiliente-La Victoria.....	121
Figura 103 Gráfica Esfuerzo Desviador vs Módulo Resiliente-Altamira	121
Figura 104 Módulo de Reacción de la Subrasante Combinada (k)	123
Figura 105 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 40Sur.....	124
Figura 106 Estructura propuesta Calle 40 Sur.....	124
Figura 107 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 41 Sur.....	125
Figura 108 Estructura propuesta Calle 41 Sur.....	125
Figura 109 Espesor de losa programa PCA 84 Cra 3A Este	126
Figura 110 Estructura propuesta Cra 3ª Este	126

Figura 111 Espesor de losa programa PCA 84 Cra 3CEste.....	127
Figura 112 Estructura propuesta Carrera 3CEste.....	127
Figura 113 Espesor de losa programa PCA 84	128
Figura 114 Estructura Propuesta para Intersección Calle 40 Sur-Cra 3AEste	128
Figura 115 Espesor de losa Programa PCA-84.....	129
Figura 116 Estructura propuesta Intersección Cl 40 Sur - Cra 3CEste	129
Figura 117 Espesor de losa programa PCA-84	130
Figura 118 Estructura propuesta Intersección Calle 41 Sur con Cra 3A Este	130
Figura 119 Espesor de losa programa PCA-84	131
Figura 120 Estructura propuesta Intersección Calle 41 Sur con Cra 3C Este	131
Figura 121 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 43 Sur.....	132
Figura 122 Estructura propuesta Calle 43 Sur.....	132
Figura 123 Espesor de losa Programa PCA 84 Calle 43Asur	133
Figura 124 Estructura propuesta Calle 43Asur	133
Figura 125 Espesor de losa Programa PCA 84 Carrera 12AEste	134
Figura 126 Estructura propuesta Carrera 12AEste	134
Figura 127 Espesor de losa Programa PCA 84 Carrera 12BEste	135
Figura 128 Estructura propuesta Carrera 12BEste.....	135
Figura 129 Espesor de losa Programa PCA 84.....	136
Figura 130 Estructura propuesta Intersección Cl 43Sur-Cra 12 A Este.....	136
Figura 131 Espesor de losa Programa PCA 84.....	137
Figura 132 Estructura propuesta Intersección Cl 43 Sur-Cra 12BEste.....	137
Figura 133 Espesor de losa PCA-84.....	138
Figura 134 Estructura propuesta Intersección Calle 43A Sur-Cra 12A Este	138
Figura 135 Espesor de losa PCA-84.....	139
Figura 136 Estructura propuesta Intersección Calle 43A Sur-Cra 12B Este	139
Figura 137 Clasificación de Subrasante para diseño de Andén	145
Figura 138 Mejoramiento de subrasante en Espacio Público.....	146

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Figura 139 Estructuras para Andén 146

Figura 140 Corte para Pavimentos Articulados 147

Figura 141 Estructura para acceso vehicular, pompeyanos y vías con tránsito restringido para subrasante Tipo S2 y Criterios de diseño 3 147

Figura 142 Especificación IDU ET-IC-01-900.180 153

Figura 143 Especificación IDU ET-IC-01-910.18 154

Figura 144 Continuación Especificación ET-IC-01-910.18 155

Figura 145 Continuación Especificación ET-IC-01-910.18 156

Figura 146 Ciclo de Vida de un proyecto y Riesgos asociados a cada etapa 159



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
 MOVILIDAD

 Instituto de Desarrollo Urbano

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

ANEXOS

Anexo 1 Resumen ensayos de laboratorio y perfiles estratigráficos

Anexo 2 Localización de pilonas y estaciones

Anexo 3 Datos de Precipitación y Temperatura

Anexo 4 Estudio de Tránsito

Anexo 5 Estructuras de Pavimentos

Anexo 6 Verificación Mecánico Empírica

Anexo 7 Verificación Módulo Resiliente

Anexo 8 Análisis de Sensibilidad PCA

Anexo 9 Fuentes de Materiales

Anexo 10 Análisis de Riesgos

Anexo 11 Planos de Modulación

Anexo 12 Cantidades y Presupuesto de Obra



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el diseño de pavimentos de las vías que se encuentran definidas en el Contrato IDU No.1630 de 2020 cuyo objeto es: “ACTUALIZACION, AJUSTES Y COMPLEMENTACION DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AEREO EN SAN CRISTOBAL, EN BOGOTA D.C.”, en este documento se atendieron todos los insumos requeridos en el capitulo 11 “Especificaciones Técnicas para Diseños de Pavimentos y Espacio Público Asociado”.

En el Capitulo 11 numeral 3, el IDU relaciona la normatividad y documentos técnicos aplicables al proyecto que el Consultor, debe apropiar de acuerdo a las exigencias para desarrollar el diseño en esta fase del proyecto: “Estudios y Diseños”.

Los limites del proyecto de diseño esta demarcado por los diseños presentados en el Estudio de Factibilidad del año 2014 celebrado entre la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Contratista Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, plano CSV-V-URB-001 Planta Urbana Estación La Victoria. El diseño urbano contempla el diseño de los andenes alrededor de las estaciones. No se contempla el diseño urbano de los andenes de las manzanas que están frente a las estaciones.

Del Estudio de Tránsito presentado por la empresa Cal y Mayor Asociados se extrajeron los datos del Transito Promedio Diario para proyectar el número de ejes equivalente de 8.2 ton para el diseño por el método AASHTO-93. Este TPD tambien es la base para proyectar las repeticiones esperadas por eje de carga, ejes simples y ejes tandem, de los vehiculos que intervienen en el diseño del pavimento rígido, calculado mediante la metodologia descrita por la PCA-84 en el libro editado y publicado por la Portland Cement Association.

Hay que tener en cuenta que el Estudio de Tránsito no cuenta con aprobación de la SDM pero sí de la Interventoria.

De la evaluación geotécnica realizada por la empresa Pavimentos&Geotecnia, se analizó los valores de capacidad de soporte de la subrasante para el diseño y se evaluó toda la información requerida para clasificar el suelo de subrasante bajo una condición de potencial de expansión “crítico”.

En el Anexo 9 Fuentes de Materiales, se presenta un informe de canteras presentado al inicio del año en curso, allí se desarrollan fuentes de materiales que pueden ser consultadas por el Constructor. Es de imperante importancia entender que el Constructor es autónomo en escoger las canteras que le van a proveer el material para desarrollar el proyecto.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL COMPONENTE

Lo primero que se debe revisar es lo indicado en el numeral 7 del CAPITULO 11 PAVIMENTOS “...la Fase de estudios y diseños definitivos, estará enfocada a definir el tipo de intervención requerida de acuerdo con las características de las estructuras existentes, realizar los estudios geotécnicos de la subrasante y demás materiales que integran la estructura de pavimento actual, elaborar de manera detallada el diseño de la estructura de pavimento y espacio público asociado, garantizando la normativa ambiental y la política institucional del IDU en lo referente a la utilización de RCD y GCR”, siendo este párrafo el punto de partida para diseñar las estructuras de pavimento que permitan soportar el número de solicitaciones de carga proyectadas por la Especialidad de Tránsito y que respondan a la calidad del suelo existente en la zona donde se emplazará las estaciones Intermedia en el barrio La Victoria y de Retorno en el sector Altamira. Es de aclarar que para la Estación 20 de Julio se diseñará espacio público, no se realizará intervenciones a nivel de pavimento porque esta Estación en la actualidad es un portal de buses Transmilenio, operando e incorporada al sistema de Troncales Transmilenio que circula en la ciudad de Bogotá.

El diseño geométrico de las vías que rodean las estaciones, no se modificará la rasante y tampoco los anchos de las vías existentes.

En cuanto al diseño hidráulico las tuberías que se encuentran instaladas en la actualidad no cumplen diámetros de acuerdo a la normativa vigente y adicionalmente y de acuerdo a la inspección que se realizó con CCTV a las tuberías de alcantarillado, se encuentran en mal estado que requieren ser reemplazadas, esta información está en el Informe INF-RHS-CASC-222-22 Informe de Diseño Acueducto y Alcantarillado elaborado por la consultoría, y en los planos de diseño.

- Estación Intermedia-La Victoria

Tabla 1 Resultados Inspección CCTV-Estación Intermedia

No. Pozo Aguas Arriba	No. Pozo Aguas Abajo	Material	Diámetro mm	Grado Estructural	Grado Operacional	Grado Estructural Diagnóstico	Grado Mantenimiento Diagnóstico	Observaciones
PMP77975	PMP78120	Tubería de Concreto (no-reforzado)	900	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
PMP77975	PMP77724	tubería de Concreto (no-reforzado)	900	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
PMP78745	PMP77970	tubería de Concreto (no-reforzado)	300	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar

No. Pozo Aguas Arriba	No. Pozo Aguas Abajo	Material	Diámetro mm	Grado Estructural	Grado Operacional	Grado Estructural Diagnóstico	Grado Mantenimiento Diagnóstico	Observaciones
PMP78745	PMP77970	Tubería de Arcilla Vitrificada	300	5	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
PMP125889	PMP125890	Polietileno	300	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por conservar
CMI79879	CMP130234	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar
CMI79879	CMP130234	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP130178	CMP130251	Tubería de Arcilla Vitrificada	300	4	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP130317	CMP130251	Polietileno	200	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar
CMP130317	CMP130251	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	4	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	
CMI79879	CMP130362	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar
CMI79879	CMP130362	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP130234	CMP130178	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar
CMP130234	CMP130178	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	4	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	
CMP130362	CMP130317	Polietileno	200	1	4	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por conservar
CMP130346	CMP130330	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	4	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP130330	CMP130346	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP130330	CMI79879	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	4	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

No. Pozo Aguas Arriba	No. Pozo Aguas Abajo	Material	Diámetro mm	Grado Estructural	Grado Operacional	Grado Estructural Diagnóstico	Grado Mantenimiento Diagnóstico	Observaciones
CMP130330	CM179879	Tubería de Arcilla Vitrificada	200	4	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	

Fuente: Tabla 10 Resultados Inspección CCTV-Estación Intermedia - Informe INF-RHS-CASC-222-22

De acuerdo al plano de redes existentes y proyectadas "Redes Alcantarillado Sanitario-Combinado Cable San Cristobal DIRHRE02 plano No. 5/24" y "Redes de Alcantarillado Pluvial Cable San Cristobal DIRHRE04 plano No.16/23, elaborados por el especialista de la consultoría, y la tabla anterior, las principales obras a realizar en las vías que rodean la estación La Victoria son las siguientes:

- Colocación de tubería que sale de un pozo ubicado en zona verde en la estación, aproximadamente a mitad de la Calle 41 Sur
- Retiro de tubería residual en todas las vías alrededor de la estación
- En el caso del alcantarillado sanitario el plano respectivo tiene todos los tramos proyectados y el cuadro de pozos que se van a construir.
- Las redes que se encuentran en Grado Estructural 5 con el proyecto, desde la Especialidad Hidráulica se propone la renovación de las redes de alcantarillado sanitario.
- PMP78120 a PMP77975: Tubería nueva pluvial en la KR3C Este entre CL 40 Sur y Calle 40 A Sur
- PMP77975 a PMP77724: Tubería nueva pluvial en la KR3C Este entre CL 40 A Sur y Calle 41 Sur
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la KR3C al norte de la CL 40 Sur
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 Sur al oriente de la KR3C Este
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 A Sur al oriente de la KR3C Este
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 41 Sur al oriente de la KR3C Este
- PZ15 (nuevo) a PMP78745: aproximadamente en la mitad de la CL 40 Sur hasta la Intersección con KR3A Este
- Construcción sumideros al oriente del PZ15 en la CL 40 Sur

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 Sur al oriente de la KR3A Este
- Construcción de 1 sumidero en la KR3A Este costado nor-occidental de la CL 40 Sur
- Construcción de 1 sumidero en la KR3A Este costado suroccidental de la CL 40 Sur
- Construcción de 1 sumidero en la Calle 40 Sur costado sur y al occidente de la KR3A
- PMP78745 a PMP77970: Tubería nueva pluvial en la KR3A Este entre CL 40 Sur y Calle 40 A Sur
- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas norte y sur de la CL 40 A Sur
- Pozo Proyectado, localizado aproximadamente en la mitad de CL 41 Sur a pozo Existente PMP125889
- Instalación de tubería pluvial que sale de la Estación al Pozo Proyectado, que se localiza aproximadamente en la mitad de CL 41 Sur
- Construcción de sumidero al costado sur de la CL 41 Sur, la tubería llega al Pozo Proyectado, mencionado anteriormente.
- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 41 Sur al oriente de la KR3A Este

Las redes de Acueducto a construir, presentadas en el informe de diseño hidráulico se requiere retirar una tubería PVC de diámetro 3" en la CL 40 A

- Traslado de una red de 4" PVC en la CL 41 Sur y KR3A Este por interferencia con elementos de amoblamiento urbano
- Traslado de tubería de 4" PVC en la KR3A Este por interferencia con elementos de amoblamiento urbano y canalizaciones

- *Estación Retorno – Altamira*

La inspección CCTV de la tubería de alcantarillado arrojó los resultados presentados en el cuadro siguiente:

Tabla 2 Resultados Inspección CCTV-Estación Retorno

No. Pozo Aguas Arriba	No. Pozo Aguas Abajo	Material	Diámetro mm	Grado Estructural	Grado Operacional	Grado Estructural Diagnóstico	Grado Mantenimiento Diagnóstico	Observaciones
CMI80268	CMP131796	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	2	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMI80268	CMP131796	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	
CMP131796	CMP131763	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	4	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131763 - CMP 78819A	CMP131750	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	4	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131750A - CMP131750	CMP131732	Polietileno	250	5	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMI80265	CMP131732	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	5	Atención Inmediata	Atención Inmediata	Tramo por rehabilitar
CMI80265	CMP131732	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131796-1	CMP131763-1	Polietileno	200	5	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131763-1	CMP131732	Polietileno	200	5	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131946-1	CMP131946	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	4	1	Atención Inmediata	Atención Programable a Largo Plazo	Tramo por rehabilitar
CMP131946	CMP131916	tubería de Concreto (no-reforzado)	200	5	3	Atención Inmediata	Atención Programable a Corto Plazo	Tramo por rehabilitar
PMP79084	PMP78067	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar
PMP78067	PMP79319	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

No. Pozo Aguas Arriba	No. Pozo Aguas Abajo	Material	Diámetro mm	Grado Estructural	Grado Operacional	Grado Estructural Diagnóstico	Grado Mantenimiento Diagnóstico	Observaciones
PMP79319	PMP78819	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar
PMP78819	PMP79737	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar
PMP79737	PMP79054	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar
PMP79054-1	PMP79054	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar
PMP79054-1	PMP78059	Otro	1000	1	1	Atención Programable a Largo Plazo	Atención Programable a Largo Plazo	Tubería por conservar

Fuente: Tabla 11 Resultados Inspección CCTV-Estación Intermedia - Informe INF-RHS-CASC-222-22

De acuerdo al plano de redes existentes y proyectadas "Redes Alcantarillado Sanitario-Combinado Cable San Cristobal DIRHRE02 plano No. 8/24" y "Redes de Alcantarillado Pluvial Cable San Cristobal DIRHRE04 plano No.16/23 elaborados por el especialista de la consultoría, y la tabla anterior, las principales obras a realizar en las vías que rodean la estación Altamira son las siguientes:

- El proyecto en cuanto al alcantarillado sanitario y de acuerdo a la inspección con CCTV las tuberías tienen Grado Estructural 5, por tanto, se propone la renovación de redes de alcantarillado sanitario
- El proyecto en cuanto al alcantarillado pluvial, se propone la renovación de las redes de alcantarillado pluvial que según el informe de inspección con circuito cerrado de televisión arrojaron Grado Estructural 5
- Se tiene una red de alcantarillado pluvial proyectado en la KR12A Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de sumideros con la respectiva tubería que descarga al pozo en la esquina sur oriental de la CL42B Sur y KR12A Este
- Construcción de 6 sumideros e instalación de la tubería que conducirá el agua a los pozos a lo largo de la KR12A Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de 4 sumideros e instalación de la tubería respectiva a lo largo de la KR12B Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de 2 sumideros en las esquinas de la CL43A Sur costado oriental de la KR12B Este
- Construcción de 1 sumidero en la esquina sur occidental de la CL43A Sur con KR12B Este
- Se encuentra una red residual que se debe retirar, de las vías que circundan la estación.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Las redes de Acueducto en el informe de diseño hidráulico INF-RHS-CASC-222-22 se indican las siguientes acciones:

- En la calle 42 B Sur, existe una manija en tubería de PVC 4", que distribuye el servicio de agua a los predios localizados al costado sur de la calle 42B sur, como estos predios pasarán a ser parte de la futura estación del cable, se propone retirar de servicio esta red.
- La red de la carrera 12 B Este, se deberá trasladar al occidente de su posición actual, con el fin de salvar interferencias con los postes de alumbrado público.

El planteamiento forestal está enfocado al cambio y/o reemplazo de especies arbóreas dentro de los predios donde se emplazaran las pilonas. Se recomienda que de ser necesario trasplantar especies en espacio público, tener en cuenta que deben ser especies que sus raíces no dañen la infraestructura a construir en cada Estación.

En cuanto al diseño de las estructuras en pavimentos, se precisa que el Informe de Factibilidad INF-PAV-CASC-075-21 V.4, se presenta un resumen de estos diseños; y evaluaron estructuras en concreto asfáltico y concreto rígido.

Las razones para construir una estructura en concreto rígido son las siguientes: es más durable en el tiempo, de alta inversión inicial pero escaso mantenimiento; se puede armonizar su textura y acabado superficial, incluso su color, según las necesidades arquitectónicas y urbanísticas de las Estaciones, lo que no se puede hacer en el caso de carpeta asfáltica. La generación de mano de obra es mayor en el caso de pavimento de losas de concreto en comparación con rodadura asfáltica. La apertura al servicio vehicular de las vías pavimentadas en concreto juega en contra de la alternativa, toda vez que la edad para lograr la madurez del concreto es la limitante, 28 días, no obstante, está la opción de emplear concretos de alta resistencia inicial tiene mejor comportamiento en esta área de pendientes.

Por las razones expuestas anteriormente, se decidió con la Interventoria y el IDU diseñar estructuras en concreto rígido.

El periodo de diseño esta definido en el numeral 7.7.2 del Capitulo 11 para pavimentos rígidos: 20 años y para pavimentos flexibles: 10 años.

A nivel de pilonas, solo se diseñará lo respectivo al espacio público circundante, el cuál se ajustará a las alternativas que la Cartilla de Andenes del IDU prevé. Es muy importante tener presente el diseño presentado en el Estudio de Factibilidad del año 2014 celebrado entre la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Contratista Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, planos CSV-V-URB-001 Planta Urbana Estación La Victoria, los límites de intervención allí indicados para el espacio público son los límites que aplican para los diseños actuales.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

3 OBJETIVOS DEL COMPONENTE

Como objetivos tenemos:

- (1) Diseñar el pavimento de las vías circundantes a cada estación,
- (2) El diseño de la estructura del pavimento en concreto rígido y concreto asfáltico requiere se soporte adecuadamente la circulación de las sollicitaciones de carga proyectados en Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Ton y repeticiones esperadas a los diez (10) años para el diseño de pavimento asfáltico y a los veinte (20) años en el caso del pavimento rígido.
- (3) Evaluar la capacidad real del suelo de soporte con la ayuda de investigación subsolar previa y aprobada por la interventoría.
- (4) De acuerdo a los suelos que soportarán las cargas revisar si la plataforma es adecuada o en caso contrario suministrar posibles intervenciones para mejorar la calidad de respuesta del suelo de subrasante.
- (5) Realizar la verificación mecánica-empírica de la estructuras.
- (6) Hacer un estudio económico con varias alternativas de espesores de losa y de base granular.
- (7) Brindar recomendaciones para el mantenimiento a realizar en el proyecto construido.

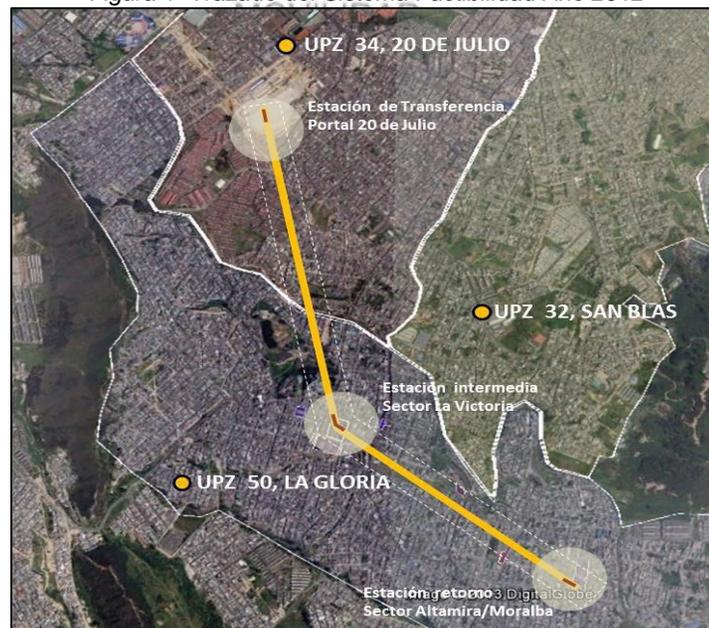
4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como se describe en el Anexo Técnico No. 1 del Contrato de Consultoría No. 1630 de 2020 suscrito entre el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y el Consorcio CS, el sistema de transporte por cable aéreo está ubicado en la Localidad de San Cristóbal hacia el sur de Bogotá. El recorrido inicia en el Portal 20 de Julio, donde hace transferencia con el sistema Transmilenio, y continúa hacia las laderas de los Cerros del Sur, hacia los sectores La Victoria y Altamira / Moralba. La localidad está caracterizada por su diversidad constructiva, su versatilidad de usos, consolidación urbana y una variedad de tipologías de arquitectura residencial e institucional. Cabe destacar que esta localidad tiene un gran potencial de desarrollo y de centralidad por el acopio de infraestructura a escala urbana, como la Iglesia del Divino Niño, el Hospital de La Victoria y algunos colegios.

El cable aéreo cruza barrios de diversa índole desde lo social y urbano, donde se pueden observar sectores de estrato cuatro (4), en el barrio 20 de Julio, estratos tres (3) y dos (2), en los barrios aledaños a la Victoria y estrato (1) uno en el área de influencia de Altamira. La topografía es variable, se encuentra desde áreas completamente planas (cercañas del Portal 20 de Julio), hasta pendientes de 12 y 20 % (bordes de la ladera sector Moralba).

La factibilidad realizada en el año 2012 contempló una línea de cable que se integraría con el sistema masivo BRT TransMilenio en su Portal 20 de julio para posteriormente continuar hacia el barrio La Victoria (estación intermedia) y finalmente llegar al barrio Altamira donde está ubicada la estación de retorno (ver Figura 1).

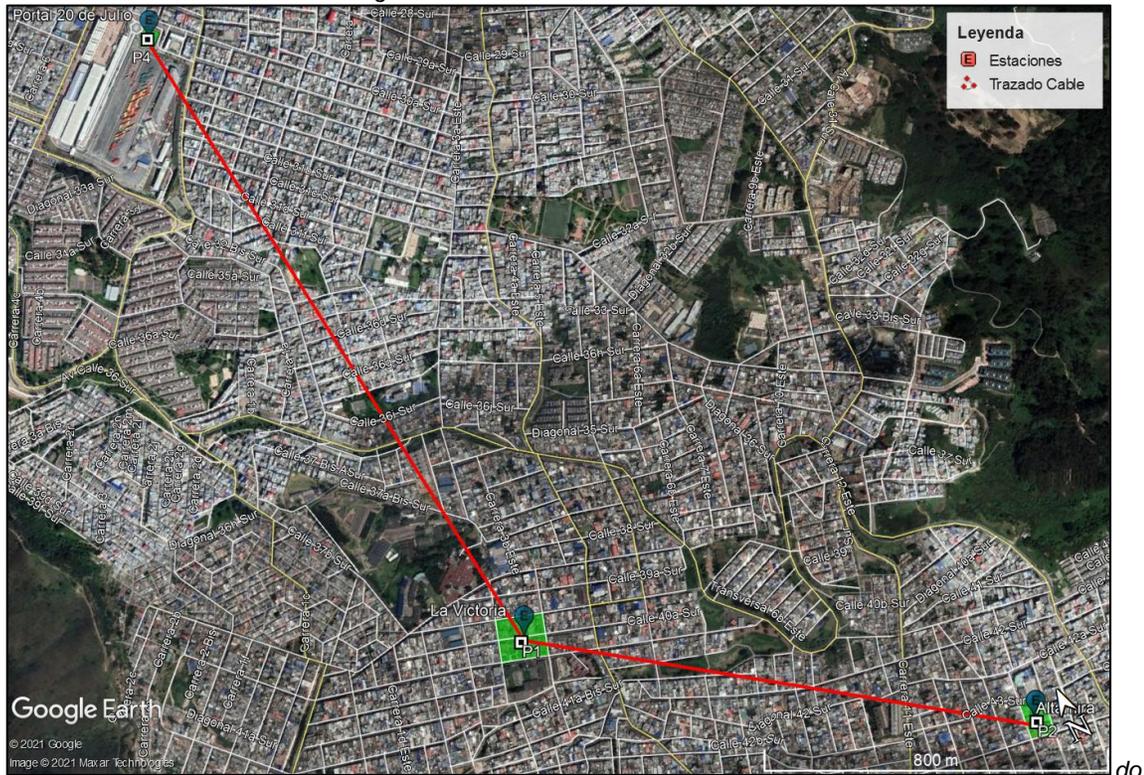
Figura 1 Trazado del Sistema Factibilidad Año 2012



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la Fase de Factibilidad Contrato de Consultoría No. 1630 de 2020, se seleccionó el trazado óptimo y se definieron los alineamientos que serán llevados a diseños definitivos. El alineamiento final se observa en la siguiente Figura 2:

Figura 2 Trazado del Sistema Seleccionado



Fuente: Elaboración propia y Google Earth.

4.1 Proyecto Urbano de las Alternativas seleccionadas en Estaciones

El proyecto Urbano de la Alternativa seleccionada en la Estación de Transferencia Veinte de Julio, el cual tiene como vía de acceso peatonal la carrera 5ª al costado occidental e ingreso y salida de buses troncales, por la calle 30ª Sur en el costado norte, en este punto se da ingreso a buses alimentadores, por la Carrera 3 en el costado oriental y por la calle 32 sur al costado sur se presenta a continuación:

Figura 3 Urbanismo Estación de Transferencia Veinte de Julio



Fuente: Consultoría.

La estación intermedia La Victoria se localiza en el barrio La Victoria integrando dos (2) manzanas ubicadas entre la Calle 40 Sur y Calle 41 Sur para los costados norte y sur respectivamente y entre Carrera 3a Este y Carrera 3c Este, para los costados oriental y occidental. Desde la etapa de diseño se prevé eliminar un segmento de la calle 40 A Sur entre las carreas antes mencionadas con el fin de reunir el área necesaria para la localización de los trayectos Victoria – 20 de Julio, Victoria – Altamira y futuro ramal Victoria – Libertadores hacia el sector de Juan Rey. El proyecto Urbano de la estación se presenta en la siguiente figura:

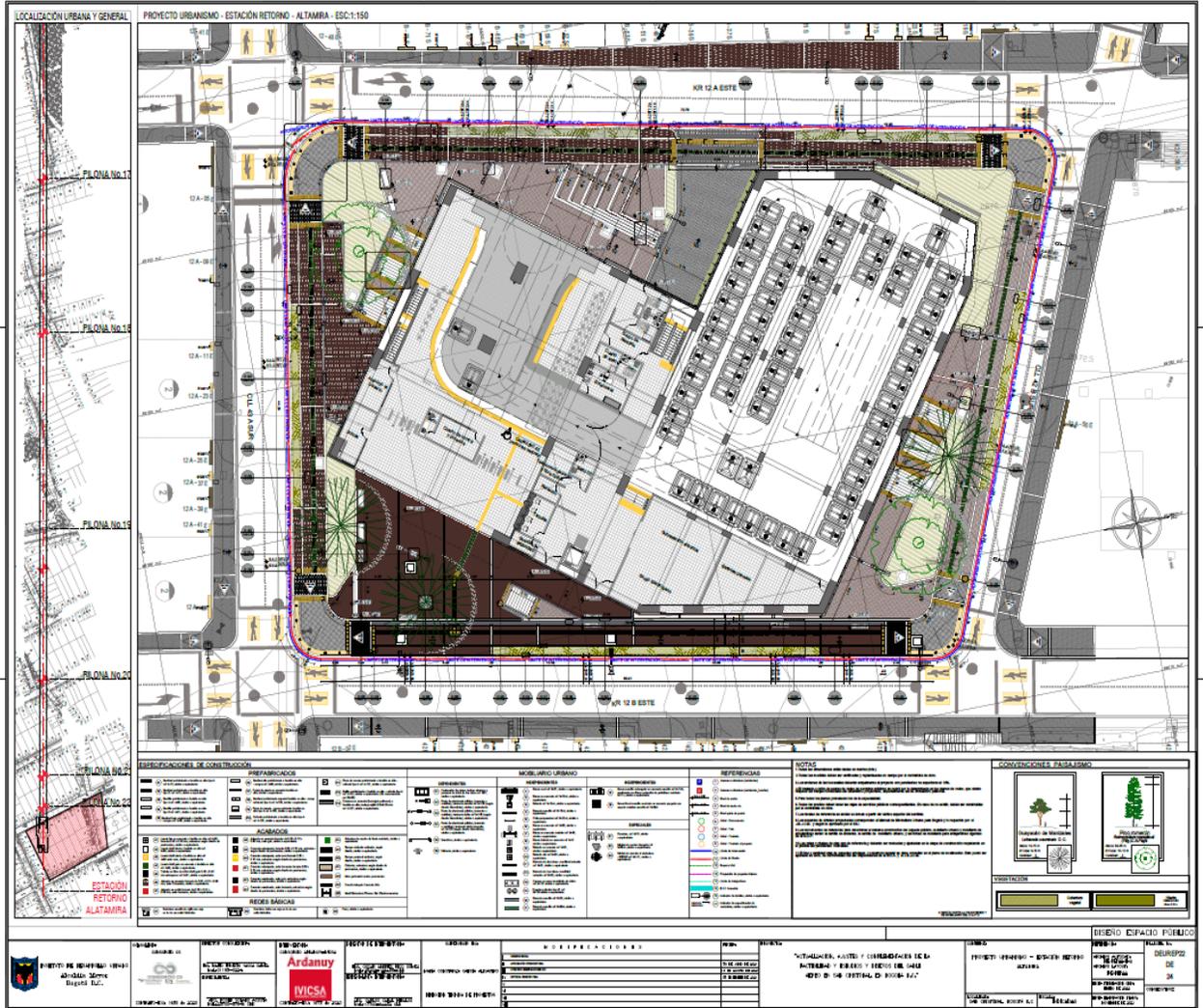
Figura 4 Diseño Urbano Estación La Victoria



Fuente: Consultoría.

Para el caso de la estación de retorno Altamira, específicamente para el tramo 2 ramal principal, se seleccionó la alternativa No.2, soportada en los resultados de la matriz multicriterio. La alternativa No.2 para la localización de la estación retorno Altamira, se localiza en la manzana ubicada entre la Calle 43 Sur en el costado norte y la Calle 43 A Sur en el costado sur, así como entre la Carrera 12 B Este al costado oriental y la Carrera 12A Este al costado occidental.

Figura 5 Implantación Estación Altamira



Fuente: Consultoría.

4.2 Proyecto Urbano de las Pilonas

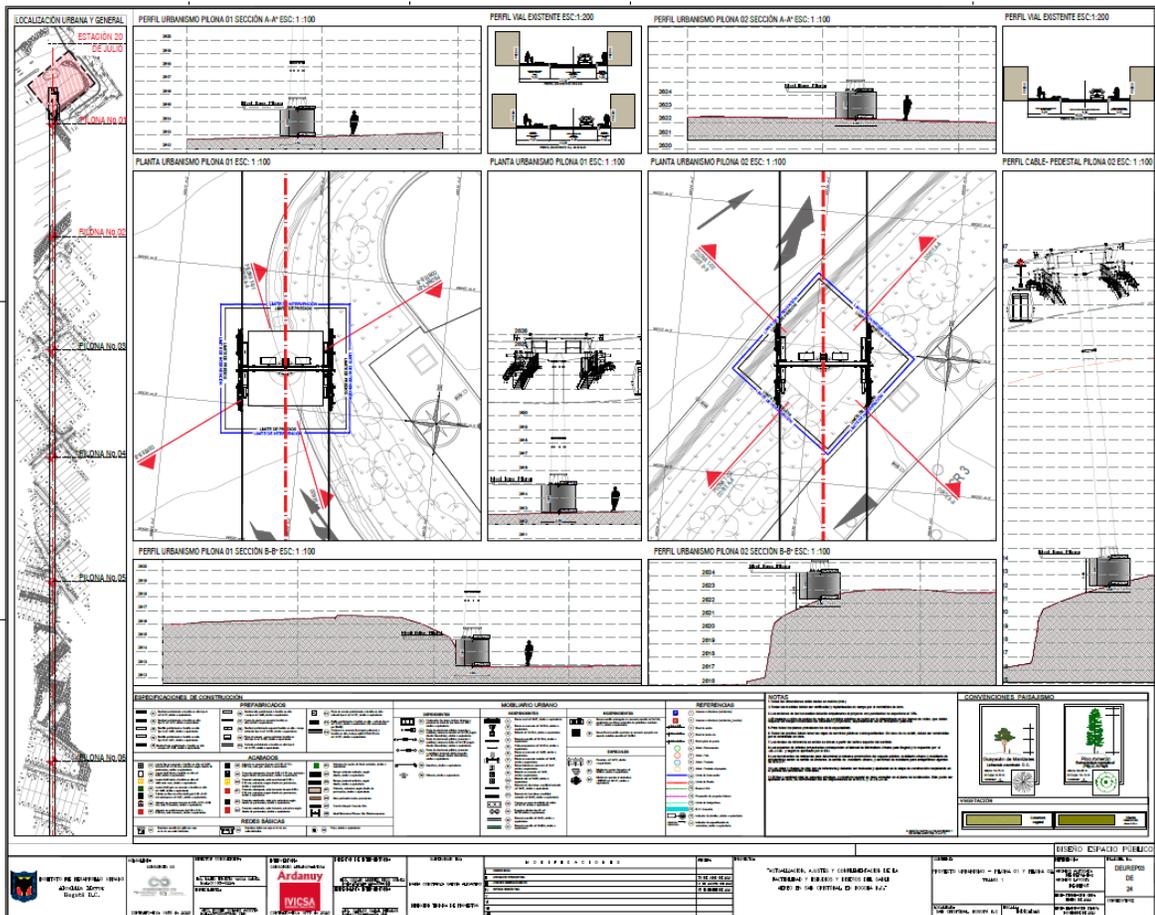
Una vez definido el trazado definitivo del sistema cable aéreo san Cristóbal, y basados en la especialidad de diseño electromecánico, se definieron tanto la ubicación como la posición vertical de los elementos de apoyo (Pilonas); algunas de estas, requieren la compra de predios por parte de la entidad para su posterior demolición. Así las cosas, y de acuerdo a lo solicitado en el contrato, los diseños de urbanismo, espacio público y paisajismo se desarrollan con sujeción a los polígonos catastrales suministrados por la entidad contratante (IDU), toda vez que la presente consultoría no incluye el estudio predial y por tanto las áreas diseñadas se ciñen a las áreas de afectación predial.

Por tal motivo, durante la etapa de construcción se deberán revisar y ajustar las áreas diseñadas con el único objetivo de armonizar los diseños presentados a las condiciones reales producto de la demolición.

4.2.1 Pilonas 1 y 2 Tramo 1

Tanto la Estación de transferencia para el sistema cable aéreo, como las pilonas 1 y 2 se encuentran en inmediaciones del patio taller portal 20 de julio, no se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

Figura 6 Localización Pilonas 1 y 2



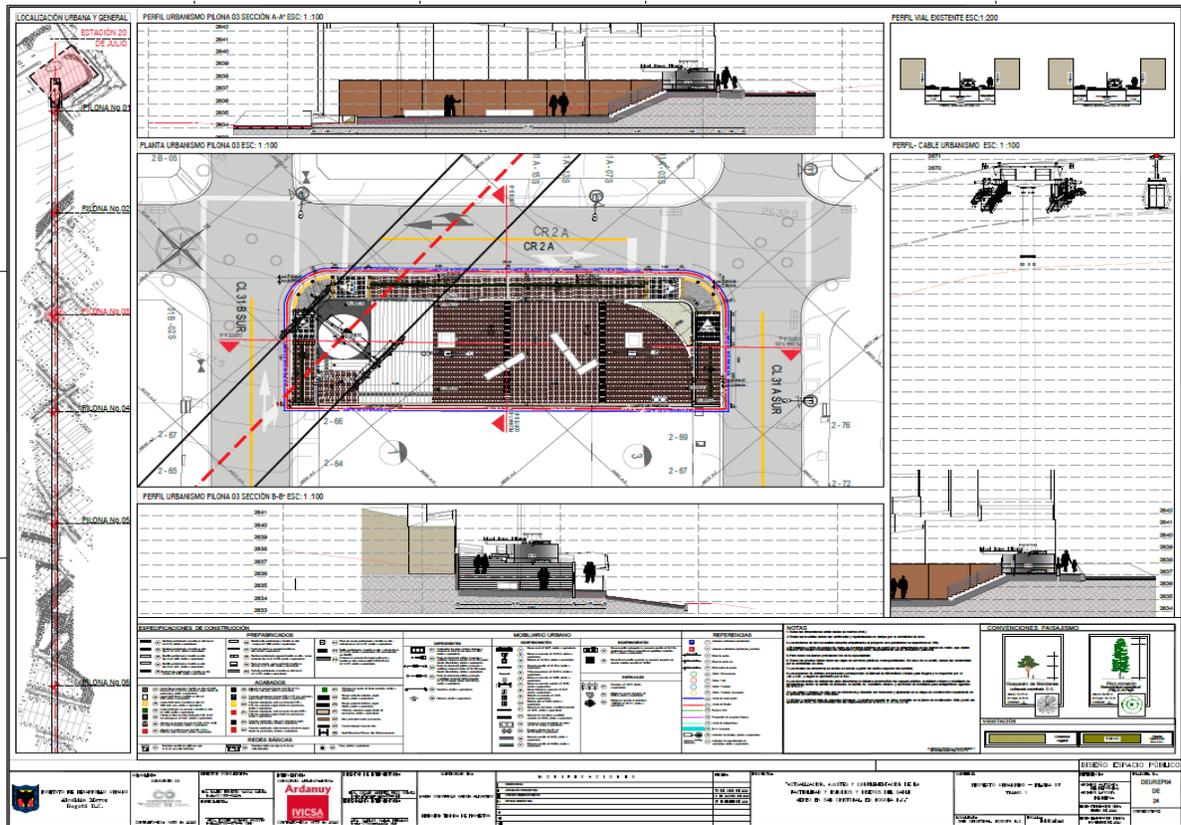
Fuente: Consultoría.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
1	1407	SURAMERICA	37	43-4-4,73-4-4	PERFIL CC	11M	4001407
				43-4-4,73-4-4	PERFIL CC	11M	4001465
2	1407	SURAMERICA	37	43-4-4,73-4-4	PERFIL CC	11M	4001668

4.2.2 Pilona 3 Tramo 1

Localizada en el barrio Bello Horizonte sobre la carrera 2 A costado occidental desde la calle 31 A sur hasta la calle 31 B sur. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados, sin embargo, el plano urbanístico 302/4-B, no contiene los respectivos perfiles viales, se agradece a la VTSP, confirmar y validar el tipo de perfil vial y anchos de franjas funcionales correspondientes.

Figura 7 Localización Pilona 3



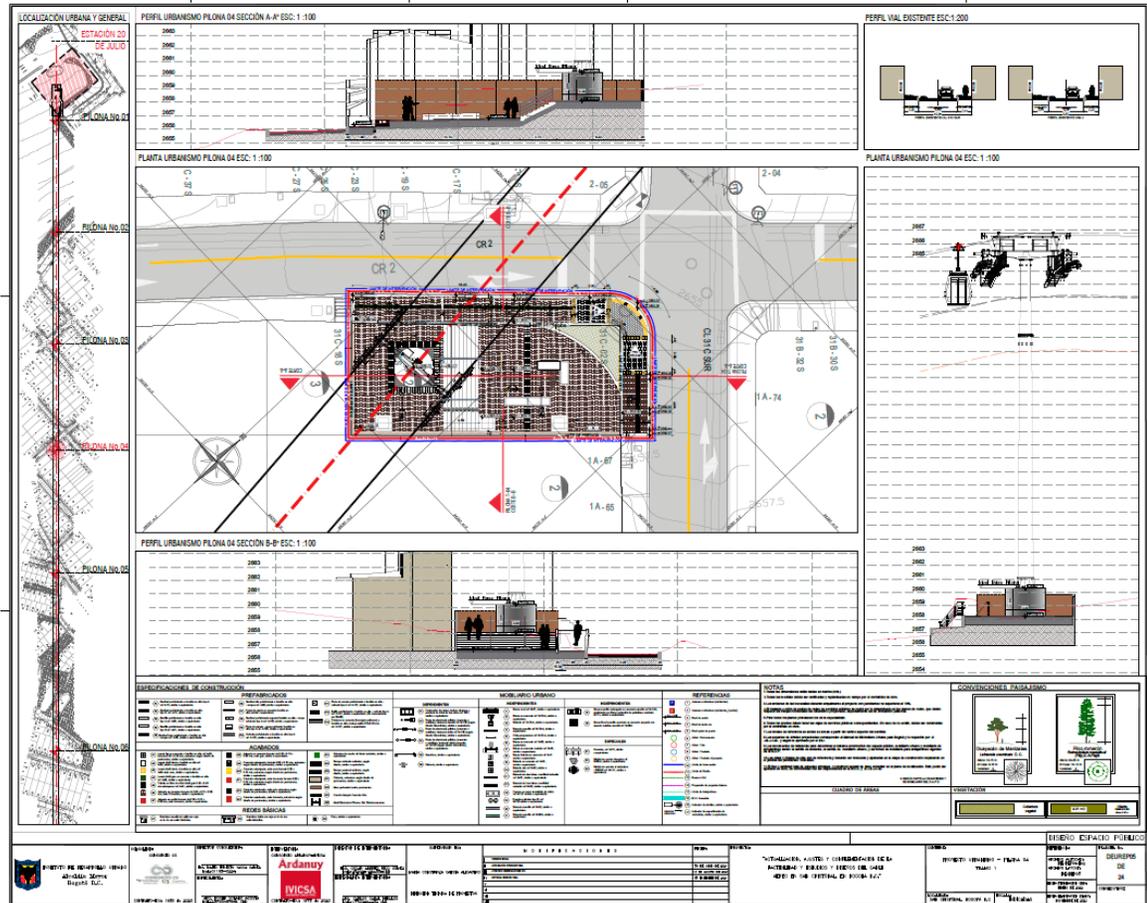
Fuente: Consultoría.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
3	1304	BELLO HORIZONTE	12	302/4-B	SIN	10,5 m	4001781
				302/4-B	SIN	10,5 m	4001881
				302/4-B	SIN	10,5 m	4001836

4.2.3 Pilona 4 Tramo 1

Localizada en el barrio Bello Horizonte en la esquina sur oriental de la calle 31 C sur y la Carrera 2. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados, sin embargo, el plano urbanístico 302/4-B, no contiene los respectivos perfiles viales.

Figura 8 Localización Pilona 4



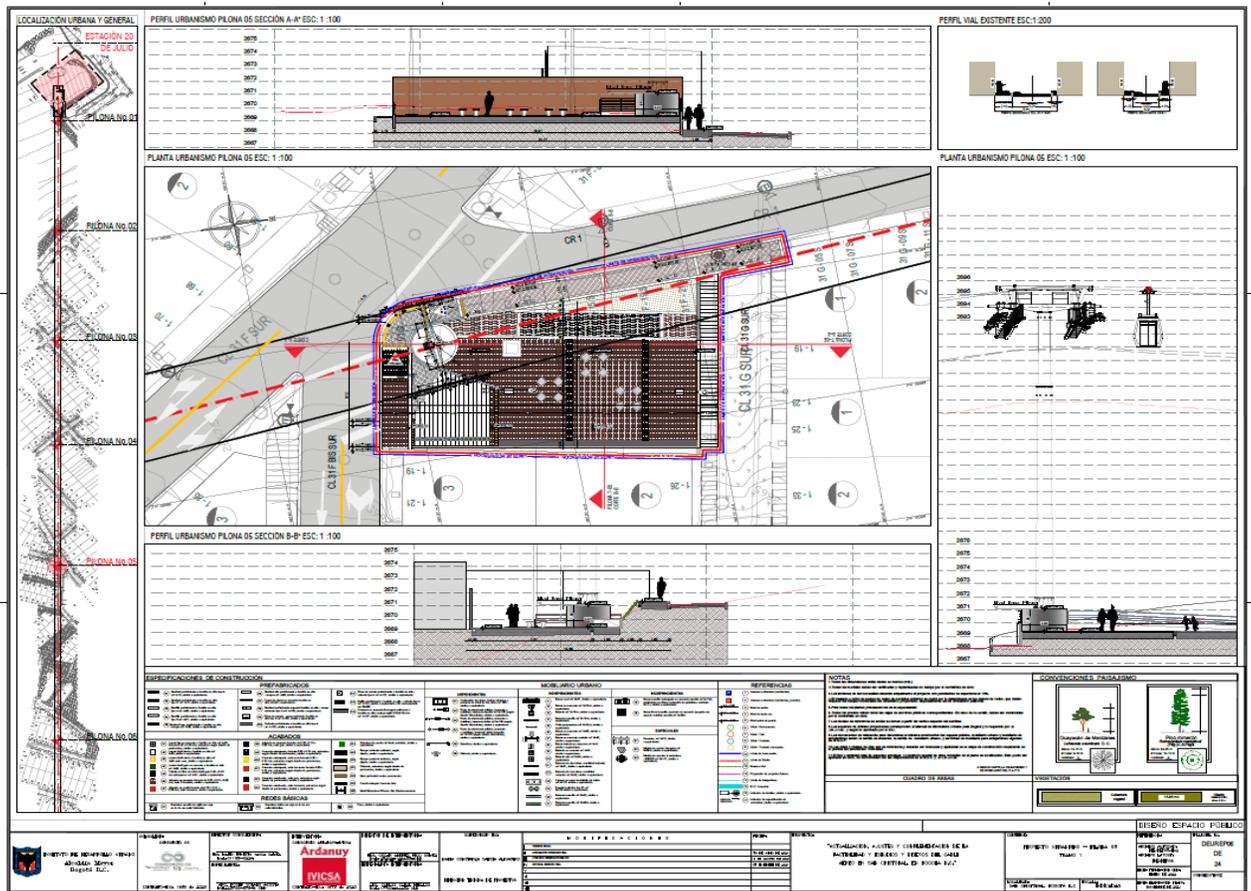
Fuente: Consultoría.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
4	1304	BELLO HORIZONTE	22	302/4-B	SIN	10,5 m	4002018
				302/4-B	SIN	10,5 m	4001988

4.2.4 Pilona 5 Tramo 1

Localizada en el barrio bello horizonte sobre la carrera 1 entre calle 31 F BIS sur y la Calle 31 G sur. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados, sin embargo, el plano urbanístico 302/4-B, no contiene los respectivos perfiles viales.

Figura 9 Localización Pilona 5



Fuente: Consultoría.

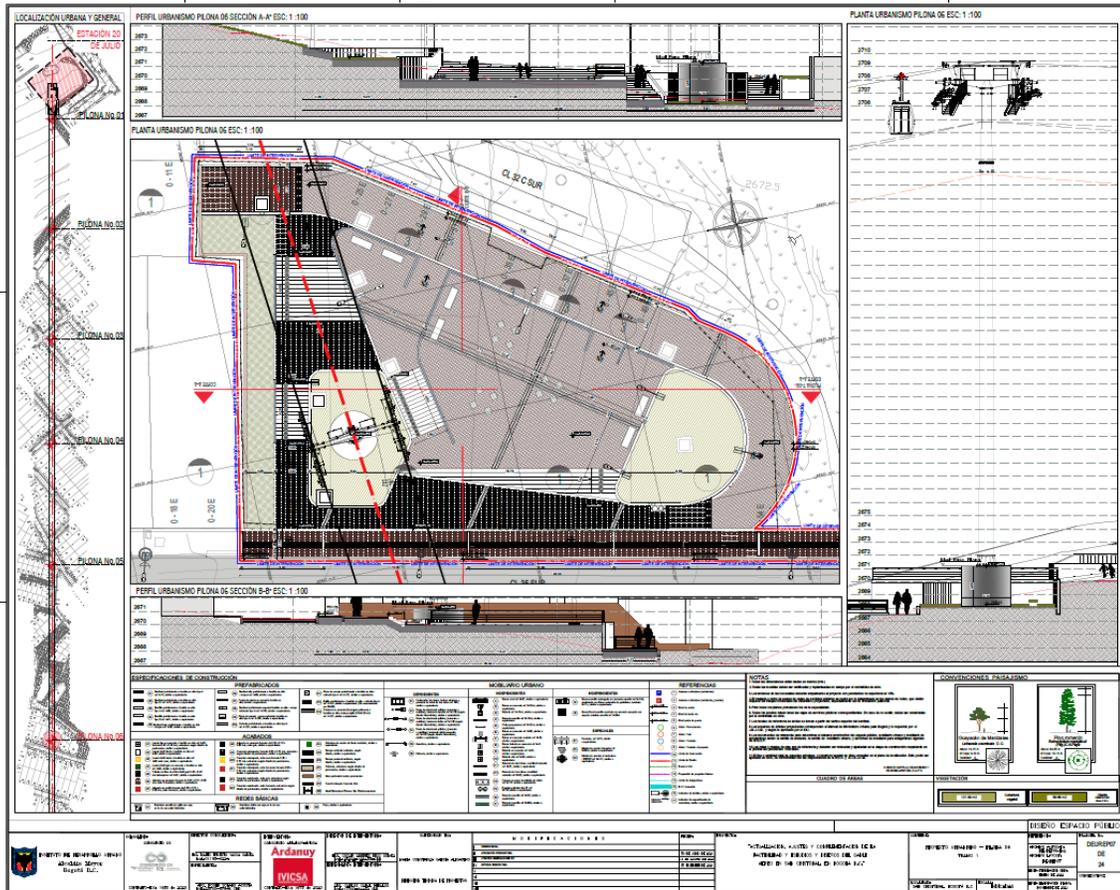
No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
5	1304	BELLO HORIZONTE	81	302/4-1	SIN	9 M	4002151
				302/4-1	SIN	6 M	4002171
				302/4-1	SIN	6 M	4002172

4.2.5 Pilona 6 Tramo 1

Localizada en el barrio Atenas, sobre la calle 32 C sur y la calle 35 Sur. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

Por otra parte, en reunión conjunta efectuada el pasado 08 de octubre, se revisó la información disponible en la base IDECA e información SDP, respecto de las licencias de construcción, específicamente la reportada en el predio ubicado en la KR 1 32 20 SUR 4, verificándose que no se requiere ningún tipo de armonización complementaria.

Figura 10 Localización Pilona 6



Fuente: Consultoría.

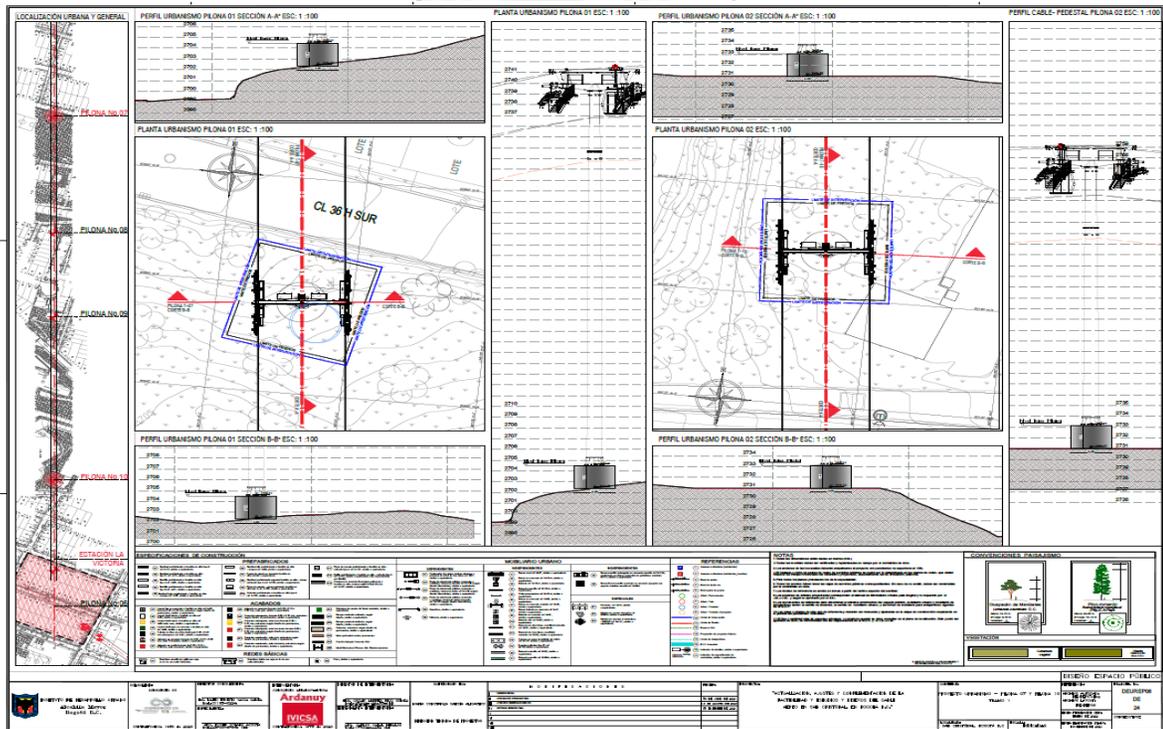
No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
6	1305	ATENAS	1	461/4	V6	10,5 M	4002392
				461/4	V6	10,5 M	4002458

4.2.6 Pilonas 7 y 10 Tramo 1

La pila 7 está localizada en el barrio Atenas, sobre la calle 32 H sur y los límites del parque Atenas según RUPI 62341. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados. Sin embargo, la información reportada en el plano urbanístico 461-4 no muestra la vía actualmente existente y que corresponde a la calle 36 H sur, se solicita aclarar; así mismo se confirma que la ubicación de la pila no interfiere con la infraestructura del parque situación que será socializada con el IDRD.

Por otra parte, en reunión conjunta efectuada el pasado 08 de octubre, se revisó la información disponible en la base IDECA e información SDP, respecto de las licencias de construcción, específicamente la reportada en el predio ubicado en la CL 36 D SUR 54 ESTE, CL 36 D SUR 59 ESTE, KR 1 ESTE 36 NF 14 SUR, KR 1 ESTE 36 G 24 SUR, CL 36 H SUR 1 4 ESTE, CL 36 H SUR 1 10 ESTE., verificándose que no se requiere ningún tipo de armonización complementaria.

Figura 11 Localización Pila 7 y 10



Fuente: Consultoría.

No. Pila	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
7	1305	ATENAS	7	461-4	peatonal	peatonal	4008065

Para el caso de la pila No 10, esta se encuentra localizada en inmediaciones del hospital

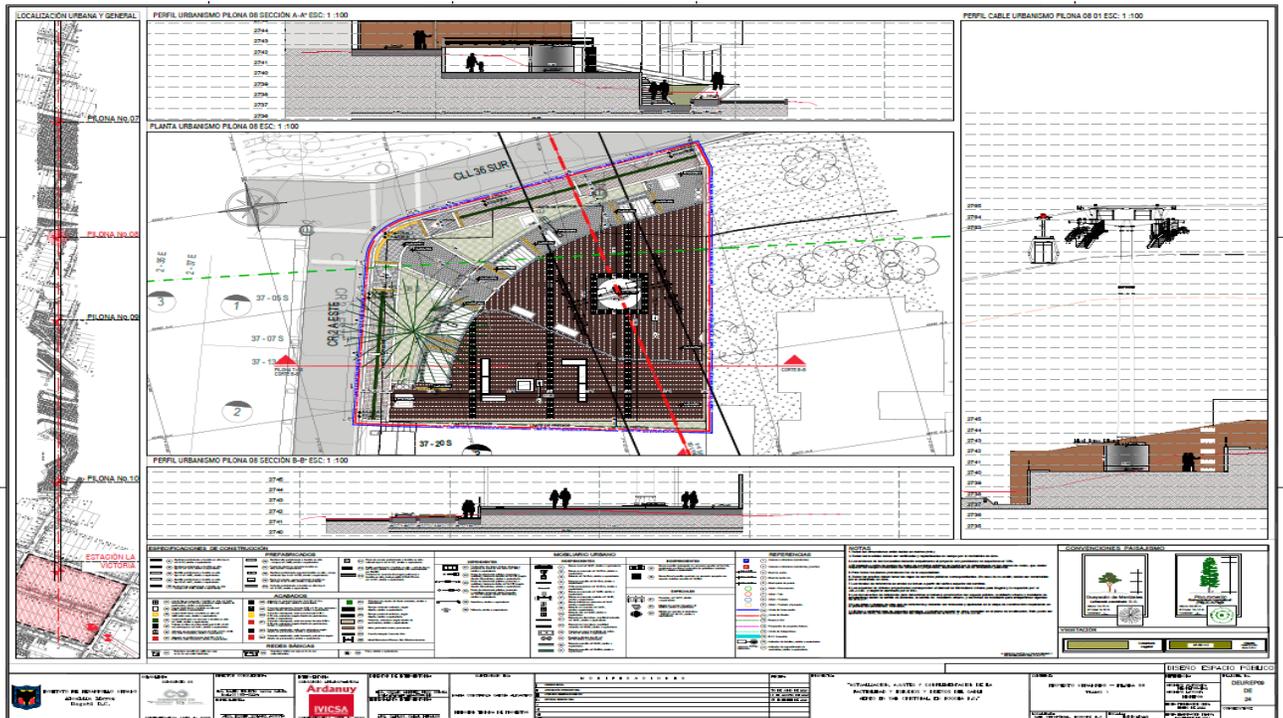
La Victoria, específicamente al costado norte de la Diagonal 39 sur.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
10	1355	GUACAMAYAS	64	SIN	SIN	SIN	4003608

4.2.7 Pilona 8 Tramo 1

Localizada en el barrio Las Guacamayas, esquina de la calle 36 sur y la carrera 2 A este. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados. Sin embargo, la información reportada en el plano urbanístico 615-4-4 no muestra el tipo de perfil ni los límites reportados en la base IDECA respecto de la reserva para futura Av. Villavicencio. Se confirma que la pilona se encuentra por fuera del límite de reserva.

Figura 12 Localización Pilona 8



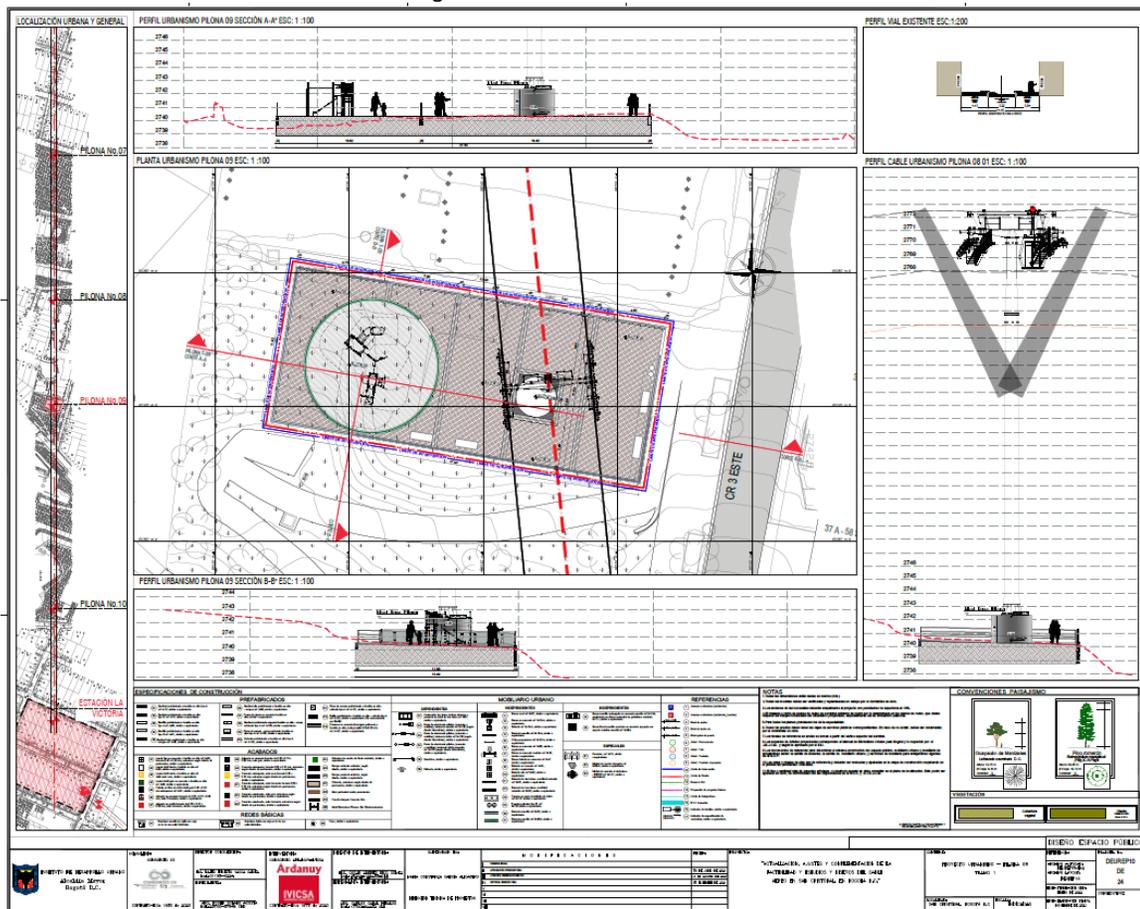
Fuente: Consultoría.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
8	1355	LAS GUACAMAYAS I	86	615-4-4	SIN	6 M	4003174

4.2.8 Pilona 9 Tramo 1

Localizada en el barrio Las Guacamayas, al interior del parque colindante con la calle 37 A Bis Sur y Carrera 3 Este. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados. Sin embargo, la información reportada en el plano urbanístico 615-4-4 no muestra el tipo de perfil ni los límites reportados en la base IDECA respecto de la reserva para futura Av. Villavicencio. Se confirma que la pylona se encuentra por fuera del límite de reserva.

Figura 13 Localización Pilona 9



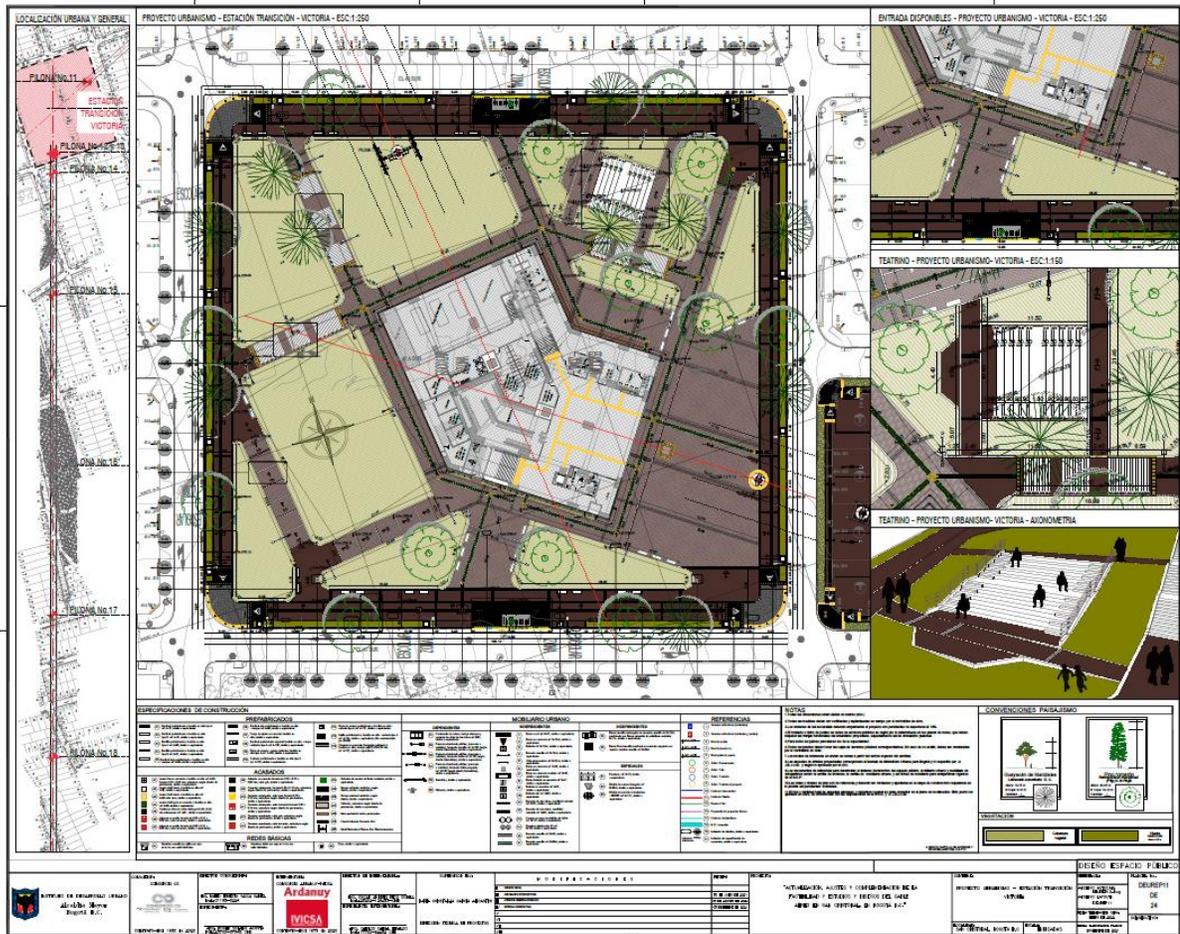
Fuente: Consultoría.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
9	1355	GUACAMAYAS	86	SIN	SIN	SIN	4003335

4.2.9 Pilona 11 Tramo 1, Pilonas 12 y 13 Tramo 2

Los elementos de apoyo del sistema cable aéreo correspondiente a las pilonas 11, tramos 1 y 12 y 13 tramo 2, se encuentran ubicadas al interior de la nueva manzana que en conjunto incluye la futura construcción de la estación intermedia la Victoria, localizada Entre Calle 40 A sur y Calle 41 Sur y entre la Carrera 3 C Este y la Carrera 3ª Este, en el barrio La Victoria. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

Figura 14 Localización Pilonas 11, 12 y 13



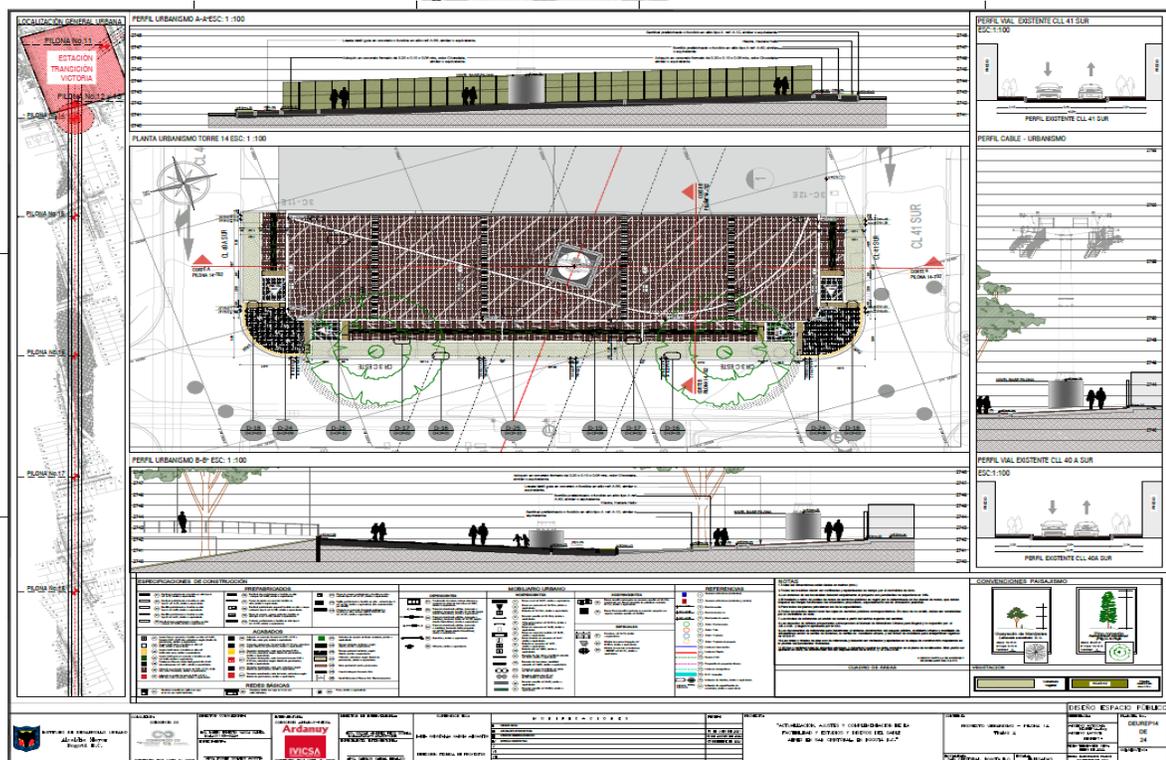
No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
11	1310	LA VICTORIA	13	US4/4-1, US4/4	V-6	11.6 M	4003781
12	1310	LA VICTORIA	14	US4/4-1, US4/4	V-6	11.6 M	4003934
13	1310	LA VICTORIA	14	US4/4-1, US4/4	V-6	11.6 M	4003934

4.2.10 Pilona 14 Tramo 2

Localizada al costado oriental de la estación La Victoria sobre la Carrera 3 C Este, específicamente al costado occidental de la manzana No 20, No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
14	1310	LA VICTORIA	20	US4/4-1, US4/4	V-6	11.6 M	4003934

Figura 15 Localización Pilona 14



Fuente: Consultoría.

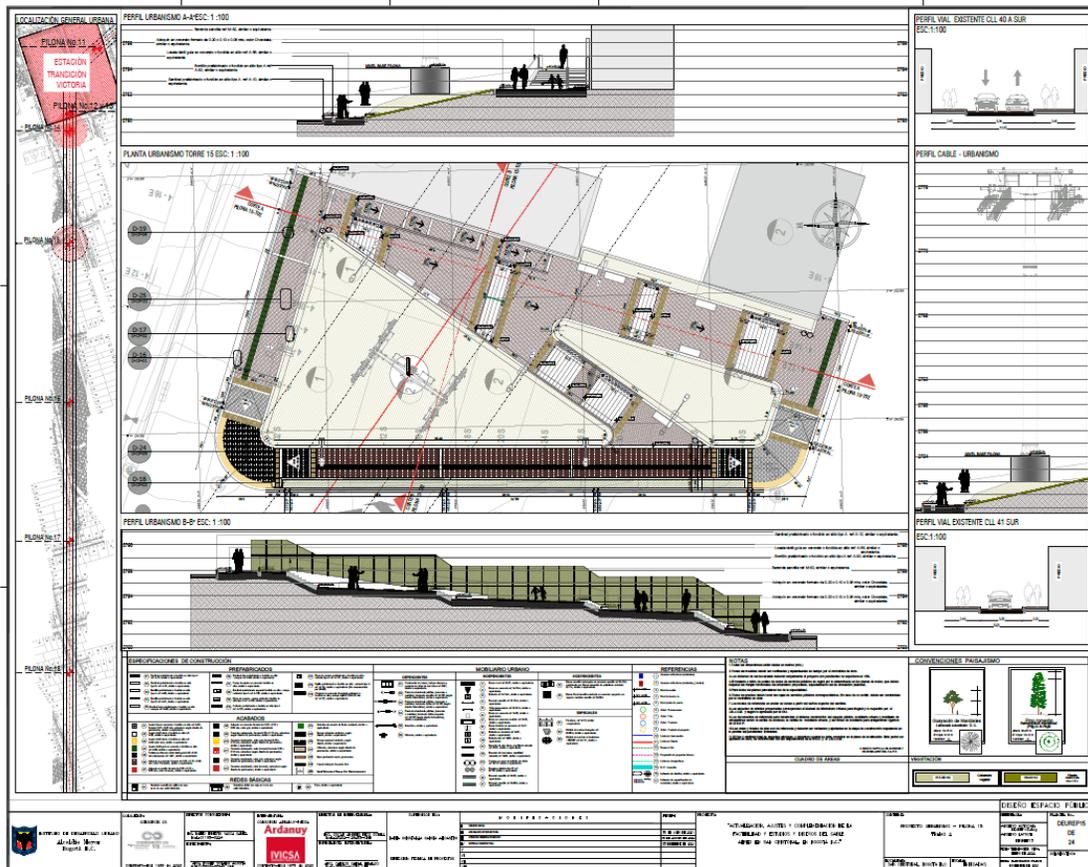
4.2.11 Pilona 15 Tramo 2

Localizada al costado oriental de la estación La Victoria sobre la Carrera 4 Este, específicamente al costado occidental de la manzana No 32, No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

Esta pilona limita con la reserva vial de la Av. la Victoria, se verifica que el área correspondiente a la pilona 14 no presenta interferencia sobre esta reserva vial.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
15	1310	LA VICTORIA	32	US4/4-1, US4/4	V-3	28.0 M	4004071

Figura 16 Localización Pilona 15



Fuente: Consultoría.

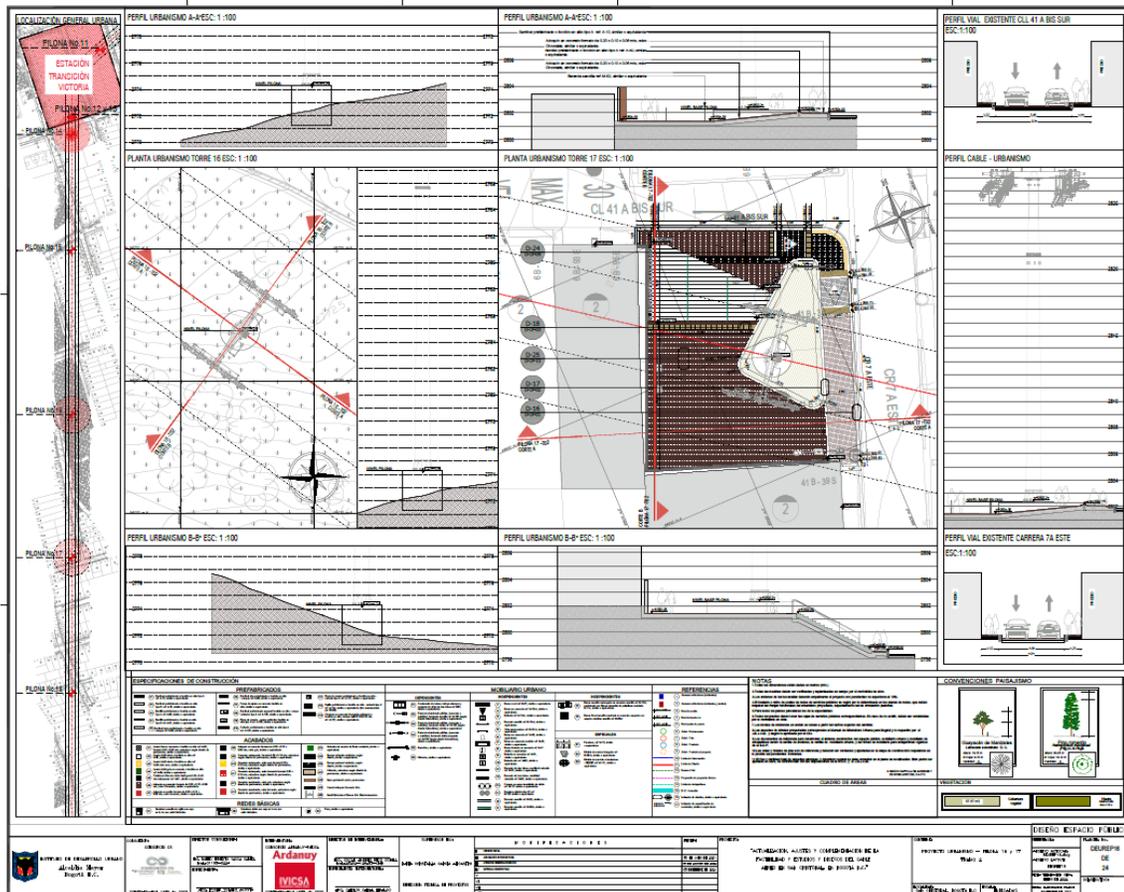
4.2.12 Pilona 16 y 17 Tramo 2

Para el caso de la pilona 16 esta se localiza al costado norte de la ronda de la quebrada puente Colorado, no se observa ningún tipo de interferencia con el cuerpo de agua o algún tipo de vegetación Arbórea.

Para el caso de la pilona 17 se localiza en la esquina de la Calle 41 A Bis Sur y la Carrera 7 A Este, costado nor oriental de la manzana No 37. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
16	1314	SAN JOSE SUR ORIENTAL	N.A.	SIN	SIN	SIN	SIN
17	1314	SAN JOSE SUR ORIENTAL	37	SC10/4-04	V-6	7.0 M	4004339 4004389

Figura 17 Localización Pilonas 16 y 17



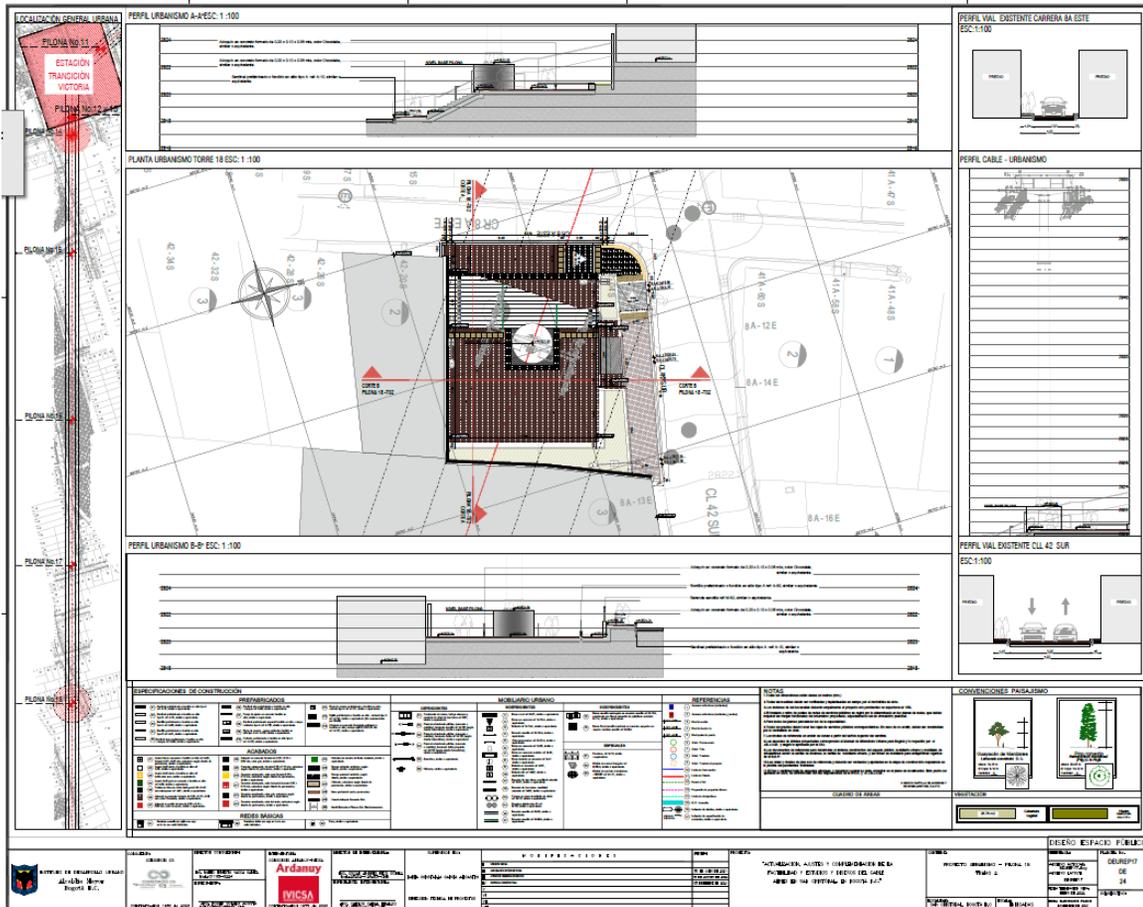
Fuente: Consultoría.

4.2.13 Pilona 18 Tramo 2

Localizada en el barrio San Jose Sur Oriental, en la esquina nor occidental de la calle 42 Sur y la Carrera 8ª Este. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados, sin embargo, el plano urbanístico USII/4-302/4-B, presenta perfiles viales asociados a la malla vial local tipo V 6. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
18	1314	SAN JOSE SUR ORIENTAL	18	USII/4-302/4-B	V-6	7.0 M	4004474 4004557

Figura 18 Localización Pilona 18



Fuente: Consultoría.

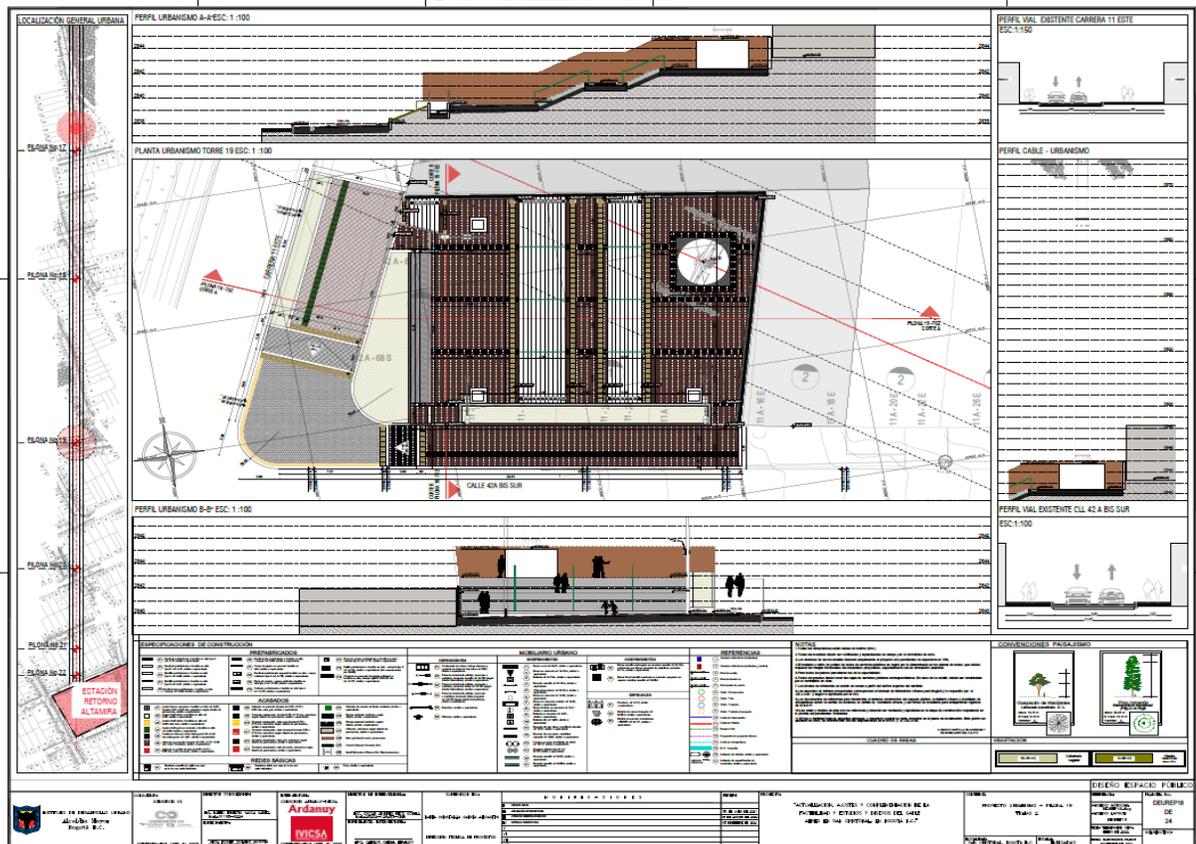
4.2.14 Pilona 19 Tramo 2

Localizada en el barrio La Glorieta oriental, en la esquina sur occidental de la Carrera 11 Este. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

A pesa que la información oficial reportada en la base IDECA, la SDP confirmo reserva vial para esta carrera asociada a una vía tipo V5 de 20 mts. Inicialmente esta pilona se encontraba localizada en la zampa cercana, sin embargo, tuvo que desplazarse unos metros hacia el costado oriental con el fin de evitar interferencia con las redes húmedas existentes.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
19	1314	SAN JOSE SUR ORIENTAL	18	USI/4-3	V-5	20.0 M	4004697

Figura 19 Localización Pilona 19



Fuente: Consultoría.

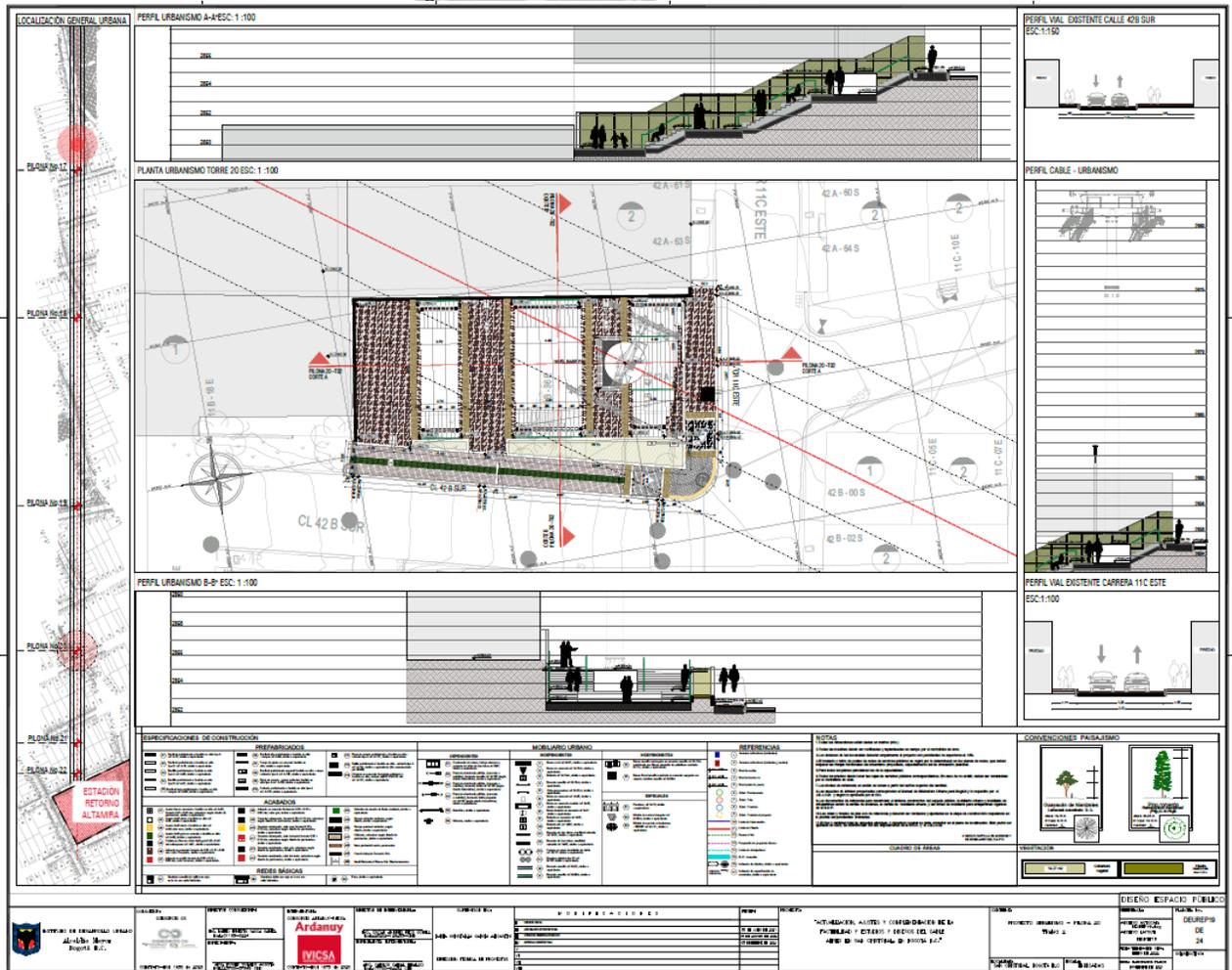
4.2.15 Pilona 20 Tramo 2

Localizada en el barrio Altamira, en la esquina sur oriental entre la Calle 42 B Sur y la Carrera 11 C Este.

No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
20	1315	ALTAMIRA	46	USI/4-13, USI/4-2 C	V-8	10.0 M	4004835 4004834

Figura 20 Localización Pilona 20



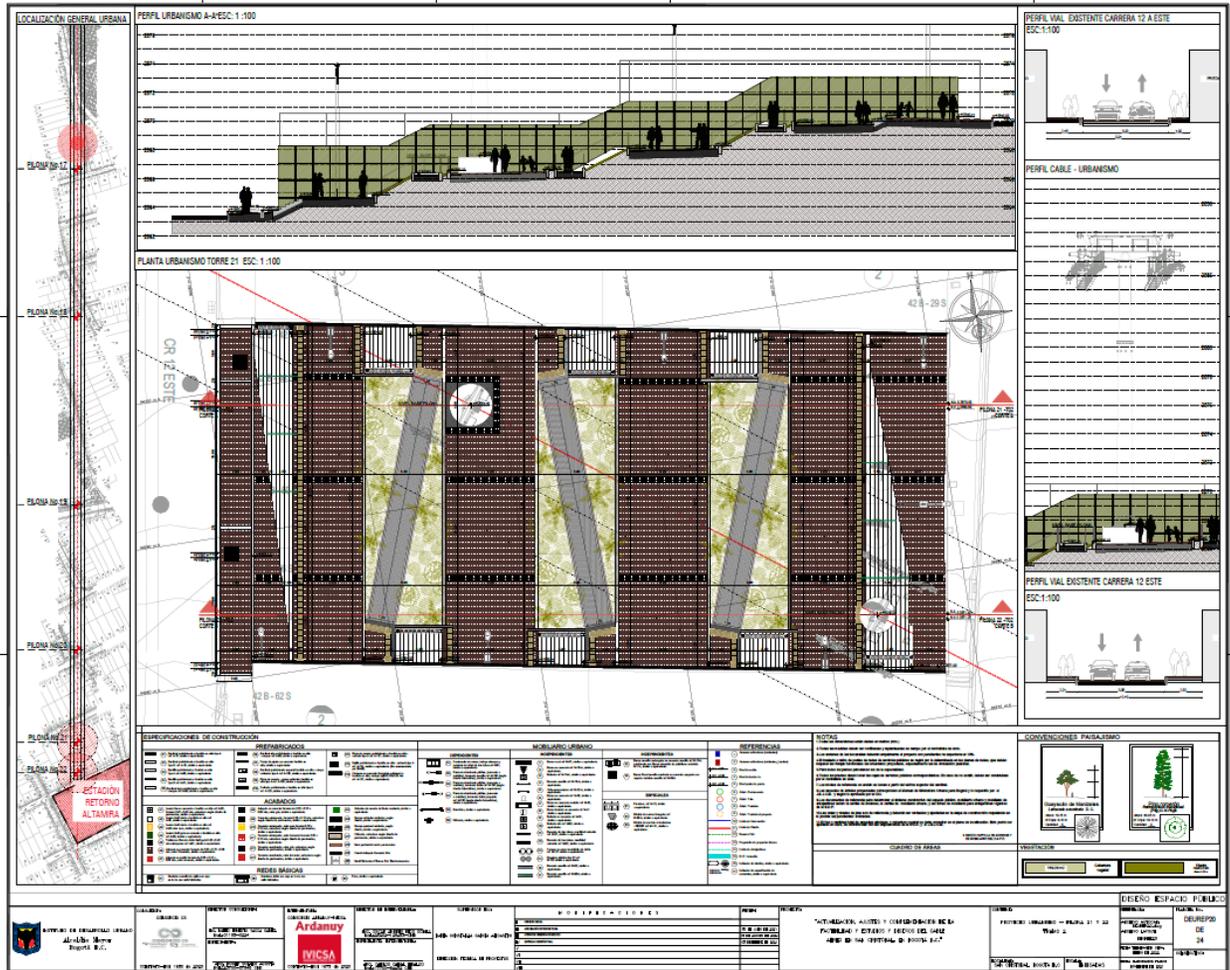
Fuente: Consultoría.

4.2.16 Pilonas 21 y 22 Tramo 2

Localizadas en el barrio Altamira, al interior de la manzana No 21 entre la Carrera 12 A Este y la Carrera 12 Este. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
21 y 22	1315	ALTAMIRA	21	USI/4-13, USI/4-2 C	V-7	10.5 M	4004951 4004968

Figura 21 Localización Pilonas 21 y 22



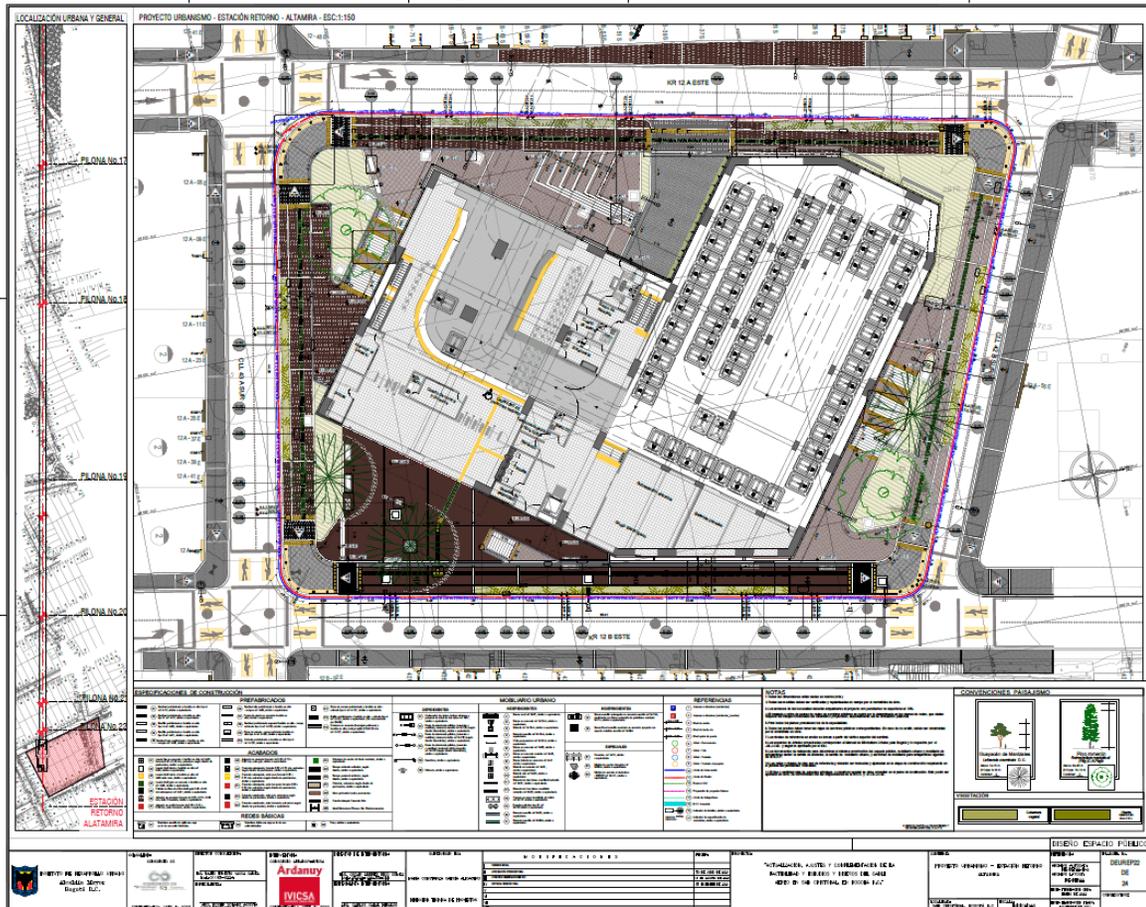
Fuente: Consultoría.

4.2.17 Mastil Delantero Tramo 2

El elemento de apoyo del sistema cable aéreo correspondiente a la pila 23 tramo 2, se encuentra ubicada al interior de la nueva manzana que en conjunto incluye la futura construcción de la estación retorno Altamira, localizada Entre Calle 43 sur y Calle 43 A Sur y entre la Carrera 12 B Este y la Carrera 12 A Este, en el barrio Altamira. No se observan interferencias ni con la infraestructura vial perimetral, tampoco con licencias de construcción asociadas a predios privados.

No. Pilona	Código Barrio	Nombre Barrio	Código Manzana	P/URBANISTICO	PERFIL	ANCHO PERFIL	CIV
23	1315	ALTAMIRA	25	USI/4-13, USI/4-2 C	V-7	10.5 M	4004898

Figura 22 Localización Mástil



Fuente: Consultoría.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

5 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS

De acuerdo a lo indicado en el Anexo Técnico “Capítulo 11: Pavimentos” las actividades a desarrollar son las siguientes:

1. Actividades de Evaluación y Diagnóstico funcional y estructural.
2. Complementación e implementación del plan de exploración geotécnico.
3. Ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en terreno de acuerdo al plan de exploración geotécnico aprobado.
4. Diseño y análisis detallado de las estructuras de pavimento y espacio público definidas en la Fase de Factibilidad. En el caso de los pavimentos a diseñar, son para las vías que circundan las estaciones y en el caso del espacio público el diseño es para las áreas asociadas a las pilonas.
5. Establecer el número de ejes equivalentes de 8.2 ton para diseño del pavimento en concreto asfáltico y el número de repeticiones de los ejes que circularan en pavimento en concreto rígido, a partir de los datos de Tránsito Promedio Diario entregados por el Especialista de Tránsito de la consultoría.
6. Análisis de la subrasante, identificado sectores con suelos expansivos, orgánicos y/o rellenos antrópicos.
7. Evaluación de la rigidez de los materiales a partir de la información contenida en este Anexo Técnico.
8. Diseño de pavimentos flexibles y verificación mecánica empírica.
9. Diseño de pavimentos rígidos y verificación mecánica empírica.
10. Diseño de espacio público y Accesos Vehiculares a la Estación.
11. Presentación de cantidades de obra.
12. Estudio de Fuentes de Materiales, Canteras y Plantas de Producción de Mezclas.
13. Elaboración de especificaciones particulares en el caso que se referencie un material o una actividad que no se encuentre definido en las Especificaciones de Construcción del Instituto de Desarrollo Urbano vigentes.
14. Conclusiones.

Inicialmente se presentaron razones de orden técnico estableciendo que el Diagnóstico Funcional y Estructural de las vías aledañas a las Estaciones La Victoria y Altamira no se realizaba por las razones expuestas en el informe **INF-PAV-CASC-102-21 PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS numeral 3.**

Desde la disciplina Redes Húmedas, como se observó en el Capítulo 2 del presente informe, se tienen proyectadas para construir tuberías de alcantarillado pluvial, tuberías de alcantarillado sanitario, construcción de sumideros, construcción de pozos y retiro de tubería residual en las vías que enmarcan las futuras Estación La Victoria y Estación Altamira, entre otras actividades.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

6 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Los contratos que se revisaron y se relacionaron en el informe RAI número INF-PAV-CASC-025-21 Versión 5 se citan a continuación:

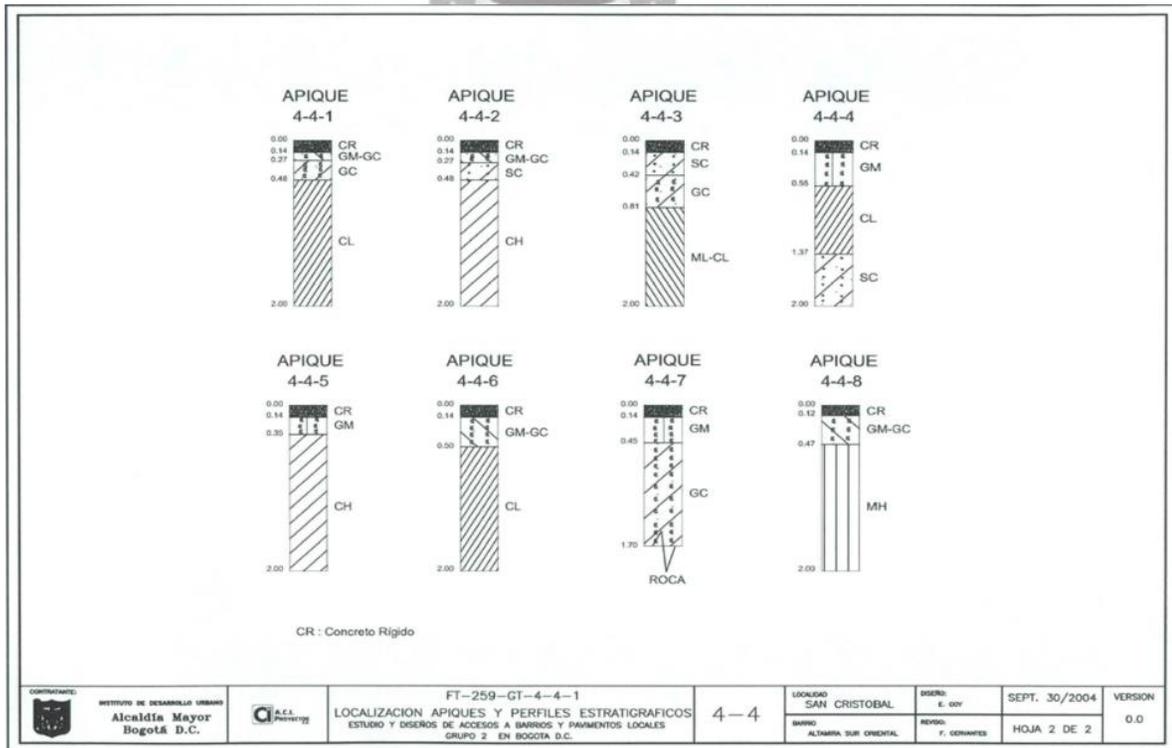
- ✓ Contrato Interadministrativo de Consultoría No.2012-1531 de noviembre de 2012 suscrito ente la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda.
- ✓ Contrato IDU 1378-2017 Estudios y Diseños de la Circunvalar de Oriente desde la salida al Llano hasta la Avenida Villavicencio.
- ✓ Contrato de obra pública entregado por la Alcaldía Local de San Cristóbal No.317-2019
- ✓ Contrato de obra pública entregado por la Alcaldía Local de San Cristóbal No.340-2019
- ✓ Contrato de consultoría entregado por la Alcaldía Local de San Cristóbal No.209-2017
- ✓ Contrato de consultoría entregado por el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal No.142 de 2015
- ✓ Contrato de consultoría entregado por el Fondo de Desarrollo Local de San Cristóbal No.157 de 2014
- ✓ Contrato IDU-UEL-4-20-93-2009 Información acopiada y seleccionada para diseño de pavimentos en la etapa de Factibilidad
- ✓ Contrato IDU 1378-2017 Información acopiada y seleccionada para diseño de pavimentos en la etapa de Factibilidad
- ✓ Contrato IDU 1717-2014 Calle 19Sur entre Carrera 10Este y Transversal 10A Bis Este.
- ✓ Contrato IDU 165-2004 Considera las vías Diagonal 46 Sur entre carreras 12 Este y 12A Este y la Calle 44 Sur entre Carreras 12B Este y 13 Este.
- ✓ Contrato IDU 259-2003 Información acopiada y seleccionada para diseño de pavimentos en la etapa de factibilidad
- ✓ Contrato IDU 327-2002 Los segmentos viales considerados en el contrato, para la Localidad de San Cristóbal, están muy distantes respecto a los sectores en donde se prevé el emplazamiento de las Estaciones en Altamira.
- ✓ Contrato de consultoría No.511 de 30 de noviembre de 2016 suscrito entre la Secretaría del Hábitat y el Consorcio Integral, con la Interventoría de Fomac Constructores S.A.S. cuyo objeto es *Estudios y Diseños Definitivos para la Construcción de las Obras de Mejoramiento en la Intervención Integral del Alto Fucha Territorio con Oportunidad Cerros Surorientales.*

A continuación se presenta la información que fue apropiada para realizar el diseño de pavimentos en la Etapa de Factibilidad, consulta y selección de los resultados obtenidos a partir de la ejecución de los contratos IDU-UEL-4-20-93-2009 suscrito entre el Instituto de Desarrollo Urbano y el Consorcio Sesac-Ingeocim, No.IDU-1378-2017 celebrado entre el Instituto de Desarrollo Urbano y el Consorcio EYD Circunvalar 2017 y el contrato IDU-259-2003 suscrito con ACI Proyectos. Del contrato No.317-2019 se tomó la información de la variable NA-EE_80 para pavimentos flexibles y Número de Repeticiones de Carga para pavimentos rígidos. Se aclara que se tomaron segmentos viales cercanos a la Estación Altamira-P2 y la Victoria-P1.

La información a apropiar para la Estación Altamira Alternativa 5, es la siguiente:

Figura 23 Información para apropiar para la Estación Altamira

NOMENCLATURA	APIQUES	TRAMO
CALLE 43A SUR ENTRE CARRERAS 11ESTE Y 13B ESTE	1-2-3-4-5-6-7-8-	4-4



Fuente: Contrato IDU 259-2003

Figura 24 Resumen Resultados de Ensayos de Laboratorio

A.C.I. PROYECTOS S.A.		ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ACCESOS A BARRIOS - GRUPO 2										INVESTIGACION GEOTECNICA RESULTADOS PPL-2004		FT-259-GT 4-4-2		DESARROLLO URBANO										
CONTRATO:		LOCALIDAD		VIA		DESDE		HASTA		BARRIO		FECHA DE REALIZACION		VERSION		Septiembre 30 de 2004										
IDU 259 DE 2003		SAN CRISTOBAL		4 - 4		CL 43 A S		KR 11 E		AK 13 B E		ALTAMIRA SUR ORIENTAL		0,0												
ABSCISA	APIQUE No.	MUESTRA			GRANULOMETRIA % PASA TAMIZ				PLASTICIDAD			CLASIFICACION AASHTO				TERRENO				PROCTOR MOD			CBR % INALTERADO			
		No.	PROFUN. (m)	Tipo de Capa	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200	LL(%)	LP(%)	IP(%)	USC	GRUPO	IG	Wn (%)	IL (Wn-LP)P	yt (KN/m²)	yd (KN/m²)	yd máx. (KN/m²)	W opt. %	% Comp.	PDC	Wn (%)	SUM	EXP %	
K0+015	4-4-1	1	0,14-0,27	Granular	37	30	26	14	21	14	7	GM-GC	A-2-4	0	8,3											
		2	0,27-0,48	Granular	49	39	33	18	22	13	9	GC	A-2-4	0	7,9		20,57	19,07	20,36	7,5	94					
		3	0,48-2,00	Subrasant	100	99	86	39	20	19	CL	A-6	16	27,8	0,41								7,0			
K0+086	4-4-2	1	0,14-0,27	Granular	68	53	43	36	21	14	7	GM-GC	A-4	0	15,5		20,42	18,6	20,09	8,3	93					
		2	0,27-0,48	Granular	41	34	28	17	23	14	9	GC	A-2-4	0	7,9		20,52	18,72	20,52	8,3	91					
		3	0,48-2,00	Subrasant					100	99	61	29	32	CH	A-7-6	38	40,9	0,37						5,0	3,75	2,72
K0+162	4-4-3	1	0,14-0,42	Granular	63	50	38	25	23	15	6	SC	A-2-4	0	10,2		21,12	19,16	21,08	8,2	91					
		2	0,42-0,81	Granular	48	39	33	18	23	14	9	GC	A-2-4	0	8,0		21,97	19,6	20,52	8,2	96					
		3	0,81-2,00	Subrasant	100	99	94	56	22	15	7	ML-CL	A-4	1	20,5	0,79							3,8			
K0+248	4-4-4	1	0,14-0,55	Granular	46	41	37	16	NL	NP	NP	GM	A-1-b	0	8,9		21,17	19,44	20,77	8,4	94					
		2	0,55-1,37	Granular	100	81	47	22	25	CL	A-7-5	21	21,7													
		3	1,37-2,00	Subrasant	100	99	96	47	38	20	18	SC	A-6	5	26,4	0,36										
K0+340	4-4-5	1	0,14-0,35	Granular	48	41	37	18	NL	NP	NP	GM	A-2-4	0	8,4		19,07	17,59	19,43	11,0	91					
		2	0,35-0,66	Subrasant	100	95	52	29	23	CH	A-7-6	26	50,3	0,93									4,0	2,94	2,72	0,57
		3	0,66-2,00	Subrasant	100	92	50	23	27	CH	A-7-6	27	31,8	0,33												
K0+395	4-4-6	1	0,14-0,50	Granular	59	51	47	21	19	13	6	GM-GC	A-2-4	0	11,3		19,75	17,75	19,43	11	91					
		2	0,50-1,48	Subrasant	100	99	87	36	19	17	CL	A-6	14	31,1	0,71											
		3	1,48-2,00	Subrasant	100	88	87	68	47	22	25	CL	A-7-5	16	29,7	0,31								5,8	2,79	2,28
K0+445	4-4-7	1	0,14-0,45	Granular	45	38	31	19	33	24	9	GM	A-2-4	0	12,7											
		2	0,45-1,70	Subrasant	60	58	57	44	34	17	17	GC	A-6	4	16,9											
K0+490	4-4-8	1	0,12-0,47	Granular	54	42	33	16	21	16	5	GM-GC	A-1-b	0	11,8		20,04	17,77	19,56	11,7	91					
		2	0,47-1,24	Subrasant	100	92	51	39	12	MH	A-7-5	16	36,7													
		3	1,24-2,00	Subrasant	100	77	64	54	38	16	MH	A-7-5	11	12,9												
ELABORO: E.C.#		REVISO: F.C.V										APROBO: F.C.V														

Fuente: Contrato IDU 259-2003
Instituto de Desarrollo Urbano

Se tienen suelos cohesivos de subrasante, de los tipos CL, CH y MH, cuyos valores de CBR en condiciones de saturación (2.72%, 2.28% y 3.38%), en comparación con los obtenidos en condiciones de humedad natural, precisan decrecimientos drásticos en la resistencia por la acción prolongada del agua. El valor de CBR de diseño es menor a 3%, lo cual demanda medidas para el mejoramiento del suelo de cara a generar una plataforma idónea sobre la cual se desplantarán las estructuras.

Los grados de expansividad, en función del límite líquido e índice de plasticidad, están comprendidos entre bajos y muy altos, es decir, abarcan todas las posibilidades de comportamiento por este concepto, sin embargo, la expansividad medida a la par del ensayo CBR, es mucho menor al valor crítico, lo cual denota que ante cambios drásticos de humedad la expansión del suelo no atenta contra la estabilidad de las estructuras de pavimento consideradas.

La localización de las Estaciones Altamira y la Victoria, escogidas en la etapa de Factibilidad se muestra en las figuras Figura 25 Localización Alternativa 2 Estación de Retorno Principal y Figura 26 Alternativa 1 Estación Intermedia La Victoria:

Figura 25 Localización Alternativa 2 Estación de Retorno Principal



Fuente: Informe de Factibilidad INF-PAV—CASC-075-21 V.5

Figura 26 Alternativa 1 Estación Intermedia La Victoria



Fuente: Informe de Factibilidad INF-PAV—CASC-075-21 V.5

La información secundaria, recaudada y clasificada, permitió obtener perfiles estratigráficos en cada apique, así como una imagen fotográfica del segmento vial cuya información se apropió para determinar las características geomecánicas del suelo de interés para su consideración en los segmentos que enmarcan las precitadas Estaciones del Proyecto Cable Aéreo.

Para la Estación Altamira, alternativa P2, se apropió la información de los apiques No. 22 y 23, de la UPZ La Gloria, contrato IDU-UJEL-4-20-93-2009 SESAC-INGEOMIN. Los suelos de subrasante son limos de alta plasticidad (MH), que ofertan valores de CBR, en condición de humedad natural de 7.8% y 2.8% y en inmersión durante 95 horas de 6.6% y 2.2%,

evidenciándose un decrecimiento de su resistencia por la acción de la humedad prolongada. En el mismo sentido, se apropian los resultados de los ensayos practicados a muestras tomadas en los apiques No. 20 y 21, contrato IDU-UEL-4-20-93-2009 SESAC-INGEOMIN practicados también en la UPZ La Gloria, barrio Altamira; se encuentran suelos naturales de subrasante de los tipos CL (arcillas de baja plasticidad) y MH (limos de alta plasticidad), cuyos valores de CBR en condición de humedad natural son iguales, 5.1%, en tanto que en estado de saturación el valor de 4.4% es común para ambos suelos; no obstante, la resistencia disminuye ante el prolongado efecto del agua.

Los CIV correspondientes a los apiques mencionados son 4005373, 4005374 y 4005388.

Figura 27 Información Apropiaada apiques 22-23

UPZ	Barrio	Tramo	CIV	APIQUE No.	MUESTRA		GRANULOMETRIA			PLASTICIDAD			CLASIFICACION		Wn (%)	ρ (g/cm³)	CBR %				SUBRASANTE TIPO			
					No.	PROFUN. (m)	% PASA TAMIZ			LL(%)	LP(%)	IP(%)	USC	AASHTO			PDC (mm/golpe)	CBR CONO (%)	Wn (%)	SUM		EXP %		
							No. 4	No. 10	No. 40					No. 200									GRUPO	IG
La Gloria	Altamira	7	4005373	22	1	0.00-0.54	66	63	53	41	NL	NP	NP	GM	A-4	3	27.6					I		
					2	0.54-1.40			100	95	73.5	56.6	16.9	MH	A-7.5	29	58.6	0.9	33.5	4.2	7.8		6.6	0.1
					3	1.40-1.55			100	97	39.2	46.8	34.4	MH	A-7.5	45	48.5							
					1	0.00-1.40	62	56	47	32	NL	NP	NP	GM	A-2.4	2	18.6	1.1	36.7	3.7	2.8		2.6	0.2
					2	1.40-1.50			100	97	66.6	38.3	29.5	MH	A-7.5	37	47.5							
					1	0.00-0.25	68	61	50	24	46.8	35.3	14.5	SM	A-2.7	0	2.8							
La Gloria	Altamira	24	4005354	16	1	0.00-0.25	68	61	50	24	46.8	35.3	14.5	SM	A-2.7	0	2.8					I		
					2	0.26-0.54	63	54	45	21	NL	NP	NP	SM	A-1-b	1	12.4							
					3	0.54-1.30			100	98	101.7	71.0	30.7	MH	A-7.5	49	72.6	0.8	100.5	0.9	4.8		3.4	0.4
					4	1.30-1.55			100	98	51.5	23.7	32.0	CH	A-7.6	39	45.7							
					1	0.00-0.40	69	61	55	44	NL	NP	NP	GM	A-4	3	8.7							
					2	0.40-0.66	84	79	69	22	NL	NP	NP	SM	A-2.4	1	13.1							
La Gloria	Altos del Virrey	18	4005457	40	1	0.00-0.20	42	36	31	19	NL	NP	NP	GP-GM	A-1-b	0	10.1					I		
					2	0.20-0.75			100	99	47.1	24.4	22.7	CL	A-7.6	25	12.7							
					1	0.00-0.10	42	36	29	14	NL	NP	NP	GM	A-1-a	0	9.4							
					2	0.10-0.33			100	97	50.9	27.4	23.5	CH	A-7.6	27	28.2							
					3	0.33-1.50			100	99	44.0	21.8	22.4	CL	A-7.6	24	13.3	17.3	10.5					
					1	0.00-0.50	50	44	36	19	NL	NP	NP	GM	A-1-b	0	9.6							
La Gloria	Altos del Virrey	19	4005294	45	1	0.00-0.20	51	44	39	17	22.5	16.3	6.2	GC-GM	A-2.4	0	28.8					I		
					2	0.20-0.90			100	99	42.6	26.7	13.9	NL	A-7.6	17	27.6	1.4	67.4	1.6	2.7		2.0	0.6
					3	0.90-1.50			100	99	53.5	41.8	11.9	MH	A-7.5	19	39.6							
					1	0.00-0.18	35	29	20	11	NL	NP	NP	GP-GM	A-1-a	0	12.3							
					2	0.18-0.80			100	99	48.8	25.0	20.8	CL	A-7.6	24	20.7							
					3	0.80-1.50			100	99	21.7	20.6	1.1	ML	A-4	0	13.2	7.1						
					1	0.00-0.08	29	25	21	15	NL	NP	NP	GM	A-1-a	0	15.8							
					2	0.08-0.42	56	47	35	11	NL	NP	NP	SP-SM	A-1-b	0	10.4							
					3	0.42-1.50			100	96	73.0	43.6	29.4	MH	A-7.5	38	46.8	1.0	78.6	1.3	4.1		3.9	0.2
					1	0.00-0.10	60	47	36	16	NL	NP	NP	SM	A-1-b	0	17.1							
					2	0.10-0.40	61	53	45	34	NL	NP	NP	GM	A-2.4	2	14.0							
					3	0.40-1.50			100	97	73.1	51.5	21.6	MH	A-7.5	32	56.6	1.2	40.9	3.1	5.0		2.8	0.2

Fuente: Contrato IDU-UEL-4-20-93-2009 SESAC-INGEOCIM

Figura 28 Tabla Resumen Resultados Ensayos de Laboratorio (apiques 20-21)

UPZ	Barrio	Tramo	CIV	APIQUE N.º	MUESTRA		GRANULOMETRIA				PLASTICIDAD			CLASIFICACION			Wn (%)	ρ (g/cm³)	CBR %					SUBRASANT E TIPO
					No.	PROFUN (m)	% PASA TAMIZ				LL(%)	LP(%)	IP(%)	USC	AASHTO				PDC (mm/golpe)	CBR CONO (%)	INALTERADO			
							No. 4	No. 10	No. 40	No. 200					GRUPO	IG					Wn (%)	SUM	EXP %	
Sosiego	Sosiego	23	4000526	53	1	0.00-0.10	53	48	38	21	34.0	19.7	14.3	GC	A-2-6	0	15.6						I	
					2	0.10-1.10			100	97	65.0	23.4	42.5	CH	A-7-6	47	29.8							
					3	1.10-1.50			100	97	39.7	26.6	13.1	ML	A-6	15	25.4	1.4	24.4	6.5	7.7	3.6		0.6
			4000526	54	1	0.00-0.40	44	37	26	14	NL	NP	NP	GM	A-1-a	0	15.8							
					2	0.40-1.20			100	95	41.7	26.4	15.3	ML	A-7-6	17	31.6	1.4	32.0	4.4	5.2	3.0		0.4
					3	1.20-1.50			100	99	27.8	23.3	4.5	GM	A-1-b	0	14.4							
20 de Julio	Bello Horizonte	29	4002500	66	1	0.00-0.25	53	46	39	19	27.8	23.3	4.5	GM	A-1-b	0	15.2						I	
					2	0.25-0.63	61	49	36	15	NL	NP	NP	SM	A-1-b	0	15.2							
					3	0.63-0.85	87	85	83	71	NL	NP	NP	ML	A-4	6	19.4							
			4002500	67	4	0.85-1.50			100	99	25.0	16.1	8.5	CL	A-4	7	16.5	1.5	50.1	2.4	3.5	2.9		1.1
					1	0.00-0.48	45	40	35	22	45.3	25.6	18.7	GC	A-2-7	0	13.3							
					2	0.48-1.58			100	99	40.9	24.2	16.7	CL	A-7-6	19	19.8	1.3	59.6	1.9	3.7	1.8		1.0
4002500	68	1	0.00-0.57	42	40	36	21	32.4	22.7	9.7	GC	A-2-4	0	11.4										
		2	0.57-1.50	83	79	73	49	34.9	25.9	9.0	SM	A-4	2	30.1	1.3	85.0	1.1	1.6	1.4	0.1				
		3	1.50-1.50			100	99	25.0	16.1	8.5	CL	A-4	7	16.5	1.5	50.1	2.4	3.5	2.9	1.1				
20 de Julio	Bello Horizonte	20	30001275	19	1	0.00-0.20	54	48	43	13	NL	NP	NP	GM	A-1-b	0	23.7						I	
					2	0.20-0.54	82	73	59	31	NL	NP	NP	SM	A-2-4	2	11.1							
					3	0.54-1.00	87	82	76	39	NL	NP	NP	SM	A-4	2	9.8							
			30001275	20	4	1.00-1.50	91	87	80	78	46.5	24.4	24.1	CL	A-7-6	19	17.6		14.6	13.3				
					1	0.00-0.20	63	59	54	38	NL	NP	NP	GM	A-4	2	11.1							
					2	0.20-0.40	100	96	63.5	31.1	32.4			CH	A-7-5	38	25.2							
30001275	20	3	0.40-0.70	100	97	42.2	24.4	17.8			CL	A-7-6	19	21.8										
		4	0.70-1.20	100	95	52.8	34.3	18.5			MH	A-7-5	23	29.0	1.4	40.0	3.2	2.8	2.5	0.7				
		1	0.00-0.40	68	54	60	45	NL	NP	NP	GM	A-4	3	8.1										
20 de Julio	Bello Horizonte	27	30001276	21	2	0.40-0.90			100	36.2	23.0	13.2	CL	A-6	14	18.8						I		
					3	0.90-1.35			100	97	40.1	20.8	19.3	CL	A-6	20	20.7	1.5	30.0	4.8	3.3		2.7	0.8
					4	1.35-1.50			100	97	29.8	17.2	12.6	CL	A-6	11	15.8							
			30001276	22	1	0.00-0.37	67	60	52	25	NL	NP	NP	SM	A-2-4	1	9.5							
					2	0.37-0.80			100	97	40.2	29.7	10.5	ML	A-7-6	13	15.1		39.5	3.3				
					3	0.80-1.50			100	97	35.7	33.6	2.1	ML	A-4	5	29.4							
4005374	20	1	0.00-0.42	55	50	37	11	29.7	24.9	4.8	GP-GM	A-1-b	0	25.3										
		2	0.42-1.10			100	99	28.6	18.1	10.5	CL	A-7-6	10	31.5	1.1	32.5	4.3	5.1	4.4	0.5				
		3	1.10-1.50			100	97	35.7	33.6	2.1	ML	A-4	5	29.4										
4005374	21	1	0.15-1.50			100	95	66.7	58.3	8.4	MH	A-5	19	37.3	1.1	91.2	1.0	5.1	4.4	0.5				

Fuente: Contrato IDU-UEL-4-20-93-2009 SESAC-INGEOCIM

DE BOGOTÁ D.C.

En lo concerniente a las características de expansividad, a juzgar por los valores medidos en los ensayos de CBR, el umbral crítico de 2.0% no es alcanzado (oscila entre 0.1% y 0.5%). Desde la perspectiva de límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP), la variabilidad de la calificación es notoria, entre bajo y muy alto.

En todos los escenarios se considera el mejoramiento del suelo de subrasante - toda vez que priman suelos arcillosos y limosos de alta plasticidad - mediante el aporte de material granular tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas, este último para acoger la política distrital de empleo de residuos de construcción y demolición (RCD). En tal sentido, el aporte de estos materiales se traduce en el incremento en la resistencia del suelo natural, en términos de Módulo Resiliente y CBR equivalentes, valores incluidos en las respectivas modelaciones.

En el ámbito de Espacio Público asociado a las Estaciones y Andenes Peatonales, se eligió el caso de mayor criticidad como es hallar suelos de subrasante de valores de CBR menores a 3.0% o S2 según la Cartilla de Andenes, en el entendido que según la información recopilada, se encontraron valores de tal magnitud, además, según todos los sondeos practicados, es común la presencia de rellenos antrópicos de espesores importantes que sobreyacen al terreno natural, de naturaleza fina, cohesiva y plástica.

Al compartir la disciplina geotécnica el resultado de la exploración para factibilidad, consistente en cinco sondeos hasta 15m de profundidad, que es contrastada con aquella que se realizó en el marco del Convenio Interadministrativo 2012-1531, es común la presencia de un estrato superficial catalogado como relleno antrópico heterogéneo, con presencia de material indeseable, de espesores entre 2.5m y 3.5m, sobre un estrato de suelo de naturaleza fluvio-glaciar de 6.5m de espesor medio, subyacente por suelo residual de tipo arcilloso, cuya roca parental es blanda, arcillolita. Aunque la finalidad y utilidad de la investigación subsolar es para cimentaciones, excavaciones y estructuras de contención, para pavimentos se puede colegir que el suelo natural de subrasante, que predomina en los sectores de interés, es de naturaleza arcillosa, de hecho, así lo ratifica la información secundaria recopilada y que sirvió de base para el establecimiento de los módulos resilientes y de reacción a partir de los cuales se modelaron las alternativas de estructura de pavimento.

La Alcaldía Local de San Cristóbal entregó al Consultor información relacionada con los contratos de obra pública No. 317-2019, 340-2019 y de consultoría No. 209-2017. Para la Estación Altamira el Contrato 340-2019 se encontró la siguiente información:

Figura 29 Información del Contrato 340-2019

2.2 LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

La actualización y/o ajustes de diseños y construcción de la malla vial se desarrollarán en los siguientes tramos:

Tabla 2. Localización de tramos a intervenir.

GRUPO 3						
IDENTIDAD			UBICACIÓN TRAMO VIAL			
Numero CMVBBC	Nombre	CIV	Barrio	Eje Vial	De	A
	UPZ 50					
1	La Gloria	4007224	Altos Del Virrey	Cll 43 A Bis Sur	Kr 17 Bis Este	Kr 17 A Este
2	La Gloria	4007223	Altos Del Virrey	Kr 17 Bis Este	Cll 43 A Bis Sur	Cll 43 A Bis A Sur
3	La Gloria	4005040	Altos Del Virrey	Kr 17 A Este	Cll 42 C Bis B Sur	Cll 42 D Sur
4	La Gloria	50007951	Altos Del Virrey	Kr 17 A Este	Cll 42 D Sur	Cll 42 D Bis Sur
5	La Gloria	4005073	Altos Del Virrey	Cll 42 D Bis Sur	Kr 17 A Este	Tv 16 C Este
6	La Gloria	4005480	Altos Del Virrey	Diag 46 A Sur	Tv 16 C Este	Cll 46 A Bis A Sur

GRUPO 3						
IDENTIDAD			UBICACIÓN TRAMO VIAL			
Numero CMVBBC	Nombre	CIV	Barrio	Eje Vial	De	A
	UPZ 50					
7	La Gloria	4005497	Altos Del Virrey	Diag 46 A Sur	Tv 16 C Este	Cra 16 A Este
8	La Gloria	4005352	Altos Del Virrey	Cra 16 Bis Este	Cll 46 Sur	Cll 44 B Sur
9	La Gloria	4005530	Puente Colorado	Cra 15 Este	Cll 46 Sur	Calle 46 A Bis A Sur
10	La Gloria	4005079	Moralba	Tv 15 A Este	Cll 43 Sur	Cra 16 A Este
11	La Gloria	4007971	Quindío	Cra 16 D Este	Diag 46 C Sur	Cll 46 B Bis Sur
12	La Gloria	4007972	Quindío	Cll 46 C Sur	Cra 16 D Este	Cra 17 B Este
13	La Gloria	4004898	Altamira	Cll 42 B Sur	Kr 12 A Este	Kr 12 B Este
14	La Gloria	4008458	Altos Del Poblado	Cra 8 B Bis Este	Cll 40 Sur	Cll 40 A Sur
15	La Gloria	4002378	Guacamayas Iv	Kr 4 C	Cll 39 D Sur	Cll 39 C Sur
16	La Gloria	4002411	Guacamayas Iv	Kr 4 C	Kr 3 B	Cll 39 D Sur
17	La Gloria	4002441	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 3 A Bis	Kr 3 B
18	La Gloria	4002490	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 3 A	Kr 3 A Bis
19	La Gloria	4002572	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 3 Bis	Kr 3 A
20	La Gloria	4002689	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 2 R	Kr 3 Bis
21	La Gloria	4002814	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 2 M Bis	Kr 2 N
22	La Gloria	4002785	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Cra 2 N	Cra 2 R
23	La Gloria	4002849	Guacamayas Iv	Cll 39 F Sur	Kr 2 M	Kr 2 M Bis

Fuente: CONSORCIO MALLA VIAL BBC

Fuente: Contrato IDU 340-2019

DE BOGOTÁ D.C.

MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

En el informe realizado para la etapa de factibilidad se presentaron las memorias de cálculo y el plano de localización de los apiques indicados en la Figura 24 Resumen de resultados de ensayos de laboratorio.

7 RESULTADOS DEL INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO PRELIMINARES DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Del Plan de Exploración para Pavimentos INF-PAV-CASC-102-21 versión 04 presentado el día 28 de septiembre de 2021, se extrae para cada estación y vías aledañas la siguiente información:

7.1 Estación de Transferencia 20 de julio:

La Estación de Transferencia que se implantará es la Alternativa identificada como 4, la ubicación corresponde al parqueadero de vehículos particulares ubicado al costado izquierdo de la losa de estacionamiento de articulados sobre la calle 30ª Sur. Las ventajas que ofrece esta propuesta, es que afecta de manera mínima la operación de los buses dentro del portal y también permitiría contar con un acceso independiente a la futura estación de transferencia, permitiendo accesos y salidas de usuario del sistema de Cable de manera independiente a la Operación del Portal, evitando cruzamiento de flujos en zonas comprometidas al interior. Para los usuarios del Cable cuyo destino final requiera continuar con el uso de transporte público terrestre del portal, se tendrá una conexión con una pasarela elevada para confinar y mantener en resguardo a los usuarios. Las vías aledañas a la futura estación se encuentran en buen estado.

Los andenes, fuera de la Estación, ofertan buen estado, toda vez que se intervinieron en el marco de la construcción del Portal. Al interior, es de interés las zonas blandas que bordean el sitio elegido, que actualmente sirven para el estacionamiento de motocicletas.

Figura 30 Estado de las Vías alrededor de la Estación 20 de Julio



Fuente: Informe INF-PAV-CASC-102-21 V.04 "PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS"

7.2 Estación Intermedia La Victoria:

Se presenta a continuación el reporte fotográfico que se presentó en el Informe INF-PAV--CASC-102-21 V.04 “PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS”, estado de las Vías que bordean la Estación:

Figura 31 Estado de las Vías que bordean la Estación La Victoria



Informe INF-PAV--CASC-102-21 V.04 “PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS”

Figura 32 Estado de las Vías que rodean a la Estación La Victoria



Informe INF-PAV-CASC-102-21 V.04 "PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS"

Los andenes para tránsito peatonal poseen variadas texturas o capa de rodadura (concreto hidráulico, tablón de gres y adoquines de arcilla), presentan de regular a mal estado aquellas superficies en losas de concreto, en tanto que las de tablón y adoquines, por ser más recientes, su estado es favorable. Longitudinalmente no hay un perfil continuo en virtud a la configuración mediante terraceo de los predios.

Hay zonas de andenes deprimidas en comparación con el nivel de rasante de la calzada vehicular.

7.3 Estación Retorno Altamira:

Las vías que rodean a la futura estación se encontraron los siguientes daños:

Figura 33 Estado de Vías que rodean la Estación Altamira



Informe INF-PAV-CASC-102-21 V.04 "PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS"

En relación a los andenes del espacio público, predominan las superficies en concreto, pero su estado, según los múltiples daños apreciados (fracturas, desgaste, presencia de plántulas y pasto que afloran por las fisuras y desportillamiento de bordillos), es bastante precario. Algunos accesos a predios los niveles están bajos respecto a la calzada.

Figura 34 Estado de Andenes Estación Altamira



Informe INF-PAV-CASC-102-21 V.04 "PLAN DE EXPLORACIÓN PAVIMENTOS
PARA LA FASE DE DISEÑOS DEFINITIVOS"

En el Capítulo 2 se describieron las obras a realizar de acuerdo a los diseños hidráulicos, esto implica el levantamiento de las losas de concreto en las vías alrededor de las estaciones La Victoria y Altamira.

 <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

8 RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA

En el documento INF-PAV-CASC-102-21 V.5 se planteó toma de muestras y ensayos de laboratorio para realizar el análisis de subrasante y materiales en cada estación, uno (1) en la Estación 20 de Julio, siete (7) para las vías alrededor de la Estación La Victoria y cinco (5) para las vías que bordean la Estación Altamira y uno (1) en cada sitio donde se implantarán las veintiun (21) pilonas que se requiere construir. La cantidad presupuestada inicialmente y la cantidad real de ejecución de laboratorio solicitado mediante ordenes de ensayo tramitadas en el mes de octubre de 2021, convalidadas por la Interventoria, se presenta en la siguiente tabla:

Figura 35 Cantidad de laboratorios ejecutados según ordenes de ensayo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD PROPUESTA PLAN DE EXPLORACIÓN V2	CANTIDAD ORDEN DE ENSAYOS PROYECTADA POR CAL Y MAYOR
1	Contenido de humedad INV E 122 NTC 1495	UN	44	38
2	Límites de Atterberg INV E-125 -126-07	UN	44	38
3	Granulometría INV-E-123-07 (lavado - suelos finos)	UN	14	44
4	Granulometría Hidrometría INV-E-124-07	UN	0	18
5	Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales INV E-235	UN	22	16
6	Contenido de materia Orgánica INV E -121- 07	UN	22	23
7	Determinación De Los Factores De Contracción De Los Suelos Inv E 127	UN	31	26
8	Determinación del Potencial de cambio Volumétrico de un suelo empleando el aparato de Lambe INV E 120	UN	22	14
10	CBR SOBRE MUESTRA INALTERADA (SUELOS COHESIVOS)	UN	31	23
11	CBR - Relación de soporte del suelo en laboratorio material granular (Método 1) (Incluye Proctor) INV E 148 NTC 2122	UN	13	4
12	Módulo Resiliente De Suelos Y Agregados (INV E 749)	UN	2	2
13	Coefficiente de permeabilidad en campo por el método de percolación	UN	3	3

Fuente: Laboratorio Pavimentos&Geotecnia

Los apiques formulados para obtener la información complementaria, fueron presentados en el Plan de Exploración de Pavimentos para la Fase de diseños definitivos.

A continuación presentamos las coordenadas de los sitios donde se perforó el pavimento si estaba en mal estado, o si estaba el pavimento en buen estado se perforaba la zona en espacio público:

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

Tabla 3 Coordenadas apiques presentadas en el Plan de Exploración de Pavimento

APIQUE	NOMENCLATURA URBANA	COORDENADAS		PROF.
		LATITUD	LONGITUD	
AP-ELV-01	Calle 41 Sur entre Cras 3A Este y 3C Este – CIV:4003781	4°33'5.00" W	74°05'39.04" N	1.50
AP-ELV-02	Calle 41 Sur entre Cras 3A Este y 3C Este – CIV:4003781	4°33'4.21" W	74°05'36.49" N	1.50
AP-ELV-03	Cra 3A Este entre Calles 41 Sur y 40A Sur – CIV:4003862	4°33'3.18" W	74°05'36.09" N	1.50
AP-ELV-04	Cra 3A Este entre Calles 40A Sur y 40 Sur – CIV:4003933	4°33'1.39" W	74°05'36.66" N	1.50
AP-ELV-05	Calle 40 Sur entre Cras 3A Este y 3C Este – CIV:4003934	4°33'1.16" W	74°05'37.77" N	1.50
AP-ELV-06	Calle 40 Sur entre Cras 3A Este y 3C Este – CIV:4003934	NO SE REALIZÓ POR ANDEN EN BUEN ESTADO		
AP-ELV-07	Cra 3C Este entre Calles 40A Sur y 40 Sur – CIV:4003881	4°33'2.38" W	74°05'40.26" N	1.50
AP-ELV-08	Cra 3C Este entre Calles 41A Sur y 41 Sur – CIV:4003802	4°33'4.44" W	74°05'39.58" N	1.50
AP-EA-01	Cra 12B Este entre Calles 43 Sur y 43A Sur – CIV:4004980	4°32'40.76" W	74°05'4.91" N	1.50
AP-EA-02	Cra 12B Este entre Calles 43 Sur y 43A Sur – CIV:4004980	4°32'38.96" W	74°05'5.28" N	1.50
AP-EA-03	Calle 43A Sur entre Carreras 12A Este y 12B Este – CIV:4004981	4°32'38.63" W	74°05'6.85" N	1.50
AP-EA-04	Cra 12A Este entre Calles 43 Sur y 43A Sur – CIV:4004968	4°32'39.52" W	74°05'7.13" N	1.50
AP-EA-05	Cra 12A Este entre Calles 43 Sur y 43A Sur – CIV:4004968	4°32'41.13" W	74°05'6.72" N	1.50
AP-EVJ-01	Calle 30A Sur entre Carreras 4 Y 5 Zona Verde	4°33'58.72" W	74°05'42.72" N	1.50
Pilona 1	Calle 30A Sur entre Carreras 4 Y 5 Zona Verde	APLICA APIQUE PARA ESTACION DEL PORTAL 20 DE JULIO		
Pilona 2	AP-T2-01 Portal 20 de Julio	4°56'48" W	74°09'51" N	1.50

APIQUE	NOMENCLATURA URBANA	COORDENADAS		PROF.
		LATITUD	LONGITUD	
Pilona 3	Entre la Carrera 2B y Calle 31B Sur	4°56'36" W	74°09'51" N	1.50
Pilona 4	Entre la Carrera 2 esquina con Calle 31C Sur	4°56'31" W	74°09'57" N	1.50
Pilona 5	Entre la Calle 31 F Sur esquina con Calle 31 F Bis Sur	4°56'10" W	74°09'48" N	1.50
Pilona 6	En la Calle 35 Sur entre las Carreras 1 y Carrera 1 Este	NO SE REALIZÓ POR ANDEN EN BUEN ESTADO		
Pilona 6 Adic	En la Calle 36 H entre las Carreras 1 y 2 Este	4°55'97" W	74°09'46" N	1.50
Pilona 7	En la Calle 36 H entre las Carreras 1 y 2 Este	4°55'70" W	74°09'46" N	1.50
Pilona 8	En la Calle 36 Sur y Carrera 2A Este	4°55'54" W	74°09'45" N	1.50
Pilona 9	En la Carrera 3 Este y la Calle 37A Bis Sur	4°55'43.23" W	74°09'42.56" N	1.50
Pilona 10	Hospital La Victoria	NO APLICA APIQUE POR ESTAR EN ZONA VERDE DENTRO DEL PREDIO DEL HOSPITAL LA VICTORIA		
Pilona 11	Calle 40 Sur con carrera 3 A Este	APLICA LA EXPLORACIÓN DE LA ESTACION LA VICTORIA		
Pilona 12	Proximidad a Pilona 14	APLICA LA EXPLORACIÓN DE LA ESTACION LA VICTORIA		
Pilona 13	Proximidad a Pilona 14	APLICA LA EXPLORACIÓN DE LA ESTACION LA VICTORIA		
Pilona 14	En la Carrera 3 C Este entre las Calles 40 A Sur y la Calle 41 Sur	APLICA LA EXPLORACIÓN DE LA ESTACION LA VICTORIA		
Pilona 15	En la Calle 41 Sur y esquina con la Carrera 4 Este	4°54'94" W	74°09'25" N	1.50
Pilona 16	No aplica realizar apique para exploración de pavimentos	NO APLICA APIQUE POR SER ZONA VERDE		
Pilona 17	En la Calle 41A Bis Sur y esquina con la Carrera 7A Este	4°54'78" W	74°08'85" N	1.50

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

APIQUE	NOMENCLATURA URBANA	COORDENADAS		PROF.
		LATITUD	LONGITUD	
Pilona 18	En la Calle 42 Sur y esquina con la Carrera 8A Este	4°54'41" W	74°08'85" N	1.50
Pilona 19	En la Carrera 11 Este entre las Calles 42 B Sur	4°54'59" W	74°08'75" N	1.50
Pilona 20	En la Calle 42b Sur y esquina con la Carrera 11c Este	4°54'59" W	74°08'75" N	1.50
Pilona 21	En la Carrera 12 Este entre las Calles 43 Sur y la Calle 43A Sur	4°54'46" W	74°08'57" N	1.50

Nota: ELV: Estación La Victoria; EA: Estación Altamira; EVJ: Estación Veinte de Julio

Fuente: Elaboración propia

8.1 Análisis de la Subrasante

Esta es una de las variables de mayor importancia en la Ingeniería de Pavimentos, porque se define la cimentación de la estructura de pavimento que se va a diseñar y es el soporte que nos debe brindar mayor estabilidad a la estructura.

La capacidad de soporte del suelo arroja valores de CBR de diseño de 1% y clasifica como un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH). Estos resultados obligan a realizar un mejoramiento con rajón en un gran espesor, el cual se calcula para obtener un CBR equivalente superior al 3%, mediante metodología IVANOV. Esta condición se presenta en las tres estaciones que involucran el proyecto de Diseño del proyecto Cable Aéreo.

En todos los escenarios se considera el mejoramiento del suelo de subrasante - toda vez que priman suelos arcillosos de alta plasticidad - mediante el aporte de material granular tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas, este último para acoger la política distrital de empleo de residuos de construcción y demolición (RCD). En tal sentido, el aporte de estos materiales se traduce en el incremento en la resistencia del suelo natural, en términos de Módulo Resiliente y CBR equivalentes, valores incluidos en las respectivas modelaciones

En el Anexo 1 Resumen de ensayos de laboratorio y perfiles estatigraficos, se encuentran los resultados de los laboratorio ejecutados y un archivo excel que resume los parámetros evaluados y mencionados en los numerales que a continuación se presentan y en el 2 encontramos los planos que tienen la información de ubicación de apiques de pilonas y apiques en las estaciones.

8.1.1 Estación La Victoria

Para la Estación La Victoria los suelos de subrasante son arcillas de alta plasticidad, clasifican por el sistema SUCS como CH, tienen un valor de CBR de 1.0%, en los apiques No.7 y No.8 el suelo que subyace es una arcilla de baja plasticidad (CL). Los ensayos de CBR arrojan valores de 1.0% sin sumergir y sumergido durante 96 horas presenta valores de 0.0%. El apique No.3 como resultado del CBR sin sumergir es de 4.0% y sumergido de 3.0%, se considera conveniente mantener el valor del CBR del suelo en 1.0%, mediante metodología IVANOV se cálculo que el CBR para diseño se fijaba en 3.32% manteniendo la premisa de diseño del módulo equivalente de la subrasante mejorada en 306 Kg/cm², valor que se escoge por lo indicado en el capítulo 11 del Anexo Técnico numeral 7.7.5 “En función del número de ejes simples equivalentes se determinará el módulo resiliente mínimo de la subrasante mejorada dando cumplimiento al siguiente criterio de:

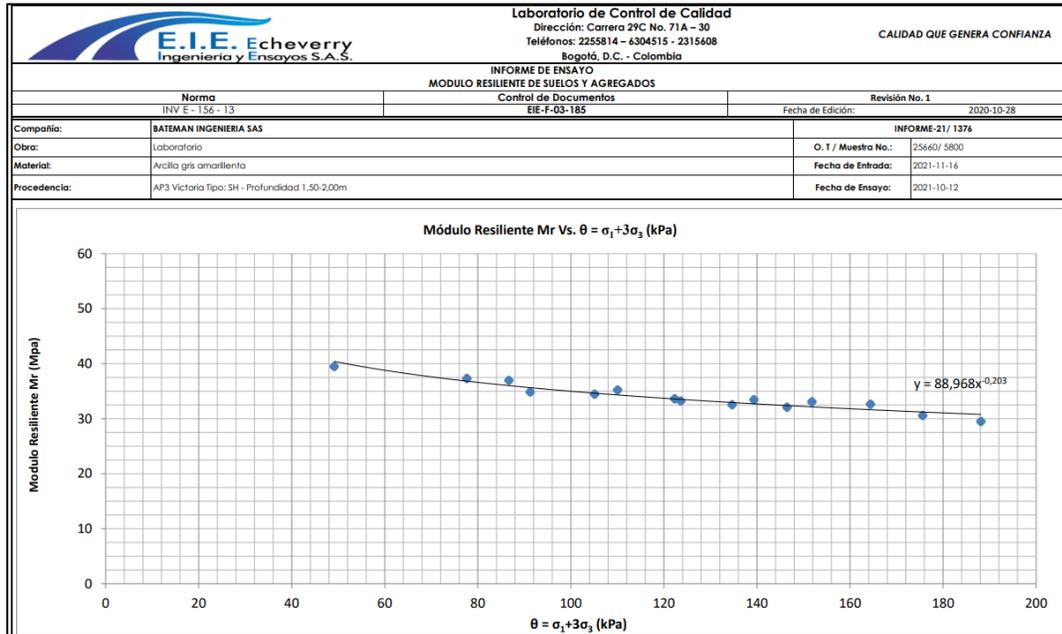
Figura 36 Módulo Resiliente de la Subrasante Mejorada

Ejes simples equivalentes (NESE)	Módulo resiliente de la subrasante mejorada
≤ 1x10 ⁷	≥ 30 MPa
> 1x10 ⁷	≥ 50 MPa

Fuente: Capítulo 11 Pavimentos

El Módulo Resiliente se registró en el laboratorio mediante la norma IDU E-156-2013 de 2013, dieron resultados valores entre 29.48 MPa y 39.48 Mpa. La norma de ensayo en el numeral 4.1 indica que este ensayo “proporciona una relación básica entre el esfuerzo y la deformación de los materiales bajo cargas repetidas...”, razón que nos llevó a concluir que los valores de módulo resiliente de la subrasante mejorada a tener en cuenta es la indicada en el cuadro anterior, mayor o igual (≥) a 30 MPa, recomendada por la Entidad. Los módulos resilientes no son en general dependientes de la presión de confinamiento (XIV CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL-IQUITOS 2003, PAME VASQUEZ LOPEZ) como se observa en la figura que a continuación se expone elaborada por el laboratorio PAVIMENTOS&GEOTECNIA:

*Figura 37 Curva Módulo Resiliente Vs Esfuerzo Desviador apique 3
Estación La Victoria*



Fuente: Ensayo de Laboratorio Módulo Resiliente Informe de laboratorio

A continuación se presenta una ilustración que indica la ubicación de los apiques realizados:

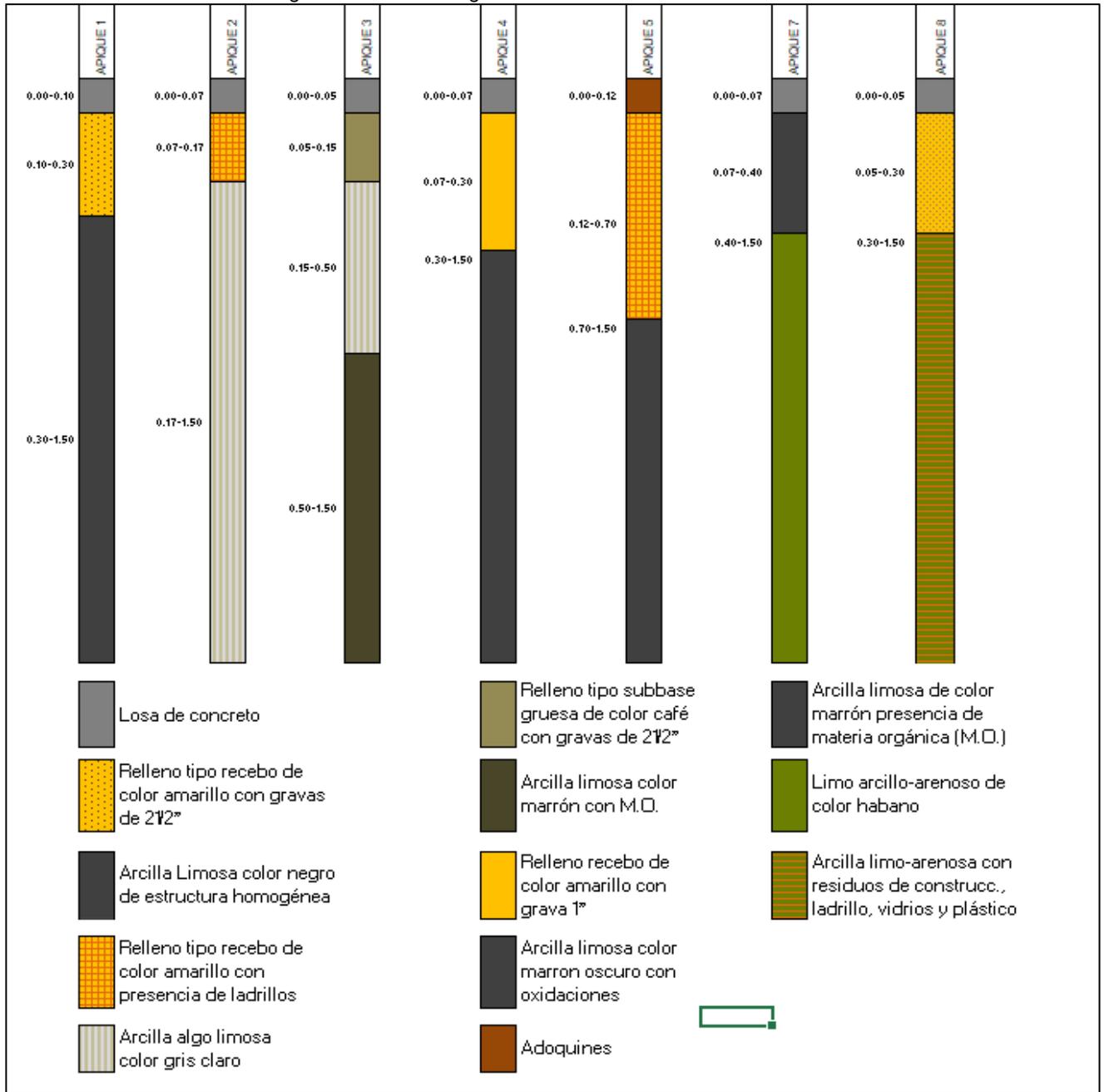
Figura 38 Localización de Apiques Estación La Victoria



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de expansividad en este sector indica que es una zona con Capacidad Volumétrica Potencial (CVP) crítica, los valores que así lo determinan es de 5 en el apique No.1 y de 4.10 en el apique No.4. Analizando los datos de límite líquido y límite plástico observamos que el grado de expansión clasifica entre alto y muy alto, si analizamos los

Figura 40 Perfil Estratigráfico Estación La Victoria



Fuente: Elaboración Propia

En los apiques 1, 4 y 8 bajo la losa de concreto se encuentra un recebo que no se va a tener en cuenta dada la intervención del proyecto para la instalación de redes hidráulicas,

sanitarias, eléctricas y digitales. Esto se presenta en el apique 3, relleno tipo subbase. En los apiques 2 y 6 se presenta un relleno tipo antrópico el cuál debe retirarse en su totalidad.

En el ámbito de Espacio Público asociado a las Estaciones y Andenes Peatonales, se eligió el caso de mayor criticidad como es hallar suelos de subrasante de valores de CBR menores a 3.0% o S2 según la Cartilla de Andenes, en el entendido que según la información primaria, se encontraron valores de magnitud 1.0%.

8.1.2 Estación Altamira

Los suelos de subrasante para esta Estación Altamira son arcillas de alta plasticidad, clasifican por el sistema SUCS como CH para los apiques No.3 y No.4 y también se tienen arcillas de baja plasticidad en los apiques No.1, No.2 y No.5. El valor de CBR es de 0.0% en los apiques No.1 y No. 5, después de ser sumergido en agua por 96 horas, aclarando que el CBR antes de inmersión es de 1.0%. Los suelos de los apiques No.2 y No.3 tienen un valor de 1.0% antes de inmersión y después de esta. El suelo del apique No.4 tienen un valor de CBR antes de inmersión de 5.0% y después de inmersión de 3.0%.

Se hace notar que el promedio aritmético de los valores de Capacidad de Soporte de Subrasante es de 1.0%. Mediante metodología IVANOV se cálculo que el CBR para diseño se fijaba en 3.32% manteniendo la premisa de diseño del módulo equivalente de la subrasante mejorada en 306 Kg/cm², valor que se escoge por lo indicado en el capítulo 11 del Anexo Técnico numeral 7.7.5 “En función del número de ejes simples equivalentes se determinará el módulo resiliente mínimo de la subrasante mejorada dando cumplimiento al siguiente criterio de:

Instituto de Desarrollo Urbano
Figura 41 Módulo Resiliente de la Subrasante Mejorada

Ejes simples equivalentes (NESE)	Módulo resiliente de la subrasante mejorada
$\leq 1 \times 10^7$	≥ 30 MPa
$> 1 \times 10^7$	≥ 50 MPa

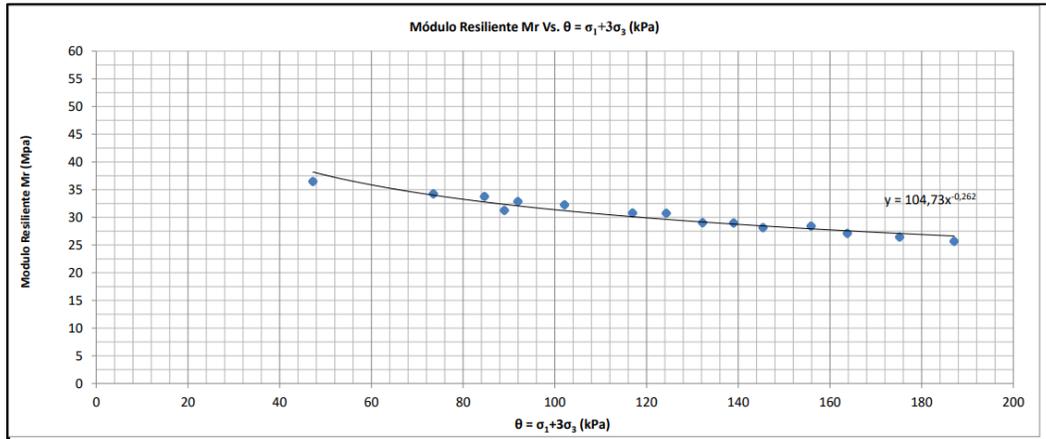
Fuente: Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico

El Módulo Resiliente se registró en el laboratorio mediante la norma IDU E-156-2013 de 2013, dieron resultados valores entre 25.66 MPa y 36.60 Mpa, el ensayo en el numeral 4.1 de la norma indica que este ensayo “proporciona una relación básica entre el esfuerzo y la deformación de los materiales bajo cargas repetidas...”, razón que nos llevó a concluir que los valores de módulo resiliente de la subrasante mejorada a tener en cuenta es la indicada en el cuadro anterior, mayor o igual (\geq) a 30 MPa, recomendada por la Entidad.

Los módulos resilientes no son en general dependientes de la presión de confinamiento (XIV CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL-IQUITOS 2003, PAME VASQUEZ

LOPEZ) como se observa en la figura que a continuación se expone elaborada por el laboratorio PAVIMENTOS&GEOTECNIA:

Figura 42 Curva Modulo Resiliente Vs Esfuerzo Desviador apique 1 Estación Altamira



Fuente: Ensayo de Laboratorio Módulo Resiliente Informe de Laboratorio

Se ilustra mediante la figura siguiente la localización de los apiques realizados en este sector:

Figura 43 Localización de Apiques Estación Altamira



Fuente: Elaboración Propia

Como descripción de los suelos tenemos lo siguiente: Los resultados de expansividad en este sector indica que es una zona con Capacidad Volumétrica Potencial (CVP) crítica, los

valores que así lo determinan es de 4.6 en el apique No.2 y de 5.0 en el apique No.4. Analizando los datos de límite líquido y límite plástico observamos que el grado de expansión clasifica bajo en el apique No.5, medio en los apiques No.1 y No.2 y alto en los apiques No.3 y No.4. Podemos observar que el grado de expansión revisando la clasificación realizada por CHEN se califica entre medio y alto. Con los rangos establecidos en Norma ID 1498 clasifica el grado de expansión entre alto y muy alto. El Índice de Liquidez en los apiques tiene valores que oscilan entre 0.2% y 0.6%, estableciendo el suelo no colapsable y el parámetro de sensibilidad es plástica. La condición para el suelo según los Resultados de Cambio Volumétrico Potencial establece que es crítica.

Los valores de Azul de Metileno calculados en los apiques No.2 y 4 permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita.

Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

En la tabla siguiente se resumen todos los resultados de los ensayos realizados a muestras de suelo ubicadas en esta Estación:

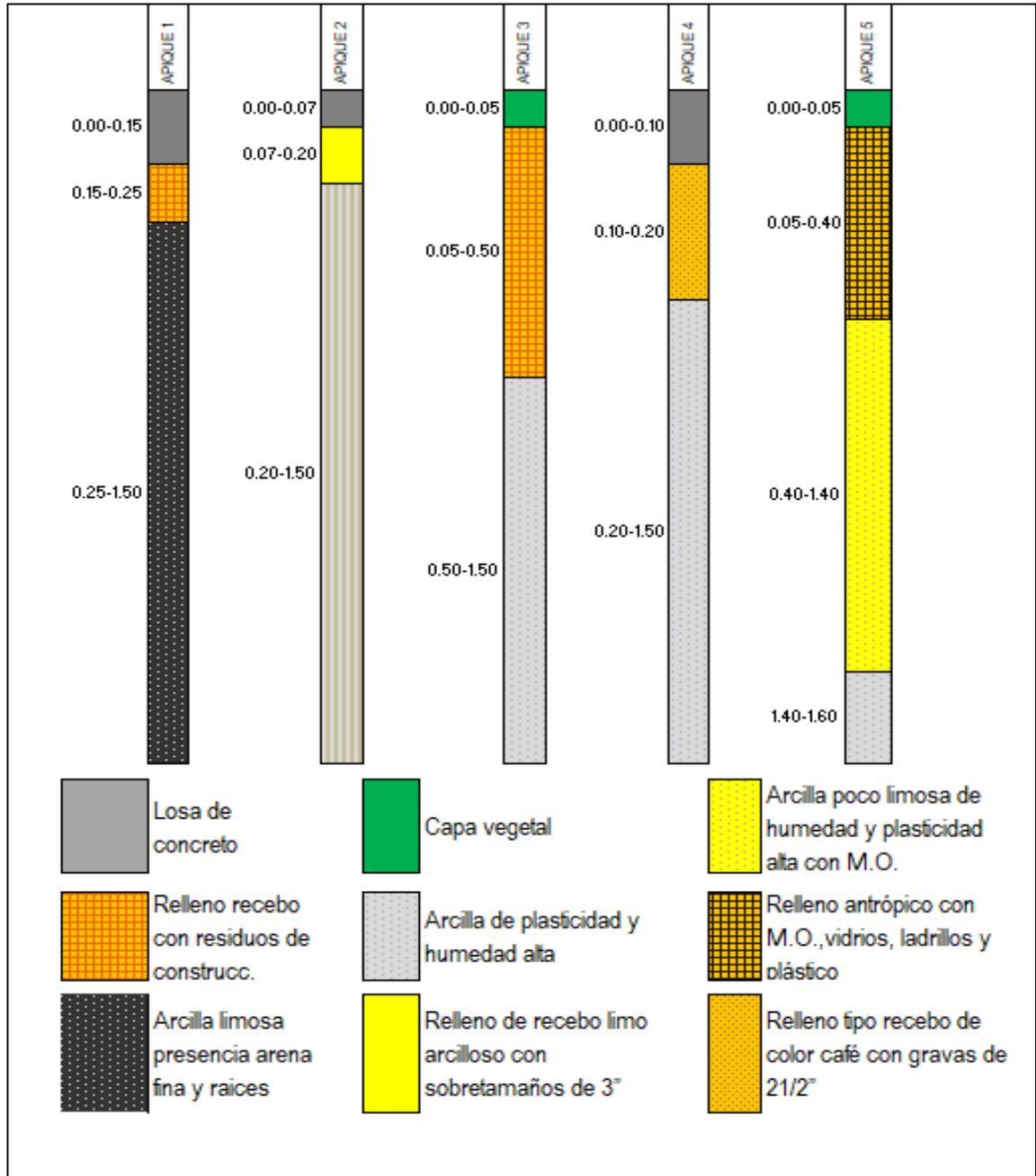
Figura 44 Resultados de Ensayos de Laboratorio Apiques Estación Altamira

Apique	MUESTRA		Humedad Natural (%)	CLASIFICACION				GRANULOMETRIA				Mat. Orgán. (%)	Límite de Contrac.	Valor Azul de Metil.	CVP	Índice de Exp. Lambe N/mm ²	Hidro metría	SIN SUMERGIR (%)		SUMERGI DO (%)			
				PLASTICIDAD				CLAS. SUCS	% PASA TAMIZ									0.1"	0.2"	0.1"	0.2"		
				Límite Liq. (%)	Límite Plast. (%)	IP	IL		No. 4	No. 10 (2mm)	No. 40											Pasa T 200 (75 microm)	
1-EALT	1	0.15-0.25																					
	2	0.25-1.50	27.8	47	19	28	0.3	CL	99	98	94	80		16				SI: M3	1	1	0	0	
2-EALT	1	0.07-0.20																					
	2	0.20-1.50	38	48	21	27	0.6	CL	99	99	98		4.4	17	28.5	4.6 Crit		SI: M2					
	3	1.5	34						97	96	94	84							1	1	1	1	
3-EALT	1	0.05-0.50																					
	2	0.50-1.50	30	55	22	33	0.2	CH	100	100	100			20									
	3	1.5	23						97	96	94	74							1	1	1	1	
4-ALT	1	0.10-0.20																					
	2	0.20-1.50	30	51	21	29	0.3	CH	100	100	100	89	2.3	18	30.1	5.0 Crit	0.046	SI: M3	5	5	3	3	
5-ALT	1	0.05-0.40																					
	2	0.40-1.40	28	40	17	23	0.5	CL	97	97	95			16									
	3	1.40-1.60	19	30	16	13	0.2		70	68	65	78						SI: M4	1	1	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Se presentan los perfiles estratigráficos obtenidos en esta zona:

Figura 45 Perfil Estratigráfico Estación Altamira



Fuente: Elaboración Propia

En los apiques 2 y 4 bajo la losa de concreto se encuentra un recebo que no se va a tener en cuenta dada la intervención del proyecto para la instalación de redes hidráulicas,

sanitarias, eléctricas y digitales. En los otros apiques se presenta un recebo tipo antrópico que se retirará completamente.

Para el Espacio Público asociado a las Estaciones y Andenes Peatonales, se eligió el caso de mayor criticidad como es hallar suelos de subrasante de valores de CBR menores a 3.0% o S2 según la Cartilla de Andenes, en el entendido y como se comentó anteriormente los valores de CBR tienen una magnitud 1.0%.

8.1.3 Estación Veinte de Julio

En la Estación Veinte de Julio se realizaron dos apiques, el apique No.1 tiene información geotécnica de la primera capa con profundidad 0.05 m a 0.15 m y este suelo clasifica según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos como arena arcillosa (SC) pero con Índice de Liquidez menor (<) (-) 1.0%. El segundo apique se realizó en profundidad 0.07 m a 1.50 m clasificando como grava pobremente gradada (GP), el Índice de Liquidez es de (-) 1.40%. Con estos valores de Índice de Liquidez las características del suelo son: comportamiento “colapsable” y sensibilidad “frágil”:

Tabla 4 Característica del Suelo según el Índice de Liquidez

ÍNDICE DE LIQUIDEZ		
IL (%)	COMPORTAMIENTO	SENSIBILIDAD
< 0,0	Colapsable	Frágil
0,0 < IL < 1,0	No Colapsable	Plástico
> 1,0	Expansivo	Viscoso

Fuente: Norma INVIAS 132-2013

Una conclusión a partir del Límite Líquido del apique No.1 igual a 94%, los valores reportados por CHEN No.1 (Norma INVIAS 132-2013) precisa que el grado de expansión del suelo es “Muy Alto”.

A continuación se presenta la siguiente tabla reportando los valores indicados en el párrafo anterior:

Figura 46 Resultados de Laboratorio de muestras de suelo Estación 20 de Julio

Apique	MUESTRA		Humedad Natural (%)	CLASIFICACION				GRANULOMETRIA				Mat. Orgán. (%)	Limite de Contrac.	Valor Azul de Metil.	CVP	Indice de Exp. Lambe N/mm2	Hidro metría	SIN SUMERGIR (%)		SUMERGI DO (%)		
	Muestra	Profund. (m)		PLASTICIDAD				% PASA TAMIZ										0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	
	Limite Liq. (%)	Limite Plast. (%)		IP	IL	CLAS. SUCS	No. 4	No. 10 (2mm)	No. 40	Pasa 1 200 (75 microm)	0.1"							0.2"	0.1"	0.2"		
1-E20 J	1	0.05-0.15	39	94	66	28	-1	SC	63	55	51	50		38								
	2	0.15-1.50														SI:M2						
2-E20 J	1	0.07-1.50	1	27	16	11	-1.4	GP	27	8	5											

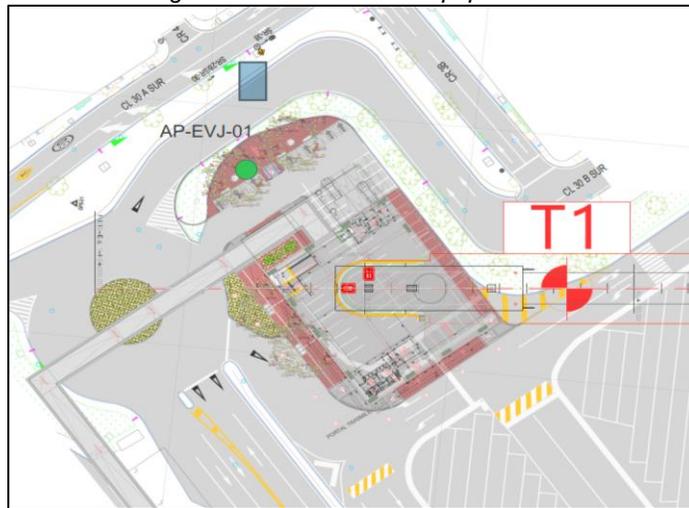
Fuente: Elaboración Propia

Aunque no se realizó ensayo de CBR en laboratorio, se realizó la prueba del PDC dando valores de 0.98% y de 2.16%, en apique No.1 y No.2 respectivamente. Estos valores de PDC se pueden consultar en el archivo del Anexo 1 Resumen ensayos de laboratorio, en las pestañas de color amarillo “Geotecnia Vial-1-20 Julio y Geotecnia Vial-2-20 Julio”.

Con todos los resultados presentados y comentados, se clasifica este suelo con CBR < 3%, en la Cartilla de Andenes del IDU se resuelve la disyuntiva del tipo de intervención a realizar.

La localización del apique No.1 se presenta a continuación:

Figura 47 Localización de apique No.1



Fuente: Elaboración Propia

El apique No.2 no se consideró tomar este apique en el Plan de Exploración emitido pero en terreno se decidió su ejecución.

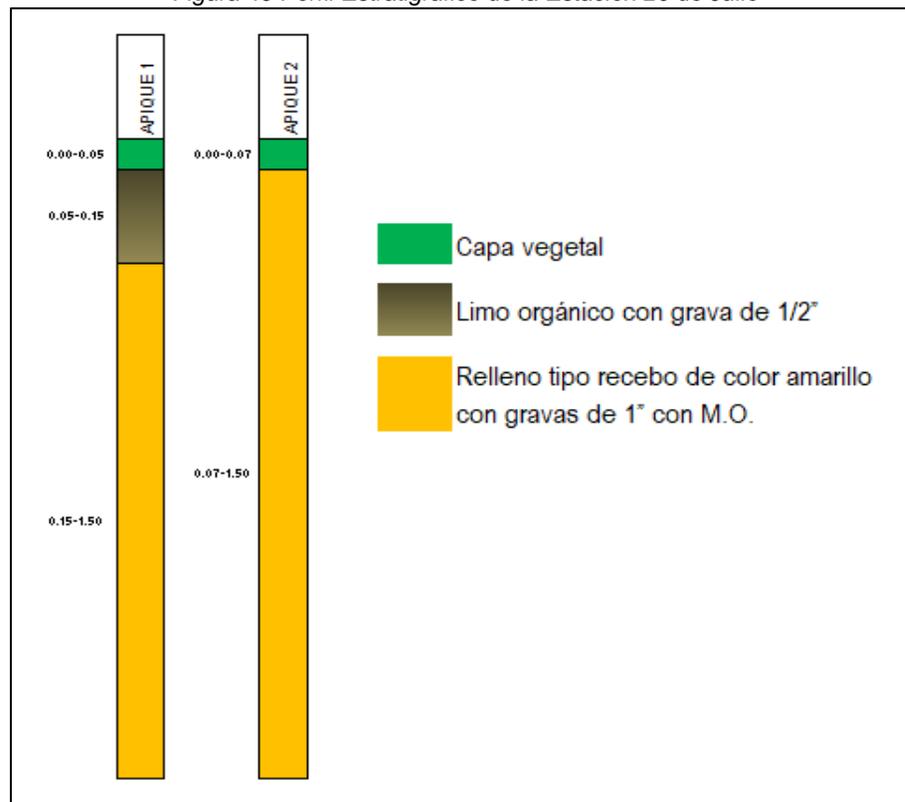
Figura 48 Localización apique No.2

 PAVIMENTOS Y GEOTECNIA SAS		LOCALIZACIÓN	
PROYECTO:	Metro cable san cristobal sup		
LOCALIZACIÓN:	Portal 20 de julio	FECHA:	21-OCT-21
REALIZÓ:	Arcejo gonzalez	Municipio/Depto.	Bogotá D.C. Cundinamarca
<p>Esquema de la Localización</p> <p style="text-align: right;">APIQUE No. ORIENTE</p> <p style="text-align: center;">02</p> <p>← NORTE</p> <p>Entrada Norte</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Zona Mantenimiento Portal 20 de julio</p> <p style="text-align: right;">Parqueadero.</p>			

Fuente: Elaboración Propia

Los perfiles estratigráficos de los dos apiques se presentan a continuación:

Figura 49 Perfil Estratigráfico de la Estación 20 de Julio



Fuente: Elaboración Propia

8.1.4 Pilonas

Son veintitres (23) pilonas, de las cuáles se reporta ensayos de laboratorio para quince (15) pilonas de humedad natural, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, índice de liquidez, clasificación según el SUCS, materia orgánica, límite de contracción, valor azul de metileno, cantidad volumetrica potencial-CVP, hidrometría y CBR.

También se presenta la localización de los apiques y perfiles estratigráficos para cada pilona.

Con los resultados obtenidos, la intervención del espacio público bajo esta especialidad "Pavimentos" se definirá a partir de una subrasante con CBR < 3%, propuesta en la Cartilla de Andenes del IDU.

Los resultados de la exploración geotécnica se presentan a continuación:

Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas

Apique	MUESTRA		Humedad Natural (%)	CLASIFICACION				GRANULOMETRIA				Mat. Orgán (%)	Limite de Contrac.	Valor Azul de Metil.	CVP	Indice de Exp. Lambe N/mm2	Hidro metria	SIN SUMERGIR (%)		SUMERGI DO (%)			
				PLASTICIDAD				CLAS SUCS	% PASA TAMIZ									0.1"	0.2"	0.1"	0.2"		
				Limite Liq. (%)	Limite Plast. (%)	IP	IL		No. 4	No. 10 (2mm)	No. 40											Pasa 1 200 (75 microm)	
PILONA 3	1	0.10-1.00																					
	2	1.00-1.50	32	64	20	44	N/A	CH	100	100	99	87	2.3	12	36	6.2 Muy C	0.08	SI: M3	2	2	0	0	
PILONA 4	1	0.10-0.90	11	21	18	3	-2.3	SM	57	48	36		0.5										
	2	0.90-1.50	20	48	20	28	0	CL	94	94	92	97	2.8	13	36	6.4 Muy C	0.084	SI: M3	2	2	1	1	
PILONA 5	1	0.00-1.50	15	32	15	17	0	SC	69	66	62	41	3.8	14						2	2	1	1
PILONA 6	1	0.10-0.60	32	65	19	46	0.3	CH	100	100	100		14										
	2	0.60-1.5	20	47	15	32	0.2	CL	100	100	100	100	2.5	2.5	25.3	7.8 Muy C	0.13	SI: M3	5	5	1	1	
PILONA 6 ADIC	1	0.05-1.50	15	39	20	19	-0.3	SC	62	57	50	43							SI: M1				
PILONA 7	1	0.05-0.30																					
	2	0.30-1.5	23	59	19	40	0.1	CH	92	92	91	89	4.8	11	41	6.0 Muy C	0.072	SI: M3	7	6	2	2	
PILONA 8	1	0.04-1.00	15	50	27	23	-0.5	GC	45	42	37	--	8.1	22	14.8	0.6 No C	0.02						
	2	1.00-1.50																					
PILONA 9	1	0.1-0.50																					
	2	0.50-1.50	18	34	19	15	-0.1	GC	46	39	32	44	3.6	18	12.3			SI: M3					
PILONA 15	1	0.07-1.30	26	30	14	17	0.7	CL	91	89	84												
	2	1.30-1.50	24	25	11	16	0.8	CL	95	94	91	73	1.3	10	14.8	4.7 Crit	0.04	SI: M3	1	1	1	1	
PILONA 17	1	0.07-0.35																					
	2	0.35-1.50	29	40	19	21	0.5	CL	96	95	92	80	6.3	17	11.6			SI: M3	5	5	3	3	
PILONA 18	1	0.25-0.50	58	68	41	27	0.6	SC	99	99	99												
	2	0.50-1.50	19	23	12	11	0.6	CL	100	100	99	85	1.5	10	9.3	0.83 No C	0.005	SI: M4	3	3	2	2	
PILONA 19	1	0.10-0.15																					
	2	0.15-0.40																					
	3	0.40-1.00	14	NL	NP			SM	56	51	46		4.1										
	4	1.00-1.5		48	17	31		CL	99	99	99	72	4.5	16	35	6.1 Muy C	0.078	SI: M5	4	4	1	2	
PILONA 20	1	0.07-1.30																					
	2	1.30-1.5	24	41	14	27		CL	99	99	98	90	6.3	14	25			SI: M3	2	2	2	2	
PILONA 21	1	0.05-0.40																					
	2	0.40-1.50	28	45	17	28		CL	100	100	99	88	1.8	16	29.5	6.3 Muy C	0.08	SI: M3	2	2	1	1	

Fuente: Elaboración Propia

DE BOGOTÁ D.C.

MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano

La localización de los apiques realizados en las pilonas se muestra a continuación:

✓ **Pilona 1**

Para este apique se toma la información obtenida para la Estación 20 de Julio.

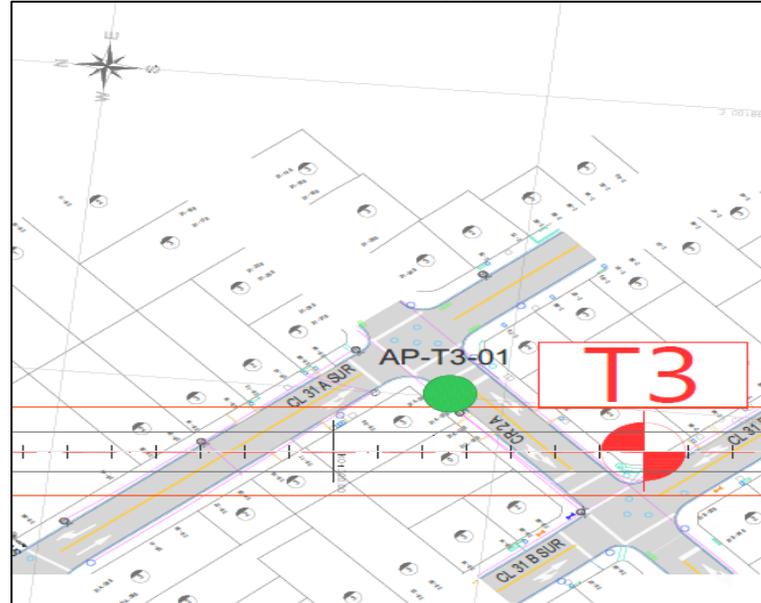
✓ **Pilona 2**

Esta referenciado como apique AP-T2-01 de la Estación 20 de Julio.

✓ **Pilona 3**

La localización del apique de esta pilona se muestra en la siguiente figura:

Figura 51 Localización apique Pilona 3



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, se concluye que el suelo clasifica como una arcilla de alta plasticidad, son arcillas con límite líquido superior a 50%, con Cambio Volumétrico Potencial (CVP) de 6.2 catalogando el potencial de expansión del suelo “Muy Crítico”.

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de CBR=0.

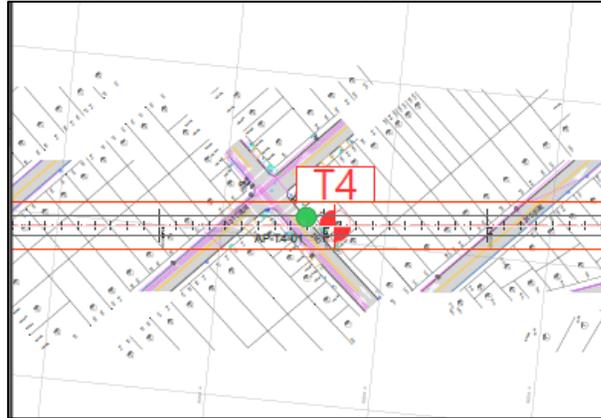
Este tipo de suelo clasificado como CH en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es deficiente, la compresibilidad en estado compacto y saturado es elevada. La facilidad del tratamiento en obra es deficiente. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 4**

La localización del apique No.4 asociado al Espacio Público se muestra en la siguiente figura:

Figura 52 Localización del apique en Pilonas 4



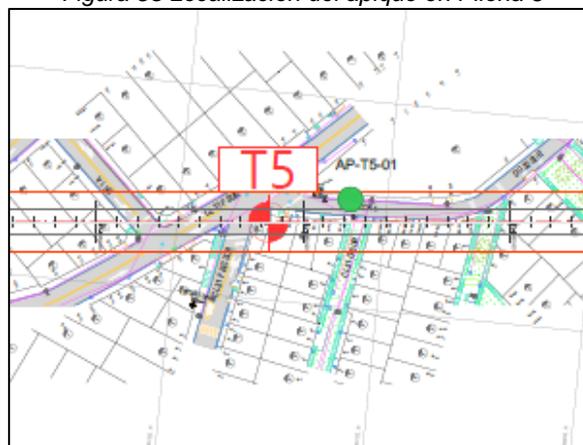
Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, se concluye que el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL), tiene un límite líquido cercano a 50%, con Cambio Volumétrico Potencial (CVP) de 6.4 asignando el potencial de expansión del suelo "Muy Crítico". Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de CBR=1%. Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman). El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 "Carta de Clasificación de Suelos Finos" que se encuentra en la norma INV E 182-2013

✓ **Pilona 5**

La localización del apique No.5 asociado al Espacio Público se muestra en la siguiente figura:

Figura 53 Localización del apique en Pilonas 5



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, el suelo de subrasante clasifica como arena arcillosa (SC), mezcla de arena y arcilla mal graduada (Mecánica de Suelos, T.William Lambe y Robert V. Whitman).

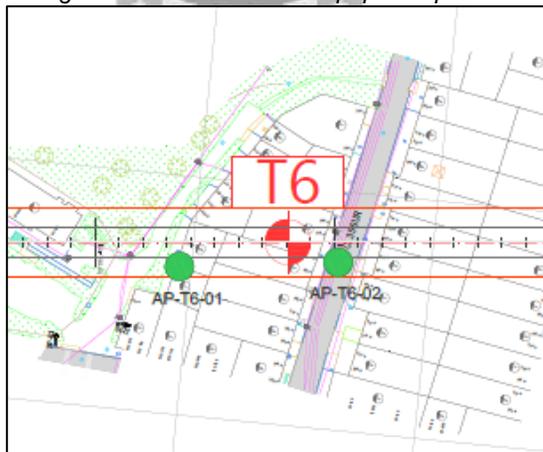
Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=1\%$.

Este suelo en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es buena a regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es baja. La facilidad del tratamiento en obra es buena.(Mecánica de Suelos, T.William Lambe y Robert V. Whitman).

✓ Pilona 6

La localización del apique No.6 se muestra en la siguiente figura, se aclara que en este punto se realizó un segundo apique:

Figura 54 Localización del apique en pilona 6



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL), tiene un límite líquido cercano a 50%, con Cambio Volumétrico Potencial (CVP) de 7.8, el potencial de expansión del suelo es "Muy Crítico".

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=1\%$.

Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular.(Mecánica de Suelos, T.William Lambe y Robert V. Whitman).

Para el apique No.6-2, en la Figura anterior el suelo de subrasante clasifica como arena arcillosa (SC), mezcla de arena y arcilla mal graduada (Mecánica de Suelos, T.William Lambe y Robert V. Whitman).

No se realizó el ensayo de capacidad de soporte de la subrasante.

El Índice de Liquidez arrojó un valor de -0.3 indicando un comportamiento No Colapsable y sensibilidad plástica (ver Figura 50).

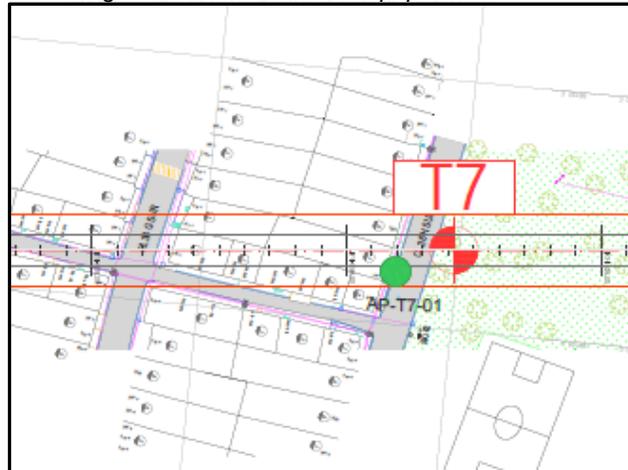
Este suelo en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es buena a regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es baja. La facilidad del tratamiento en obra es buena. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 "Carta de Clasificación de Suelos Finos" que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 "Límites de Atterberg de minerales arcillosos" del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento "Geotécnia con Enfoque en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ Pilona 7

La localización del apique de la pilona 7 se muestra en la siguiente figura:

Figura 55 Localización del apique en Pilona 7



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 50 Resultados exploración geotécnica de Pilonas, concluimos que el suelo clasifica como una arcilla de alta plasticidad (CH), son arcillas con límite líquido superior a 50%, con Cambio Volumétrico Potencial (CVP) de 6.0 lo que significa que el potencial de expansión del suelo es "Muy Crítico".

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de CBR=2%.

Este tipo de suelo CH en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es deficiente, la compresibilidad en estado compacto y saturado es elevada. La facilidad del tratamiento en obra es deficiente. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

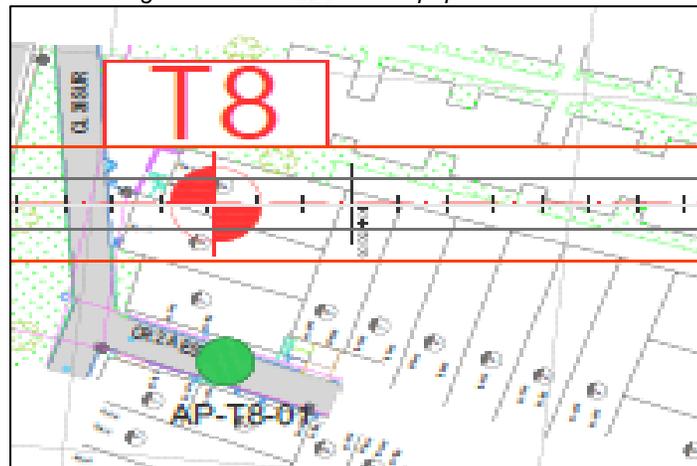
El Índice de Liquidez arrojó un valor de 0.1 indicando un comportamiento No Colapsable y sensibilidad plástica (ver Tabla 4 Característica del Suelo según el Índice de Liquidez).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 8**

La localización del apique se muestra en la siguiente figura:

Figura 56 Localización del apique en Pilona 8



Fuente: Elaboración Propia

De los resultados presentados en la Figura 50 Resultados exploración geotécnia de Pilonas, se concluye que para este apique se realizaron ensayos de laboratorio a la primera capa de material, por tanto, el suelo de subrasante clasifica como grava arcillosa (GC), mezclas mal graduadas de gravas, arena y arcilla mal graduada (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

No se realizó el ensayo de capacidad de soporte de la subrasante.

El Índice de Liquidez arrojó un valor de -0.5 indica un comportamiento No Colapsable y sensibilidad plástica (ver Tabla 4 Característica del Suelo según el Índice de Liquidez).

Este suelo en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es buena a regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es muy baja. La facilidad del tratamiento en obra es buena. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Enfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 9**

La localización del apique se presenta a continuación:

Figura 57 Localización del apique en Pilona 9



Fuente: Elaboración Propia

Para este apique se realizaron ensayos de laboratorio que se presentan en la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, la segunda capa de material, el suelo de subrasante clasifica como grava arcillosa (GC), mezclas mal graduadas de gravas, arena y arcilla mal graduada (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

No se realizó el ensayo de capacidad de soporte de la subrasante.

El Índice de Liquidez tiene un valor de -0.1, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Frágil (ver Tabla 4 Característica del Suelo según el Índice de Liquidez).

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

El Cambio Volumétrico Potencial es de 0.61, califica como un suelo de potencial de expansión no crítico.

Este suelo en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es buena a regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es muy baja. La facilidad del tratamiento en obra es buena. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Enfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 10**

El apique no se realizó por estar en una zona verde dentro del Hospital La Victoria.

✓ **Pilona 11**

Aplica la información obtenida para la Estación La Victoria.

✓ **Pilona 12**

Aplica la información obtenida para la Estación La Victoria.

✓ **Pilona 13**

Aplica la información obtenida para la Estación La Victoria.

✓ **Pilona 14**

Aplica la información obtenida para la Estación La Victoria.

✓ **Pilona 15**

La localización del apique para esta pilona se presenta a continuación:

Figura 58 Localización apique en Pilona 15



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas se presentan los resultados de los laboratorios realizados a la muestra de suelo y se concluye que el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL), con Cambio Volumétrico Potencial (CVP) de 4.7, el potencial de expansión del suelo es “Crítico”.

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de CBR=1%.

Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

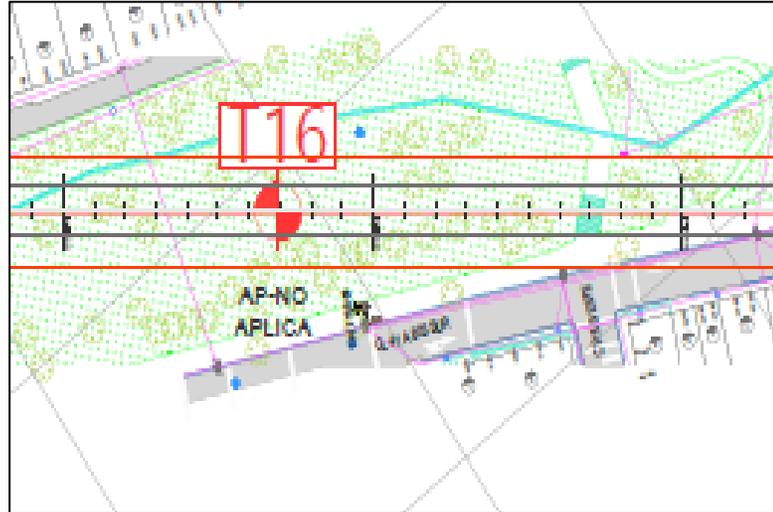
El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita.

Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Enfoque en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 16**

No se realizó el apique No.16, como se ilustra a continuación su localización esta en zona verde.

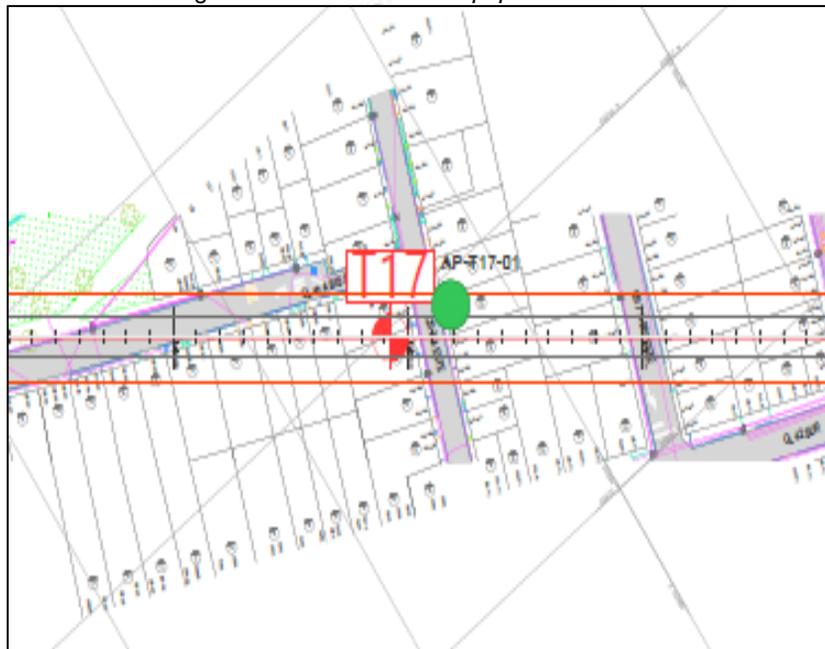
Figura 59 Localización del apique en Pilona 16



Fuente: Elaboración Propia

✓ **Pilona 17**
La localización es la siguiente:

Figura 60 Localización del apique en Pilona 17



Fuente: Elaboración Propia

Revisando los resultados compilados en la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL). No se realizó expansión por el método Lambe, por tanto no tenemos el resultado de CVP.

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=3\%$.

El Índice de Liquidez tiene un valor de 0.5, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Plástica (ver Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas).

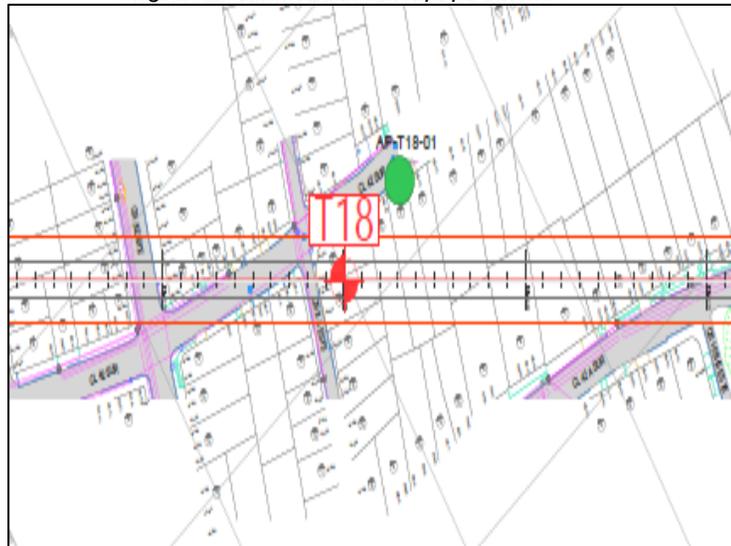
Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 18**

A continuación se presenta la localización del apique en esta pilona:

Figura 61 Localización del apique en Pilona 18



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL). El CVP dio un resultado de 0.83 califica “No Crítico” .

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=2\%$.

El Índice de Liquidez tiene un valor de 0.6, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Plástica (ver Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas).

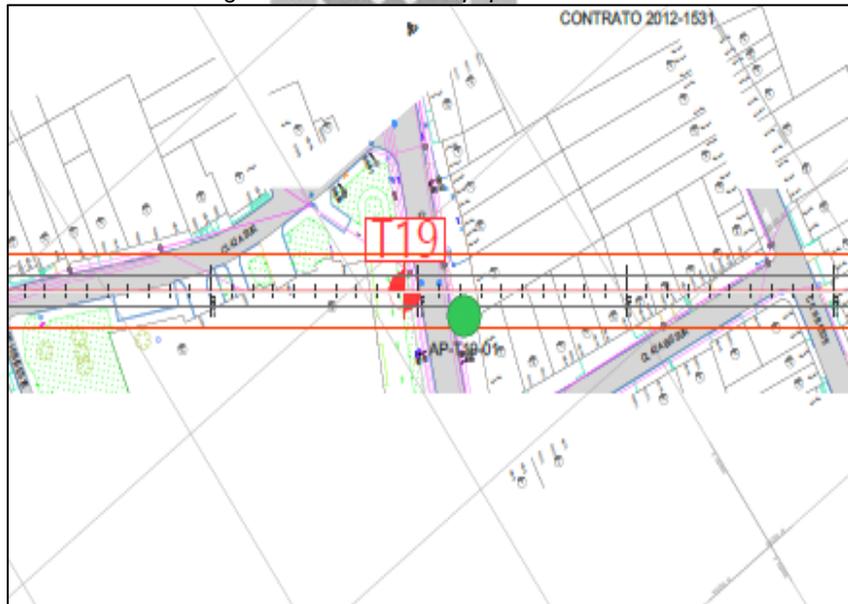
Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013.

✓ **Pilona 19**

La localización es la siguiente:

Figura 62 Localización apique en Pilona 19



Fuente: Elaboración Propia

El suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL). El CVP dio un resultado de 6.1 calificando el suelo con un grado de expansión “Crítico”.

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=2\%$.

El Índice de Liquidez tiene un valor de 0.6, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Plástica (ver Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas).

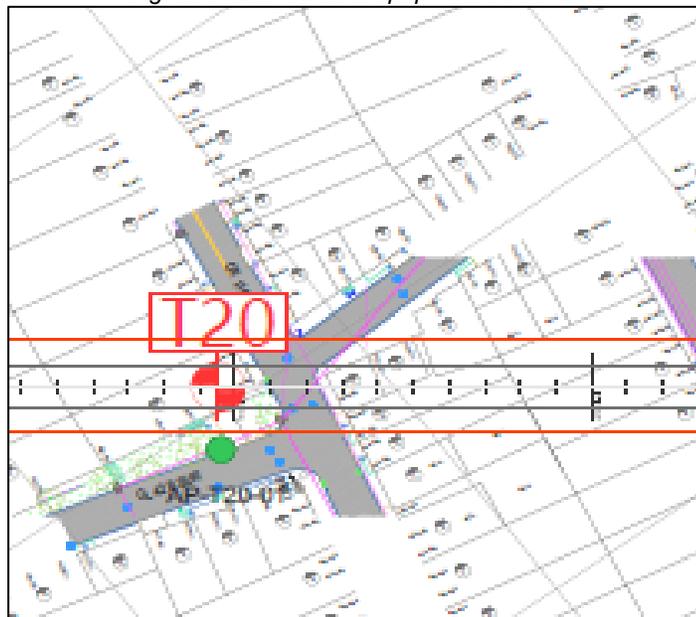
Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013.

✓ **Pilona 20**

La localización es la siguiente:

Figura 63 Localización apique en Pilona 20



Instituto de Desarrollo Urbano Fuente: Elaboración Propia

De los datos consignados en la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, concluimos que el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL). El CVP dio un resultado de 6.1 calificando el suelo con un grado de expansión “Crítico”

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de CBR=2%.

El Índice de Liquidez tiene un valor de 0.3, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Plástica.

Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Ilita o una Caolinita.

Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Enfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 21**

La localización del apique 21 se muestra a continuación:

Figura 64 Localización de apique en Pilona 21



Fuente: Elaboración Propia

De la información que se presentó en la Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas, tenemos que el suelo de subrasante clasifica como una arcilla de baja a media plasticidad (CL). El CVP dio un resultado de 6.3 calificando el suelo con un grado de expansión “Crítico” .

Tiene una capacidad de soporte de subrasante en estado sumergido de $CBR=1\%$.

El Índice de Liquidez tiene un valor de 0.4, indica un comportamiento Colapsable y sensibilidad Plástica (ver Figura 50 Resultados exploración geotecnia de Pilonas).

Este tipo de suelo que clasifica como CL en estado compacto es impermeable, la resistencia al corte en estado compacto y saturado es regular, la compresibilidad en estado compacto y saturado es media. La facilidad del tratamiento en obra es buena a regular. (Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman).

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

El valor de Azul de Metileno calculado permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

✓ **Pilona 22**

Esta pilona se encuentra localizada en la Estación Altamira, por tanto se intervendrá al construir la Estación.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

9 CLIMA Y PRECIPITACIÓN

Cal y Mayor Asociados S.A.S. consultó las bases de datos en cuanto a la precipitación media mensual y temperatura media mensual, en los últimos 10 años, de estaciones que se encuentran asignadas en las entidades CAR, EAAB e IDEAM, encontrando que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, es la única que cuenta con información en la estación Vitelma la cual se localiza cerca al proyecto; la fecha del reporte es del 14 de octubre del año 2021 y promedia los 10 últimos años a partir del año 2011.

A continuación se hace un resumen de lo encontrado en cada una de las entidades consultadas y en el Anexo 3 Datos de Precipitación y Temperatura se presenta la información referida.

9.1 Corporación Autónoma Regional – CAR

En el mes de junio del año en curso la Entidad remitió una carta a la Consultoría con consecutivo 20212036979 en respuesta a la solicitud realizada por Cal y Mayor Asociados requiriendo información hidro-climatológica. La Entidad confirmó que no tiene instalada estación climatológica en la localidad San Cristobal.

El 12 de octubre del 2021 por email se realizó una nueva consulta con radicado 20211096199. La Entidad respondió por medio del oficio con consecutivo 20212090476 del 13 de octubre del año en curso indicando que “la jurisdicción de la Corporación a nivel de la ciudad de Bogotá, abarca las áreas rurales de las localidades de Usme y Santa Fé así como el sector del Borde Norte de esta”. Con esta respuesta enviaron las siguientes estaciones con las coordenadas, y fueron localizadas en una imagen de google Earth. Con todo lo mencionado anteriormente se concluye que la estaciones no están en el área de influencia del proyecto IDU:

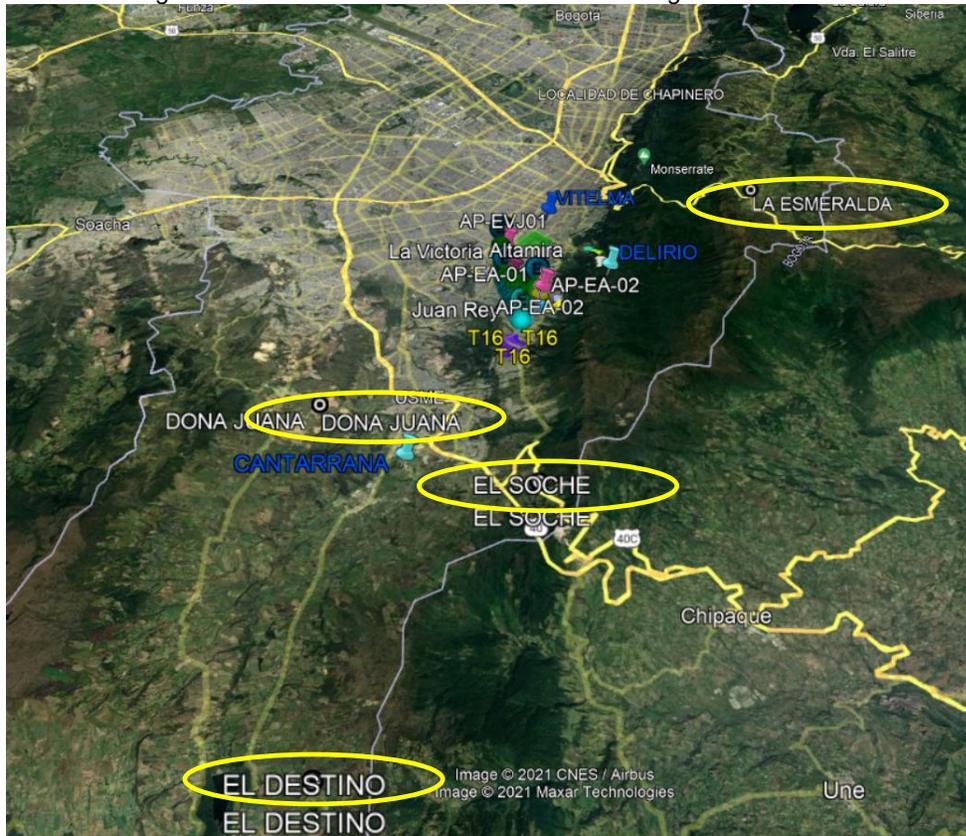
Figura 65 Localización Estaciones CAR

CODIGO ESTACION	ESTACIÓN	TIPO	CAT	EST	LATITUD	LONGITUD
2120559	APTO GUAIMARAL-USTA	CONV	CP	ACT	4° 47' 27,600" N	74° 3' 12,492" W
2120630	DONA JUANA	CONV	CP	ACT	4° 30' 3,097" N	74° 8' 14,496" W
21205509	EL DESTINO	SAT	CP	ACT	4° 23' 52,512" N	74° 7' 29,316" W
21205512	EL SOCHE	SAT	CP	ACT	4° 28' 22,584" N	74° 5' 1,392" W
35025502	LA ESMERALDA	SAT	CP	ACT	4° 35' 9,492" N	74° 1' 25,212" W
21205523	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - USTA	SAT	CP	ACT	4° 47' 27,600" N	74° 3' 12,492" W

Fuente: Corporación Autónoma Regional-CAR

La localización en Google Earth de las estaciones Doña Juana, El Soche y la Esmeralda, se presenta en la siguiente figura:

Figura 66 Localización Estaciones Hidrometeorológicas de la CAR



Fuente: CAR y Google Earth

9.2 Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-EAAB

El día 12 de octubre de 2021 se solicitó a la EAAB por medio de un correo electrónico la información de temperaturas medias y precipitaciones de estaciones localizadas en la zona del proyecto. El número de radicación de la solicitud fue E-2021-10101459.

El mismo día 12 de octubre de 2021 el señor Gustavo Hernán Sandoval envió un shape de las Estaciones del Acueducto para seleccionar las de interés. Ese mismo día se solicitó la información precipitación y temperatura de las Estaciones Vitelma, El Delirio, Cantarrana y el Toro. La empresa informó que solo tenían promedio de temperaturas en la estación Vitelma. La empresa reportó que para la estación El Toro no tenía información de precipitación y temperatura.

A continuación encontramos la localización de las estaciones que aplican al proyecto:

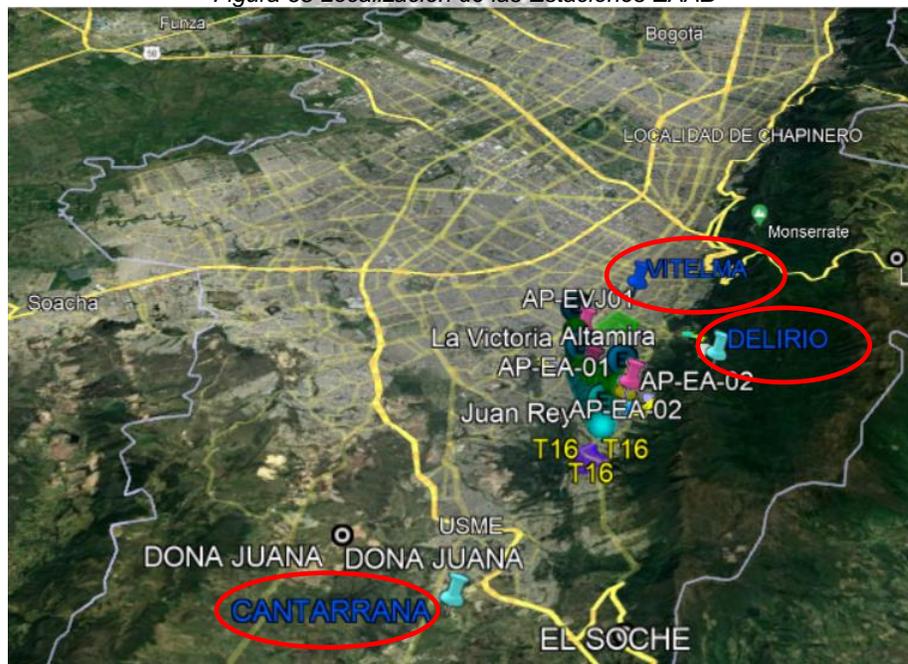
Figura 67 Coordenadas de Estaciones de la EAAB

ESTACIÓN	EST	LATITUD	LONGITUD
CANTARRANA	ACT	4° 29' 0" N	74° 7' 0" W
DELIRIO	ACT	4° 33' 0" N	74° 4' 0" W
VITELMA	ACT	4° 35' 0" N	74° 5' 0" W

Fuente: EAAB

En la siguiente imagen se presenta la visualización de las estaciones mencionadas en la figura siguiente:

Figura 68 Localización de las Estaciones EAAB



Fuente: EAAB y Google Earth

La Estación Vitelma es la única estación que está cercana al proyecto, exactamente al Portal del 20 de Julio, por lo cual se adoptó la información de precipitación media y temperatura media en los últimos 10 años. Estos valores de precipitación y temperatura se consignan en la Tabla siguiente:

Tabla 5 Precipitación y Temperatura Promedio Estación Vitelma

MES	PRECIPITACIÓN	MES	TEMPERATURA
E	51	E	12.6
F	68.1	F	12.9
M	94.7	M	12.8
A	124.5	A	12.7
M	104.1	M	12.8
J	80.4	J	12.3
J	81.5	J	11.9
A	66.7	A	12.1
S	55.7	S	12.6
O	117.4	O	12.7
N	131.8	N	12.8
D	81.1	D	12.9
Precipit. Anual (mm) =	1057.0	T Prom (°C) =	12.6
			13.4

Fuente: EAAB

9.3 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

La información de precipitación y temperaturas medias se solicitó al IDEAM el día 11 de octubre de 2021 con radicado 20219050117582. Ese mismo día la entidad envió su base de datos, conllevando a una selección de estaciones para recepción de la información requerida. Las estaciones seleccionadas son Bilbao, Las Animas, Nazareth y Clinica San Rafael. Como respuesta al correo, la Entidad manifestó que esas estaciones no pertenecen al catálogo nacional de estaciones del IDEAM.

10 ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRANSITO

La Especialidad de Tránsito entregó datos de TPD proyectados para cada Estación, para el diseño de pavimento flexible se toma la información desde el año 2025 al 2035 y para el diseño de pavimento rígidos el valor proyectado desde el año 2025 al año 2045.

Para obtener el cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 Ton se aplicó la fórmula que se encuentra en el libro de Ingeniería de Pavimentos para Carreteras del Ing. Alfonso Montejo F.:

$$N = TPD \times A/100 \times B/100 \times 365 \times (1+r)^n / (\ln(1+r)) \times F.C.$$

TPD=Tránsito promedio diario inicial. Para la proyección del tránsito requerido se partió del valor TPD proyectado para el año 2035.

A = Porcentaje estimado de vehiculos pesados (buses y camiones)

B = Porcentaje de vehiculos pesados que emplean el carril de diseño. La especialidad de tránsito adoptó establecer un par vial por las carreras en las dos estaciones. Esto último indica que de Norte a Sur y de Sur a Norte los dos carriles van en la misma dirección.

r = Rata anual de crecimiento del tránsito.

n = Periodo de diseño

FC = Factor camión

La flota vehicular a tener en cuenta es la presentada en la siguiente figura que hace parte del Capítulo 11. Pavimentos en su numeral 11.1.1 del Anexo Técnico del contrato.

Figura 69 Configuración Vehicular en el proyecto

11.1.1 Configuración de la Flota Vehicular

La configuración a utilizar para al diseño y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, será la ilustrada en la tabla siguiente, la cual es coherente con la normatividad legal vigente en el país.

Configuración	Diagrama de Ejes	Peso Máximo por Eje (ton)			Peso Máximo Bruto (ton)
		1	2	3	
Buseta		2.5	5	-	-
Bus		3.5	7.5	-	-
Alimentador, Padrón		6	11	-	-
2P		2.5	6	-	-
2G		5	11	-	16
C3		6	22	-	28
4		11	22	-	36

Fuente: Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico.

El tránsito de la Estación La Victoria clasifica como T1 por tener un $NAEE_{80} < 2E+06$ y como T2 por tener un $2E+06 \leq NAEE_{80} < 10E+06$.

Para la Estación Altamira el tránsito en vías e intersecciones clasifica como T1.

En el caso del pavimento rígido se realizó el cálculo de repeticiones según el peso de los ejes simples y ejes tandem. En el mismo Anexo 4 Estudio de Tránsito (en la hoja respectiva) se encuentra el detalle del cálculo de las repeticiones mencionadas.

10.1 Análisis de Tránsito Estación La Victoria

El año 2025 es el año base para proyectar el tráfico a 10 años y calcular la estructura de pavimento flexible por metodología AASHTO-93 y proyección a 20 años para el cálculo de la estructura en concreto rígido por medio del método de la PCA-84.

Para el año 2025 los TPD se presentan en la siguiente figura:

Figura 70 TPD para la Estación La Victoria



Fuente: Estudio de Tránsito Cal y Mayor Asociados S.A.S

Los ejes equivalentes a 8.2 toneladas que se calculó para el diseño de pavimento flexible por metodología AASHTO-93 en esta estación, se resume en la siguiente tabla, en el Anexo 4 Estudio de Tránsito se encuentra la memoria de cálculo detallada de este cálculo:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla 6 Número de NAEE_80 Estación La Victoria

Dirección	Sentido	NEE_2035
Calle 40 Sur	W-E/E-W	3.644E+06
Calle 41 Sur	W-E/E-W	3.683E+06
Cra 3 A Este	N-S	1.019E+06
Cra 3 C Este	S-N	9.658E+05

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de pavimento rígido por el método de la PCA-84, se calculó la proyección de los datos de Transito Promedio Diarios proyectados al año 2045, los cuáles se resumen a continuación:

Tabla 7 Número de Ejes Simples y Tándem Estación La Victoria

Vía	Localización	Sentido Más Cargado	Análisis	Simple - Llanta Simple				Simple - Llanta Doble		Tándem	
				2.5	3.5	5	6	7.5	11	14	22
La Victoria	CALLE 40 SUR	W-E	Contratista	876,000	48,910	401,135	2,107,510	48,910	1,297,575	166,075	501,145
	CALLE 41 SUR	W-E	Contratista	845,705	52,560	390,185	2,121,015	52,560	1,343,930	158,775	480,340
	CARRERA 3A ESTE	N-S	Contratista	453,987		192,501	637,290		192,501	90,009	273,312
	CARRERA 3C ESTE	S-N	Contratista	427,379		181,332	600,170		181,332	84,753	257,544
	INTERSECCION CALLE 40 SUR CON CRA 3A ESTE			1,329,987	48,910	593,636	2,744,800	48,910	1,490,076	256,084	774,457
	INTERSECCION CALLE 40 SUR CON CRA 3C ESTE			1,303,379	48,910	582,467	2,707,680	48,910	1,478,907	250,828	758,689
	INTERSECCION CALLE 41 SUR CON CRA 3A ESTE			1,299,692	52,560	582,686	2,758,305	52,560	1,536,431	248,784	753,652
	INTERSECCION CALLE 41 SUR CON CRA 3C ESTE			1,273,084	52,560	571,517	2,721,185	52,560	1,525,262	243,528	737,884

Instituto de Desarrollo Urbano

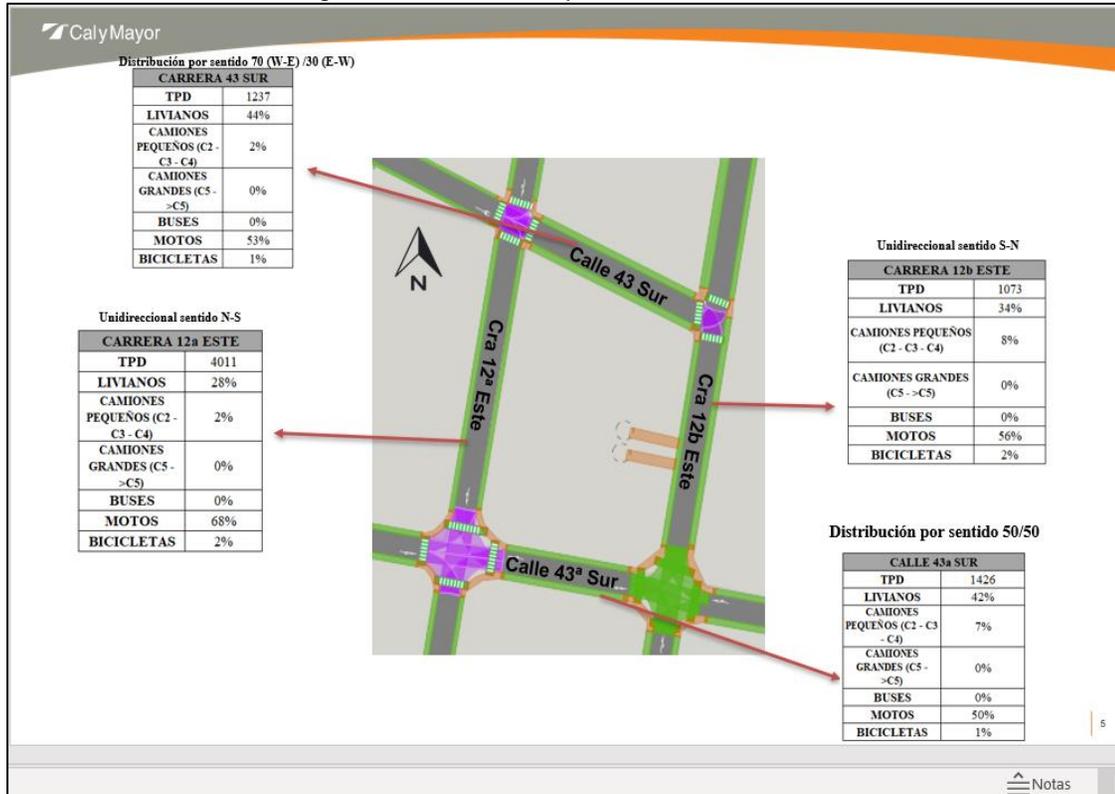
Fuente: Elaboración propia

10.2 Análisis de Tránsito Estación Altamira

El año 2025 es el año base para proyectar el tráfico a 10 años para calcular la estructura de pavimento por metodología AASHTO-93 y proyección a 20 años para el cálculo de la estructura en concreto rígido por medio del método de la PCA-84 simplificado.

Para el año 2025 los TPD se presentan en la siguiente figura:

Figura 71 TPD año 2025 para la Estación Altamira



Fuente: Estudio de Tránsito Cal y Mayor Asociados S.A.S

Los ejes equivalentes a 8.2 toneladas que se consideraron para el diseño de pavimentos por metodología AASHTO-93 se resume en la Tabla a continuación:

Tabla 8 Número de NAE_80 Estación Altamira

Dirección	Sentido	NEE_2035
Calle 43 Sur	W-E/E-W	1.978E+05
Calle 43A Sur	W-E/E-W	5.702E+05
Cra 12 A Este	N-S	8.249E+05
Cra 12 B Este	S-N	8.827E+05

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de pavimento rígido por el método de la PCA-84, se consideraron los datos de Transito Promedio Diarios proyectados en repeticiones por peso del eje, al año 2045, se resumen a continuación:

Tabla 9 Número de Ejes Simples y Tándem Estación Altamira

Vía	Localización	Sentido Más Cargado	Análisis	Simple - Llanta Simple				Simple - Llanta Doble		Tándem	
				2.5	3.5	5	6	7.5	11	14	22
Altamira	CALLE 43 A SUR	E-W	Contratista	249,904		107,102	351,905		107,102	51,001	153,002
	CALLE 43 SUR	W-E	Contratista	86,713		37,163	122,106		37,163	17,696	53,089
	CARRERA 12 A ESTE	N-S	Contratista	361,501		154,929	509,053		154,929	73,776	221,327
	CARRERA 12 B ESTE	S-N	Contratista	386,827		165,783	544,716		165,783	78,944	236,833
	INTERSECCION CALLE 43 A SUR CON CRA 12 A ESTE			611,405	-	262,031	860,958	-	262,031	124,777	374,330
	INTERSECCION CALLE 43 A SUR CON CRA 12 B ESTE			636,731	-	272,885	896,621	-	272,885	129,945	389,835
	INTERSECCION CALLE 43 SUR CON CRA 12 A ESTE			448,214	-	192,092	631,159	-	192,092	91,472	274,417
	INTERSECCION CALLE 43 SUR CON CRA 12 B ESTE			473,540	-	202,946	666,822	-	202,946	96,641	289,922

Fuente: Elaboración propia

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

11 SECCIONES HOMOGÉNEAS

Las secciones homogéneas se priorizaron por el tráfico calculado, después de verificar que para diferentes cargas de tránsito las estructuras calculadas mantienen los espesores en sus capas.

Como se observó en capítulos anteriores las condiciones de CBR de subrasante es de 1.0% y el mejoramiento de la subrasante para todas las vías se planteó con rajón ó losas existentes fracturadas y sello, para las Estaciones La Victoria y Altamira.



	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

12 DISEÑO DE PAVIMENTOS

Con base en el Anexo Técnico – Capítulo 11 numeral 7.1, se presenta la metodología para el diseño de los pavimentos en calzadas, pacificaciones viales, pavimentos permeables, andenes, ciclorrutas, alamedas, pompeyanos y en general, áreas que lo requieran. Para lograr este objetivo la estructura de pavimento flexible se dimensionará a través del método de la AASHTO 1993.

No se realizará verificación empírico mecanicista en pavimentos flexibles dado que en la etapa de Factibilidad se concilió con la Interventoría que el pavimento a construir es pavimento rígido.

En materia de análisis técnico comparativo, todas las estructuras previstas son construibles, sin embargo, en virtud de la tipología de vía local, su topografía y el entorno socioeconómico, se prefiere que el tipo de estructura sea rígida, indistintamente que las losas se apoyen sobre capa de subbase granular aunque las maniobras de los equipos para la extensión, mezclado, homogenización, conformación y compactación de capas granulares sea dificultosa. Como la fundida, extensión, vibrado, enrasado, allanado y texturizado de la mezcla de concreto es manual, ello es mucho más favorable que el empleo de equipos mecanizados de extensión y compactación de mezcla de concreto asfáltico.

Optar por un pavimento rígido implica que es una estructura más durable en el tiempo, de alta inversión inicial pero escaso mantenimiento; se puede armonizar su textura y acabado superficial, incluso su color, según las necesidades arquitectónicas y urbanísticas de las Estaciones, lo que no se puede hacer en el caso de carpeta asfáltica. La generación de mano de obra es mayor en el caso de pavimento de losas de concreto en comparación con rodadura asfáltica. La apertura al servicio vehicular de las vías pavimentadas en concreto juega en contra de la alternativa, toda vez que la edad para lograr la madurez del concreto es la limitante, 28 días, no obstante, está la opción de emplear concretos de alta resistencia inicial.

Para el caso de la alternativa de pavimento rígido se realizará empleando el método simplificado de la PCA 1984, posteriormente se realizará mediante leyes de comportamiento la verificación de los requisitos de diseño relacionados con el control de la fatiga, la deformación y la deflexión.

12.1 DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE-METODOLOGÍA AASHTO-1993

Se diseñará una estructura conformada por cuatro (4) capas – capa asfáltica ó rodadura-base granular-sub base granular- subrasante, en la cual se determinará el número estructural requerido por el tránsito de diseño proyectado.

Las modelaciones se encuentran en el Anexo 5 Estructura de Pavimentos, en dos archivos excel, uno para la Estación La Victoria y otra para la Estación Altamira. Estos archivos en excel contienen la información de Geotecnia, cálculo del Tránsito, cálculo de precipitación y temperatura basados en información primaria enviada por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, cálculo del espesor requerido para el mejoramiento del suelo de subrasante con rajón, se presentan las estructuras calculadas para la estructura en flexible y también las estructuras modeladas en pavimento rígido.

El método de Diseño de Pavimentos de la AASHTO-1993 se realiza a partir de la expresión de la AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES-1993:

Flexible Pavements

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07 \quad (12.1)$$

Los parámetros de la fórmula se describen a continuación:

W_{18} : Número de Ejes Simples Equivalentes de 8.2Ton de carga del eje estándar.

Z_R : Desviación Normal Estándar para un determinado grado de Confiabilidad (R).

S_0 : Error Estándar Combinado.

SN: Número Estructural Requerido.

ΔPSI : Variación del Índice de Serviciabilidad – diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P0) y el índice de serviciabilidad final (Pt).

M_R : Módulo Resiliente del Suelo de Subrasante.

A su vez, el número estructural está definido por la expresión:

$$SN = (a_1 * m_1 * D_1) + (a_2 * m_2 * D_2) + (a_3 * m_3 * D_3)$$

a_i : Coeficiente de aporte estructural de la capa i.

D_i : Espesor de la capa i.

m_i : Coeficiente de drenaje de la capa i.

Para establecer los coeficientes de aporte estructural, bien se puede a partir de los ábacos que para el efecto prevé el método o, como lo prefiere el consultor, para más precisión, emplear las expresiones propias de cada gráfica o ábaco.

$$a1 = (0.184 * \ln(Eca)) - 1,9547 \text{ Capa Asfáltica}$$

$$a2 = (0.0074 * (EM)^{0.415}): \text{ Capa de Base Granular tatada con Asfalto}$$

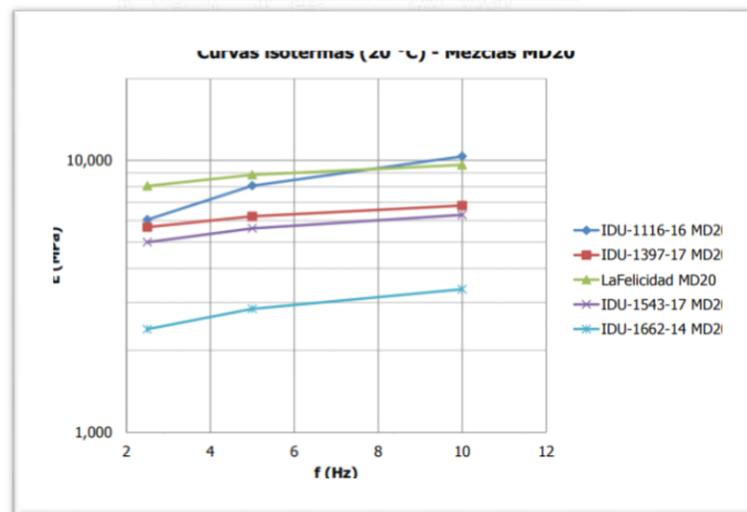
$$a3 = (0.227 * \log(Esbg)) - 0.839: \text{ Capa de Subbase Granular}$$

Para determinar el módulo dinámico de la mezcla asfáltica (Eca), teniendo en cuenta lo mencionado en la etapa de Factibilidad y en atención a lo sugerido en el Capítulo 11 del Anexo Técnico, para una mezcla del tipo MD19, se cuenta con las curvas isotermas a 20°C y frecuencias entre 2Hz y 12Hz. Como los sectores objetivo son vías locales, la velocidad máxima de operación vehicular es 30Km/h, de tal suerte que la frecuencia elegida es 4Hz.

En virtud a la amplia variabilidad de valores de módulo, entre 2800MPa y 9500MPa, el Consultor estima conveniente elegir como módulo de diseño 2800MPa (28550Kg/cm²), a efectos de obtener un valor de coeficiente de aporte igual a 0.42, razonable para dimensionar la capa de rodadura.

La Estabilidad Marshall que se consideró para una mezcla asfáltica MD19, es la reportada por PROCOPAL en su informe de fabricación de una mezcla MD20, el valor de 1,467 kgf.

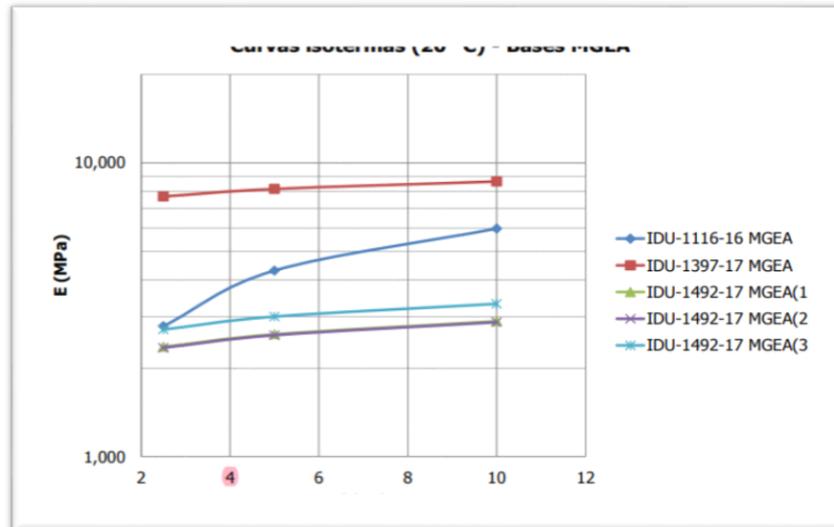
Figura 72 Curvas Isotermas (20°C)-MD20



Fuente: Anexo Técnico-Capítulo 11

Se incorporó una base granular tratada con asfalto, el módulo a considerar es el reportado en el Capítulo 11 Pavimentos a partir de las curvas isotermas, ensayadas a 20°C para este material tratado, estableciendo un módulo de diseño de 2400 MPa. Como los sectores objetivo son vías locales, la velocidad máxima de operación vehicular es 30Km/h, de tal suerte que la frecuencia elegida es 4Hz:

Figura 73 Curvas Isotermas (20°C)-Mezcla MGEA



Fuente: Anexo Técnico-Capítulo 11

Instituto de Desarrollo Urbano

Como una capa granular subyacente por otra - natural de subrasante u otra granular - no puede desarrollar un módulo resiliente propio mayor al que le permite la capa inferior, la siguiente expresión ha sido empleada para determinar el módulo de la Subbase:

$$E_{sbg} = E_{sr} * (5,35 * \text{Log}(D3) + (0,62 * \text{Log}(E_{sr})) - (1,56 * \text{Log}(E_{sr}) * \text{Log}(D3)) - 1,13)$$

En donde Di es el espesor de la capa cuyo módulo se determina. Estas expresiones son tomadas de "A General System for the Structural Design of Flexible Pavements" Cuarta Conferencia Ann Arbor 1977, for Barker W. R., Brabston W. N. and Chou Y. T.

Para la base tratada con asfalto, el coeficiente estructural depende de la Estabilidad Marshall; este valor de la Estabilidad fue adoptado del Informe de Fabricación de Mezcla Densa en Caliente MD-20 de la planta de Producción de la empresa PROCOPAL S.A., localizada en Mosquera, Cundinamarca. La consultoría determinó que se va a considerar el valor de Estabilidad Marshall de la mezcla MD-20, dado que no se tiene fórmula de trabajo para una MD-19.

Figura 74 Fórmula de Trabajo MD-20

Características de la Mezcla:

Parámetro	FÓRMULA DE TRABAJO	
	MD20 IDU Sección 510-11 v2.0 Tránsito T5 para base y T4-T5 para rodadura e intermedia	
	Fórmula de trabajo	Especificación
Número de golpes	75	75
Contenido óptimo de asfalto	5,7%	-
Gravedad específica bulk de la mezcla	2,164	-
Estabilidad Marshall	1467 kgf	≥ 900 kgf
Fluencia	3,4 mm	2 mm - 3,5 mm
Vacios con aire	4,9%	4% - 6%
Vacios en los agregados	15,3%	≥ 14%
Vacios llenos con asfalto	68,2%	65% - 75%
Relación llenante / ligante efectivo	1,02	0,8 a 1,2
Relación estabilidad/flujo	431 kgf/mm	300 a 600 kgf/mm

Fuente: Informe de Producción de Mezcla MD-20 planta de PROCOPAL S.A.

Como se trata de vías propias de la malla vial local de la ciudad, el parámetro de Confiabilidad (R) o nivel predeterminado de confianza en el cual el pavimento alcanzará el periodo de diseño, es establecido en 80%, tal y como lo ha previsto la Entidad, IDU, en el Capítulo 11 del Anexo Técnico.

En consecuencia, como la desviación estándar (Z_R) es dependiente de la confiabilidad predeterminada, su valor es -0.841. El error estándar combinado (S_0), fijado en 0.45, aplica en virtud a que el tipo de intervención que se prevé es reconstrucción, toda vez que se trata de vías existentes provistas de estructura de pavimento rígido.

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) es tomado de conformidad como lo exige el método, es decir para pavimentos asfálticos nuevos, el valor es 4.2; a su turno, el índice de serviciabilidad final (P_t) que se elige es 2.0, acorde para un pavimento de vía urbana, del cual se espera que sea este el valor de la serviciabilidad en donde ocurra la falla funcional de la estructura, sin considerar que para evitar que ello se presente, se debe idear una política sistemática de mantenimiento durante el periodo de diseño. Por ende, la variación del índice de serviciabilidad ($\Delta PSI = P_0 - P_t$) es 2.2.

El valor del número estructural requerido ($SN_{req.}$) que satisface la ecuación general, es contrastado con aquel número estructural calculado ($SN_{calc.}$) que es dependiente de los coeficientes de aporte (a_i) y de drenaje (m_i) como del espesor de la capa D_i . Por ende la

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

relación $SN_{calc.} / SN_{req.}$, denominada Índice Estructural (I_e) debe ser, preferiblemente, ligeramente mayor a 1.0 o también $SN_{calc.} \geq SN_{req.}$.

Así las cosas, la determinación de los espesores de las capas constitutivas de la estructura de pavimento flexible, finalmente resultante, es a partir de la expresión propia del número estructural calculado.

Para el caso de estructura de pavimento flexible, se establece una alternativa, se prevé una capa asfáltica sobre capas granulares convencionales de base y subbase .

Se prevé el mejoramiento de la capa de subrasante a partir de la consideración del aporte de materiales granulares tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas y una capa de sello en material granular seleccionado (que cumpla requisitos de la tabla 310.1 de la especificación 310-18 – Rellenos para Conformación de Subrasante), en el incremento del módulo resiliente del terreno natural en función de su valor relativo de soporte CBR; empleando para ello la expresión racional de IVANOV:

$$H = (2 * a/n) * (TAN[(1 - (E_{inf.} / E_{eqv.})) / (2 / \pi * (1 - (1 / n^{3,5}))]))$$

En donde:

H = Espesor material de relleno o material granular necesario para obtener el CBR equivalente.

a = Radio del área cargada: 15,22cm.

$n = (E_{sup.} / E_{inf.})^{0,4}$

$E_{sup.}$ = Módulo de Elasticidad del Material Granular Aportante: $E_{sup.} = 0,206 * (h^{0,45}) * E_{inf.}$

$E_{eqv.}$ = Módulo de Elasticidad de Subrasante Mejorada o Módulo Equivalente.

$E_{inf.}$ = Módulo de Elasticidad de la Subrasante: $E_{inf.} = 130 * (CBR)^{0,714}$

Por tanto, es el Módulo Equivalente el que se emplea en la expresión general, es decir M_R .

Las estructuras calculadas se encuentran en el Anexo 5 Estructura de Pavimentos, una hoja excel por cada Estación, se presentaran imágenes de los diseños realizados.

12.1.1 Resultados Estación La Victoria

12.1.1.1 Estructura de Pavimento Calle 40 Sur

✓ Parámetros Iniciales

Figura 75 Parámetros de Diseño

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el periodo de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Periodo de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs V ₁₈	3.64E+06	Año 2035 <input type="text" value="T2"/>
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = <input type="text" value="3.32%"/>
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

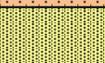
✓ Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}

Figura 76 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 40 Sur

Capa	Módulo		Coeficiente e	Coeficiente de Drenaje	Espesores		Número Estructural SN
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D _i (pulg)	D _i (cm)	
Concreto Asfáltico (MD13)	406,076	28,550	0.42	1.00	4.40	11	1.85
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.40	16	1.81
Subbase (SBG-B)	11,912	838	0.09	1.00	15.20	38	1.31
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-
					26.00	65	4.98
SN Calc. =		4.98	>	SN Req. =	4.50	le =	1.11

✓ **Estructura de Pavimento**

Figura 77 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 40 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPEA ASFALTICA (MD19)	11	
BASE TRATADA CON ASFALTO (MG_CA-B)	16	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	38	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	119	

12.1.1.2 Estructura de Pavimento Calle 41 Sur:

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 78 Parámetros de Diseño Calle 41 Sur

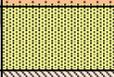
R	80%	
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del computamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Período de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	3.68E+06	Año 2035 <input type="text" value="T2"/>
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = <input type="text" value="3.32%"/>
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 79 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 41 Sur

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural	Coeficiente de Drenaje	Espesores		Número Estructural
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D_i (pulg)	D_i (cm)	
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	4.40	11	1.85
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.40	16	1.81
Subbase (SBG-B)	11,912	838	0.09	1.00	15.20	38	1.31
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-
					26.00	65	4.98
SN Calc. =	4.98	>	SN Req. =	4.51	le =	1.10	

Figura 80 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 41 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	11	
BASE TRATADA CON ASFALTO (MG_CA-B)	16	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	38	
SELLO RAJON O RCD	10	
	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
		119

12.1.1.3 Estructura de Pavimento Carrera 3 A Este:

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 81 Parámetros de Diseño Carrera 3A Este

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el período de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del computamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _f	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Período de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	1.02E+06	Año 2035 <input type="text" value="NAEE_80 < 2.0E+06: T1"/>
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = <input type="text" value="3.32%"/>
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

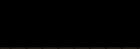
✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 82 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Carrera 3A Este

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural ai	Coeficiente de Drenaje mi	Espesores		Número Estructural SN
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D _i (pulg)	D _i (cm)	
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	3.20	8	1.35
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.00	15	1.70
Subbase (SBG-B)	11,346	798	0.08	1.00	12.40	31	1.01
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-
					21.60	54	4.06
SN Calc. =		4.06	>	SN Req. =	3.80	le =	1.07

✓ **Estructura de Pavimento**

Figura 83 Método AASHTO 93 Estructura para Carrera 3A Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	8	
BASE TRATADA CON ASFALTO (MG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	31	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	108	

12.1.1.4 Estructura de Pavimento Carrera 3C Este:

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 84 Parámetros de Diseño Carrera 3C Este

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el periodo de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
ΔPSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Período de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	9.66E+05	Año 2035 <input type="text" value="NAEE_80 < 2,0E+06: T1"/>
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = <input type="text" value="3.32%"/>
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural

✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 85 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado 3C Este

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural a_i	Coeficiente de Drenaje m_i	Espesores		Número Estructural SN
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D_i (pulg)	D_i (cm)	
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	3.20	8	1.35
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.00	15	1.70
Subbase (SBG-B)	11,346	798	0.08	1.00	12.40	31	1.01
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-
					21.60	54	4.06

SN Calc. =	4.06	>	SN Req. =	3.80	le =	1.07
-------------------	-------------	-------------	------------------	-------------	-------------	-------------

✓ **Estructura de Pavimento**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diseño, la estructura de pavimento se presenta a continuación:

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Figura 86 Método AASHTO 93 Estructura para Carrera 3C Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFÁLTICA (MD19)	8	
BASE TRATADA CON ASFALTO (MG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	31	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
108		

12.1.2 Resultados Estación Altamira:

12.1.2.1 Estructura de Pavimentos Calle 43A Sur:

✓ Parámetros de Diseño

Figura 87 Parámetros de Diseño Calle 43A Sur

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el periodo de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El Tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Periodo de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	5.70E+05	NAEE_80 < 2.0E+06: T1
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = 3.32%
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

✓ Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}

Figura 88 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 43ª Sur

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural	Coeficiente de Drenaje	Espesores		Número Estructural SN
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D _i (pulg)	D _i (cm)	
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	2.80	7	1.18
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	5.60	14	1.59
Subbase (SBG-B)	11,684	821	0.08	1.00	14.00	35	1.18
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-
					22.40	56	3.95
SN Calc. =	3.95	>	SN Req. =	3.50	le =	1.13	

✓ **Estructura de Pavimento**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diseño, la estructura de pavimento se presenta a continuación:

Figura 89 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 43A Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	7	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	14	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	35	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
110		

12.1.2.2 Estructura de Pavimentos Calle 43 Sur:

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 90 Parámetros de Diseño Calle 43 Sur

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el periodo de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El Tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Periodo de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	1.98E+05	NAEE_80 < 2,0E+06: T1
E _{sr} (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = 3.32%
E _{sr} (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 91 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Calle 43 Sur

SN Calc. =	$(a1 * m1 * D1) + (a2 * m2 * D2) + (a3 * m3 * D3)$							
Capa	Módulo		Coefficiente Estructural	Coefficiente de Drenaje	Espesores		Número Estructural	
	(PSI)	(Kg/cm ²)	a_i	m_i	D_i (pulg)	D_i (cm)	SN	
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	3.20	8	1.35	
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	4.00	10	1.13	
Subbase (SBG-B)	10,391	731	0.07	1.00	8.80	22	0.64	
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-	
					16.00	40	3.12	
SN Calc. =	3.12		>	SN Req. =	3.00		le =	1.04

✓ **Estructura de Pavimento**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diseño, la estructura de pavimento se presenta a continuación:

Figura 92 Método AASHTO 93 Estructura para Calle 43 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	8	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	10	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	22	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
		94

12.1.2.3 Estructura de Pavimentos Carrera 12A Este

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 93 Parámetros de Diseño Carrera 12A Este

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el período de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El Tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Período de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el termino de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	8.25E+05	NAEE_80 < 2.0E+06: T1
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = 3.32%
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 94 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado SN_{CAL}

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural	Coeficiente de Drenaje	Espesores		Número Estructural	
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D _i (pulg)	D _i (cm)		
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	2.80	7	1.18	
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.00	15	1.70	
Subbase (SBG-B)	11,255	791	0.08	1.00	12.00	30	0.97	
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-	
					20.80	52	3.85	
SN Calc. =		3.85	>	SN Req. =		3.70	le =	1.04

✓ **Estructura de pavimento**

Figura 95 Método AASHTO 93 Estructura Cra 12ª Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	7	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	30	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	106	

12.1.2.4 Estructura de Pavimentos Carrera 12B Este

✓ **Parámetros de Diseño**

Figura 96 Parámetros de Diseño Cra 12B Este

R	80%	Confiabilidad: Nivel predeterminado de confianza en que el tramo de pavimento alcanzará el período de diseño. Tramo de Malla Vial: Local
Z _R	-0.841	Desviación Normal Estándar para un grado de confiabilidad del 80% y probabilidad (1-R/100) = 20%. El Tránsito sigue una Ley de Distribución Normal
S ₀	0.45	Error Estándar Combinado a la predicción del tránsito y del comportamiento: Reconstrucción
Z _R * S ₀	-0.378	Factor de Seguridad aplicado a la estimación del tránsito
P _t	2.0	Índice de Serviciabilidad Final - Pavimento Urbano Secundario
P ₀	4.2	Índice de Serviciabilidad Inicial
Δ PSI	2.2	Variación del Índice de Serviciabilidad
n	10	Período de Diseño - Año 2035
Drenaje	Bueno	Dispositivos que permitan evacuar el agua en el término de un día
Exposición	>25 %	Tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad
TMAP (°C)	13.4	De la zona del proyecto
ESALs W ₁₈	8.83E+05	NAEE_80 < 2,0E+06: T1
Esr (PSI)	1,849	Módulo Resiliente de Subrasante - CBR = 3.32%
Esr (PSI)	4,352	Módulo Resiliente de Subrasante Mejorada - Metodología Racional de IVANOV - Consideración del aporte de material granular tipo Rajón o RCD (Losas Fracturadas) en el incremento del Módulo Resiliente de la Subrasante Natural.

✓ **Valor del Número Estructural Requerido SN_{REQ} y Calculado SN_{CAL}**

Figura 97 Valor del Número Estructural Requerido y Calculado Cra 12B Este

Capa	Módulo		Coeficiente Estructural a_i	Coeficiente de Drenaje m_i	Espesores		Número Estructural SN	
	(PSI)	(Kg/cm ²)			D_i (pulg)	D_i (cm)		
Concreto Asfáltico (MD19)	406,076	28,550	0.42	1.00	2.80	7	1.18	
Base Tratada con Asfalto (MG_CA-B)	348,088	24,473	0.28	1.00	6.00	15	1.70	
Subbase (SBG-B)	11,255	791	0.08	1.00	12.00	30	0.97	
Subrasante (CH)	4,352	306	-	-	-	-	-	
					20.80	52	3.85	
SN Calc. =		3.85	>	SN Req. =		3.70	le =	1.04

✓ **Estructura de pavimento**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el diseño, la estructura de pavimento se presenta a continuación:

Figura 98 Método AASHTO 93 Estructura para Cra 12 B Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	7	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	30	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
		106

12.2 VERIFICACIÓN MECÁNICA EMPÍRICA DE LAS ESTRUCTURAS EN CONCRETO ASFÁLTICO

Se realizó la verificación de deformaciones de tracción en la base de la capa asfáltica y de compresión en la subrasante, obteniendo estos valores mediante el software DEPAV.

Las deformaciones admisibles se calcularon mediante las fórmulas desarrolladas por la Universidad de Nottingham propuestas en el numeral 7.7.7.2 Funciones de Transferencia o Leyes de Fatiga, del Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico:

Figura 99 Funciones de Transferencia o leyes de fatiga

Fuente	Agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas	Deformación vertical permanente en la subrasante
Shell Bitumen	$N = (0.856 \cdot Vb + 1.08)^5 \cdot (10^6 \cdot E)^{-1.8} \cdot \epsilon t^{-5}$	$N = 1.94 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon Z^{-4}$ (R=85) $N = 1.05 \cdot 10^{-7} \cdot \epsilon Z^{-4}$ (R=95)
Instituto del Asfalto	$N = C \cdot 6.167 \cdot 10^{-5} \cdot \epsilon t^{-3.291} \cdot E^{-0.854}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 \cdot (Vb / (Va + Vb) - 0.69)$	$N = 1.365 \cdot 10^{-9} \cdot \epsilon Z^{-4.477}$
TRRL	$N = 1.66 \cdot 10^{-10} \cdot \epsilon t^{-4.32}$ (R=85)	$N = 6.18 \cdot 10^{-8} \cdot \epsilon Z^{-3.95}$ (R=85)
Universidad de Nottingham	$N = 8.888 \cdot 10^{-13} \cdot \epsilon t^{-4.902}$	$N = 1.126 \cdot 10^{-6} \cdot \epsilon Z^{-3.5/1}$

Fuente: Capítulo 11 Pavimentos Anexo Técnico

Posteriormente con la deformación obtenida en la base de la carpeta asfáltica se calculó el tránsito en número de ejes equivalentes, por medio de la fórmulas presentadas por la Universidad de Nottingham que se presenta en la figura 99, y de esta forma calcular el daño relativo acumulado para el criterio de fatiga en las capas asfálticas mayor de 0.75 y menor 1, de acuerdo al numeral 7.7.7.4 Espesores finales de diseño del Capítulo 11 Pavimentos.

Una de las variables ingresada al software DEPAV es la presión de inflado de 690kPa (100 psi) indicada en el numeral 7.7.7.3 Diseño mecánico-empírico del Capítulo 11 Pavimentos.

Los valores de la relación de Poisson se obtuvieron de literatura especializada consultada, a continuación se relacionan los valores tenidos en cuenta:

Tabla 10 Valores del Coeficiente de Poisson

Material	Coeficiente de Poisson (μ)
Concreto asfáltico	0.35
Suelo Cohesivo	0.45
Base Estabilizada con asfalto	0.38
Sub-Base Granular	0.40

El Índice Estructural calculado se mantiene en el rango de $1 < I_e \leq 1.15$, esto se indica en el numeral 7.7.7.4 Espesores finales de diseño, del Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico.

En el Anexo 6 Verificación mecánica empírica, se encuentran las memorias de cálculo, archivo excel por cada estación, se presentan las imágenes con los valores obtenidos de espesores y deformaciones en la fibra inferior de la capa asfáltica y en la fibra inferior de la subrasante, que entrega el software DEPAV. Se presentan las siguientes tablas con los valores anteriormente mencionados:

12.2.1 La Victoria

Modelación de estructura:

Los valores de deformaciones calculadas y admisibles obtenidos, se presentan en la siguiente tabla:

Figura 100 Valores de deformaciones calculadas y admisibles y Daño Relativo

LA VICTORIA					Depav	Universidad de Nottingham	Daño Relativo 0.75 a 1			
Direcciones			Espesores (cm)			Ley de Fatiga				
			le	Transito	Et	Nadm Et	Dr= Ndiseño/Nadm Carpeta			
			CA	MG_CA	SBG					
Calle 40 Sur			11	16	38	1.11	3.64E+06	1.53E-04	4.48E+06	0.81
Calle 41 Sur			11	16	38	1.10	3.68E+06	1.53E-04	4.48E+06	0.82
Cra 3A Este			8	15	31	1.07	1.02E+06	1.98E-04	1.27E+06	0.80
Cra 3C Este			8	15	31	1.07	9.66E+05	1.98E-04	1.27E+06	0.76

Direcciones			Espesores (cm)			Transito	Universidad de Nottingham		Et	Ez
			CA	MG_CA	SBG		EtADM =	EzADM =		
Calle 40 Sur			11	16	38	3.64E+06	1.60E-04	3.14E-04	1.53E-04	2.94E-04
Calle 41 Sur			11	16	38	3.68E+06	1.59E-04	3.13E-04	1.53E-04	2.94E-04
Cra 3A Este			8	15	31	1.02E+06	2.07E-04	4.49E-04	1.98E-04	4.06E-04
Cra 3C Este			8	15	31	9.66E+05	2.09E-04	4.56E-04	1.98E-04	4.06E-04

12.2.2 Altamira

Modelación de estructura:

Figura 101 Valores de deformaciones calculadas y admisibles y Daño Relativo

ALTAMIRA				Depav	Universidad de Nottingham	Daño Relativo 0.75 a 1	
Direcciones	Espesores (cm)						Transito
	CA	MG_CA	SBG	Et	Nadm Et	DR=NDIS/NADM	
Calle 43 A Sur	7	14	35	5.70E+05	2.23E-04	7.07E+05	0.81
Calle 43 Sur	8	10	22	1.98E+05	2.87E-04	2.05E+05	0.96
Carrera 12 A Este	7	15	30	8.25E+05	2.12E-04	9.06E+05	0.91
Carrera 12 B Este	7	15	30	8.83E+05	2.12E-04	9.06E+05	0.97

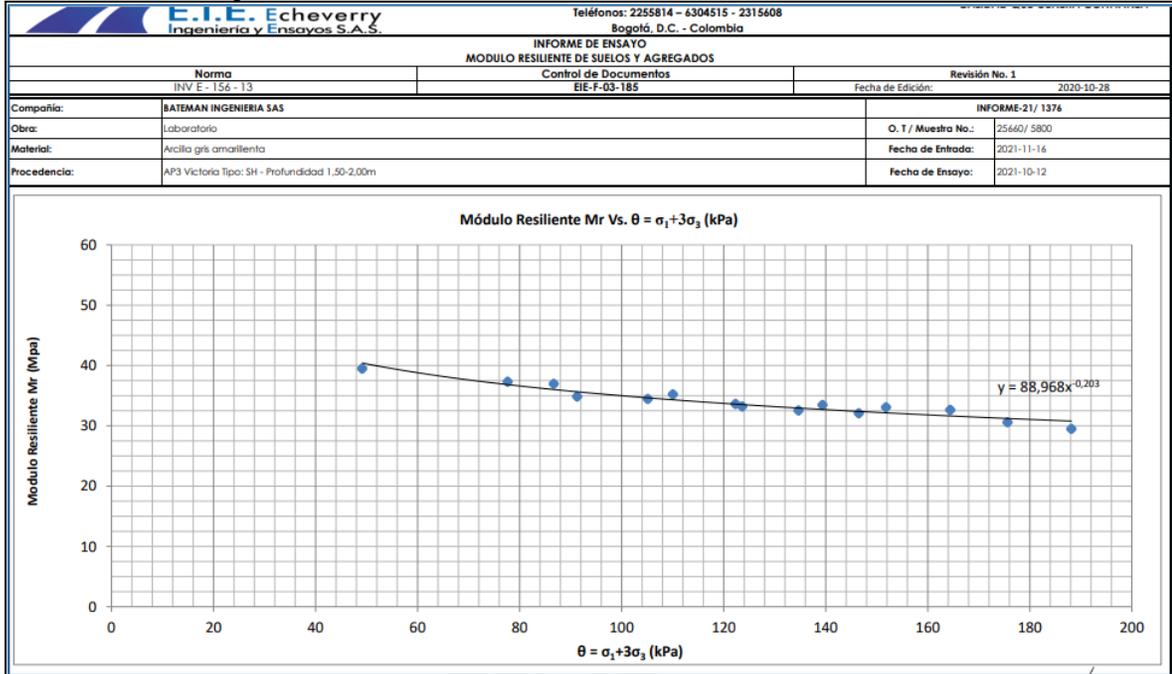
Direcciones	Espesores (cm)			Transito	Universidad de Nottingham		Et	Ez
	CA	MG_CA	SBG		EtADM =	EzADM =		
Calle 43 A Sur	7	14	35	5.70E+05	2.33E-04	5.28E-04	2.23E-04	4.34E-04
Calle 43 Sur	8	10	22	1.98E+05	2.89E-04	7.10E-04	2.87E-04	6.50E-04
Carrera 12 A Este	7	15	30	8.25E+05	2.16E-04	4.76E-04	2.12E-04	4.38E-04
Carrera 12 B Este	7	15	30	8.83E+05	2.13E-04	4.67E-04	2.12E-04	4.38E-04

12.3 VERIFICACIÓN MÓDULO RESILIENTE

De acuerdo al Anexo Técnico Capítulo 11 Pavimentos se realizó la verificación del valor del Módulo Resiliente entregado por el laboratorio contratado por la consultoría, y se calculó teniendo en cuenta el procedimiento descrito en el Anexo 11.4 del Capítulo 11 Pavimentos. Se presentaron dos estructuras de pavimento con diferentes espesores, para la Estación La Victoria y la Estación Altamira, a cada estructura de espesores que se calcularon se realizó el procedimiento descrito en el Anexo Técnico.

Las gráficas obtenidas mediante el ensayo del Módulo Resiliente, norma INV E-156-13, por estación, se presentan a continuación:

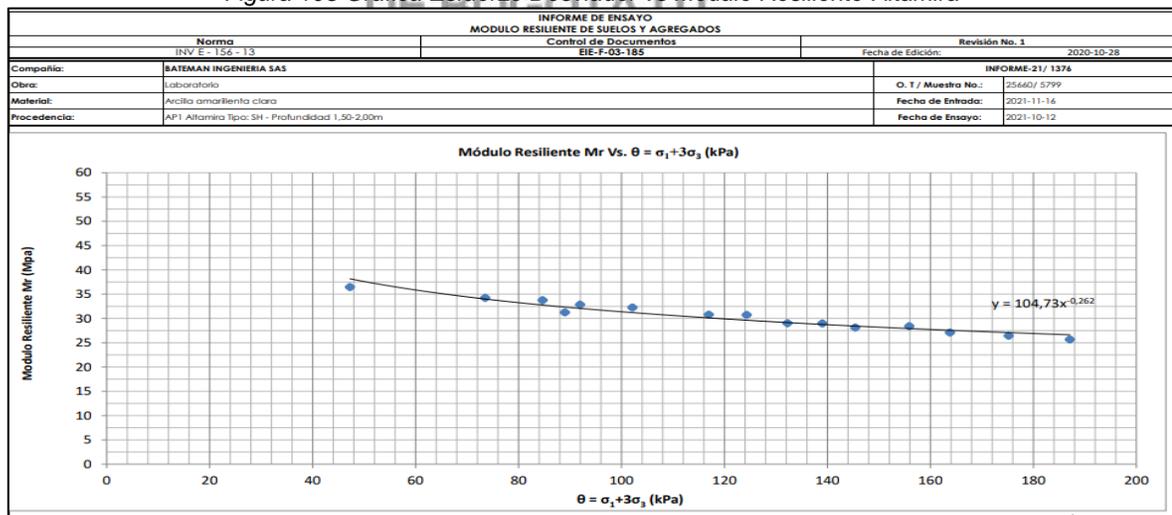
Figura 102 Gráfica Esfuerzo Desviador vs Módulo Resiliente-La Victoria



Fuente: Laboratorio Consultoría

ALCALDÍA MAYOR

Figura 103 Gráfica Esfuerzo Desviador vs Módulo Resiliente-Altamira



Fuente: Laboratorio Consultoría

La conclusión principal es que los valores de los módulos no se pueden comparar porque la verificación se hace con una muestra en condición de humedad natural y el diseño en condición saturada, según se presenta en la siguiente tabla.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Tabla 11. Resultados de Módulos Resilientes de Subrasante

Criterio	Altamira			La Victoria	
	CII 43ASur	CII 43Sur	Cr12A-Cr12B	CL40S-CL41S	CR3AE-CRA3CE
Mr Verificado, Mpa	51	47	51	54	52
Mr de diseño, Mpa	30	30	30	30	30
% Variación, con respecto al de diseño	71	58	70	80	72

Fuente: Consorcio CS

En el Anexo 5 se encuentra el cálculo del módulo a partir de los registros de ensayo y su comparación con el módulo de diseño y en el Anexo 7 están los reportes del software PITRAPAVE." .

12.4 DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA EN PAVIMENTO RÍGIDO

La metodología para el diseño es la formulada por la PCA 1984, el diseño corresponde a una losa apoyada en una subbase granular.

Basados en el libro de la Portland Cement Association, el libro de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto, el autor Ing. Cipriano Londoño, y del libro Ingeniería de Pavimentos para Carretera del Ing. Alfonso Montejó F. presentamos los factores de diseño a tener en cuenta:

- Resistencia a la flexión del concreto (Módulo de rotura, MR)
- Resistencia de la subrasante o del conjunto subrasante-subbase (k)
- Periodo de diseño, 20 años.
- Los tipos, frecuencias y magnitudes de las cargas por eje esperadas.

La resistencia a la flexión del concreto se considera en el procedimiento de diseño por el criterio de fatiga, el cuál controla el agrietamiento del pavimento bajo la acción repetida de las cargas de los vehículos pesados. Los esfuerzos y la resistencia a la flexión son los factores que se deberán considerar en el diseño del pavimento.

La resistencia a la flexión, medida por ensayos de módulo de rotura sobre vigas de 150x150x750 mm, cargándolas en los tercios de la luz, para un periodo de curado de 28

días, por considerar que habrá pocas repeticiones de carga durante dicho lapso, en comparación con la gran cantidad que el pavimento deberá soportar posteriormente.

La capacidad de soporte se mide en términos del módulo de reacción (k), determinado por pruebas de placa directa. El valor de k se estima generalmente por correlación con pruebas más sencillas como el CBR. Este procedimiento es válido, por cuánto no es indispensable la determinación exacta del módulo (k), ya que variaciones no muy grandes de él, prácticamente no afectan los espesores calculados de pavimento.

Las subbases se recomiendan con el objeto de prevenir el fenómeno del bombeo, sin embargo, su presencia tiene como consecuencia un incremento en la capacidad de soporte del pavimento que se puede aprovechar para efectos de diseño, porque puede disminuir en algo el espesor de la losa. En la siguiente figura se muestra el incremento que es de esperar en el módulo si se coloca una subbase granular de 150 mm. Con un CBR de diseño de 3.32%, se calculó el módulo de reacción de la subrasante, por lo tanto tenemos un valor de 30 MPa/m, como está en la mitad del rango (entre 20 y 30 MPa/m), esa medida se aplicó para encontrar el Módulo de Reacción de la Subrasante Combinada (k), quedando igual a 37MPa/m.

Figura 104 Módulo de Reacción de la Subrasante Combinada (k)

Valor de k para subrasante		Valor de k para subbase							
		100 mm		150 mm		225 mm		300 mm	
MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³	MPa/m	Lb/pulg ³
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente: Libro *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*
Autor: Ing. Cipriano Londoño N.

Las cargas de tránsito inciden en el diseño de un pavimento rígido, son el número y la magnitud de las cargas por eje más pesadas, que se esperan durante el periodo de diseño. Los valores que aplican se presentan en el Anexo 4 Estudio de Tránsito. Las modelaciones por Estación se presentan a continuación:

12.5 Modelaciones

12.5.1 Estación La Victoria para la CI.40 Sur

✓ **Espesor de losa**

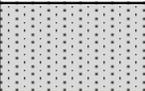
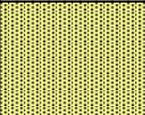
Figura 105 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 40Sur



DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

✓ **Estructura propuesta**

Figura 106 Estructura propuesta Calle 40 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	20.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	89	

12.5.2 Estación La Victoria para la CI.41 Sur

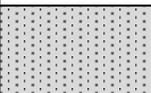
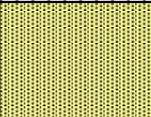
✓ Espesor de losa

Figura 107 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 41 Sur



✓ Estructura propuesta

Figura 108 Estructura propuesta Calle 41 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	20.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	89	

12.5.3 Estación La Victoria para la Cra 3ª Este

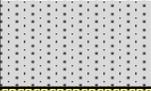
✓ **Espesor de losa**

Figura 109 Espesor de losa programa PCA 84 Cra 3AEste



✓ **Estructura propuesta**

Figura 110 Estructura propuesta Cra 3ª Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	20.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	89	

12.5.4 Estación La Victoria para la Cra 3C Este

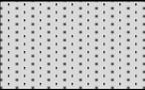
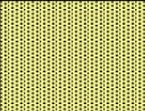
✓ **Espesor de la losa**

Figura 111 Espesor de losa programa PCA 84 Cra 3CEste

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

✓ **Estructura propuesta**

Instituto de Desarrollo Urbano
Figura 112 Estructura propuesta Carrera 3CEste

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	20	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	89	

12.5.5 Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 40 Sur-Cra 3ª Este

✓ **Espesor de la losa**

Figura 113 Espesor de losa programa PCA 84

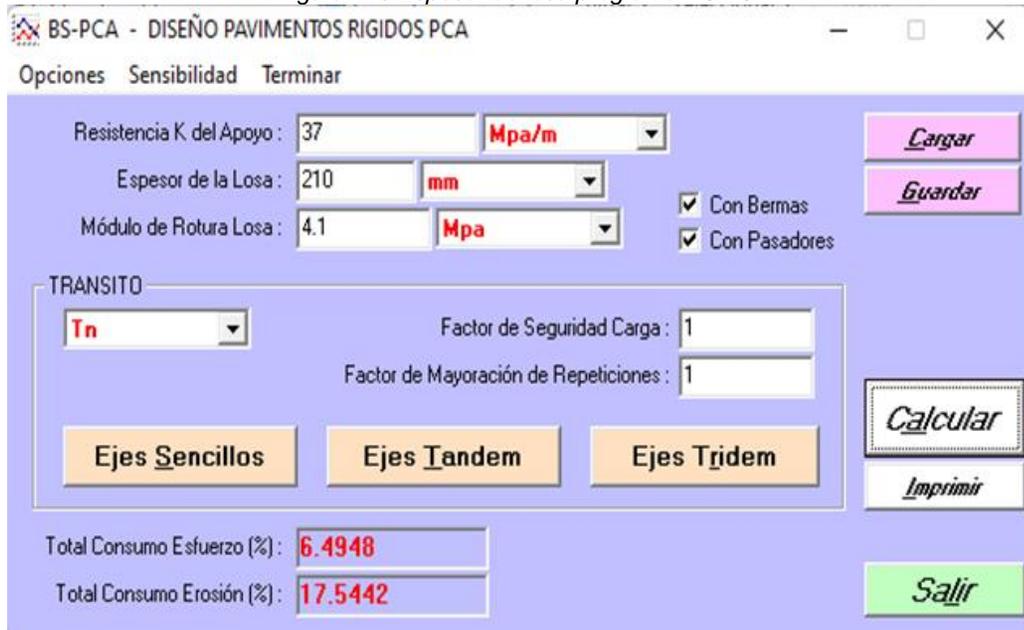
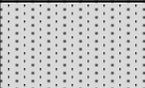
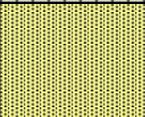


Figura 114 Estructura Propuesta para Intersección Calle 40 Sur-Cra 3AEste

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	21.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	90	

12.5.6 Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 40 Sur-Cra 3C Este

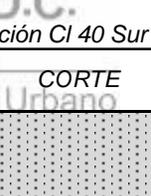
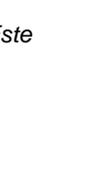
✓ **Espesor de losa**

Figura 115 Espesor de losa Programa PCA-84



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

Figura 116 Estructura propuesta Intersección Cl 40 Sur - Cra 3CEste

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	21.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	90	

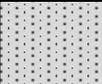
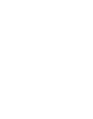
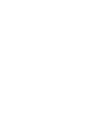
12.5.7 Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 41 Sur-Cra 3A Este

✓ **Espesor de losa**

Figura 117 Espesor de losa programa PCA-84



Figura 118 Estructura propuesta Intersección Calle 41 Sur con Cra 3A Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	21.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	90	

12.5.8 Estructura Estación La Victoria – Intersección Calle 41 Sur-Cra 3C Este

✓ **Espesor de losa**



✓ **Estructura propuesta**



Figura 120 Estructura propuesta Intersección Calle 41 Sur con Cra 3C Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	21.0	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	90	

12.5.9 Estructura Estación Altamira Calle 43 Sur

✓ **Espesor de la losa**

Figura 121 Espesor de losa programa PCA 84 Calle 43 Sur



BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo : 87 Mpa/m

Espesor de la Losa : 190 mm

Módulo de Rotura Losa : 4.1 Mpa

Con Bermas
 Con Pasadores

TRANSITO
Tn

Factor de Seguridad Carga : 1
Factor de Mayoración de Repeticiones : 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

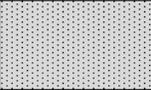
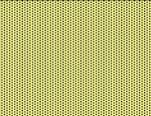
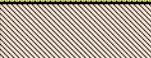
Total Consumo Esfuerzo (%): 12.3034
Total Consumo Erosión (%): 3.669

Calcular Imprimir Salir

✓ **Estructura propuesta**

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

Figura 122 Estructura propuesta Calle 43 Sur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

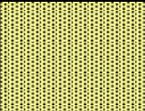
12.5.10 Estructura Estación Altamira Calle 43 A Sur

✓ **Espesor de la losa**

Figura 123 Espesor de losa Programa PCA 84 Calle 43Asur

✓ **Estructura propuesta**

Figura 124 Estructura propuesta Calle 43ASur

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.11 Estructura Estación Altamira Carrera 12AEste

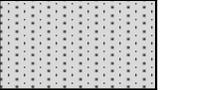
✓ **Espesor de la losa**

Figura 125 Espesor de losa Programa PCA 84 Carrera 12AEste



✓ **Estructura propuesta** Desarrollo Urbano

Figura 126 Estructura propuesta Carrera 12AEste

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.12 Estructura Estación Altamira Carrera 12BEste

✓ **Espesor de la losa**

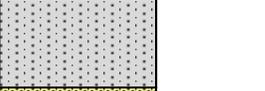
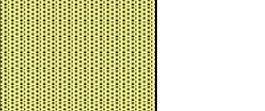
Figura 127 Espesor de losa Programa PCA 84 Carrera 12BEste



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD

✓ **Estructura propuesta**

Figura 128 Estructura propuesta Carrera 12BEste

CA PA	ESPE SOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc´-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.13 Estructura Intersección Calle 43 Sur con Cra 12A Este

✓ **Espesor de la losa**

Figura 129 Espesor de losa Programa PCA 84

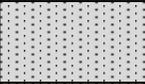


DE BOGOTÁ D.C.

MOVILIDAD

✓ **Estructura propuesta**

Figura 130 Estructura propuesta Intersección Cl 43Sur-Cra 12 A Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.14 Estructura Intersección Calle 43 Sur con Cra 12B Este

Figura 131 Espesor de losa Programa PCA 84

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo : 37 Mpa/m

Espesor de la Losa : 190 mm

Módulo de Rotura Losa : 4.1 Mpa

Con Bermas
 Con Pasadores

TRANSITO
Tn

Factor de Seguridad Carga : 1

Factor de Mayoración de Repeticiones : 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (%): 67.1885

Total Consumo Erosión (%): 20.0364

Cargar Guardar Calcular Imprimir Salir

Figura 132 Estructura propuesta Intersección Cl 43 Sur-Cra 12B Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.15 Estructura Intersección Calle 43A Sur con Cra 12A Este

Figura 133 Espesor de losa PCA-84



Figura 134 Estructura propuesta Intersección Calle 43A Sur-Cra 12A Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

12.5.16 Estructura Intersección Calle 43A Sur con Cra 12B Este

Figura 135 Espesor de losa PCA-84

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo: 37 Mpa/m

Espeor de la Losa: 190 mm

Módulo de Rotura Losa: 4.1 Mpa

Con Bermas
 Con Pasadores

TRANSITO: Tn

Factor de Seguridad Carga: 1

Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

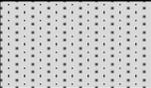
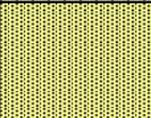
Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (%): 90.3429

Total Consumo Erosión (%): 26.9414

Cargar Guardar Calcular Imprimir Salir

Figura 136 Estructura propuesta Intersección Calle 43A Sur-Cra 12B Este

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc -41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

En el anexo 5 se encuentra el soporte de cálculo de esfuerzos y deformaciones por alabero; así como las recomendaciones de pasadores de carga y refuerzo. En el Anexo 12 se puede consultar los planos de modulación.

12.6 Verificación Mecánico Empírica en Pavimentos Rígidos

De acuerdo a lo indicado en el numeral 7.7.8.2 del Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico se presenta el cálculo del Esfuerzo de tracción admisible $(\delta)_{t,adm}$ en la capa de base en concreto por el método mecánico-empírico descrito en el libro Diseño Racional de Pavimentos del Ing. Fredy A. Reyes Lizcano.

El valor de $(\delta)_{t,adm}$ está dado por la siguiente relación:

$$(\delta)_{t,adm} = (\delta)_1 (NE) * kr * kd * kc$$

Los valores que se adoptaron y que se calcularon se indican a continuación, posteriormente se presentan las tablas resumen con todos los datos que permiten obtener la relación de esfuerzos por tensión en la base de las losas.

El tránsito se obtuvo con la fórmula presentada en el Libro mencionado anteriormente:

$$NE = N \times CAM$$

$$N = 365 \times MJA \times C$$

CAM: Agresividad media de los vehículos pesados en relación con el eje de referencia

MJA: Tránsito pesado promedio diario

C: Tasa de crecimiento geométrica i constante

En este capítulo se tomó el MJA como la sumatoria de los TPD desde el año base (2025) hasta el año 2045, lo que conlleva a no multiplicar el tráfico por el valor de proyección C.

El valor del CAM se calculó por el método indicado en el libro de “Diseño Racional de Pavimentos” del Ing. Fredy Reyes página 414. En este ejercicio no se consideró las repeticiones de los ejes tandem, porque para pesos de eje tandem de 14 Ton y 22 Ton, las repeticiones son muy altas, lo que no permite tener un valor de CAM razonable.

El módulo de elasticidad del concreto utilizado es de $E_c = 18.973$ MPa.

Al no contar con ensayos de laboratorio de los materiales para determinar el esfuerzo al millón de repeticiones $(\delta)_6$ en MPa, la pendiente de la ley de fatiga (b), el valor de la desviación estándar SN, se tomaron los valores de la Tabla 1.32 página 408:

Tabla 12 Características de los materiales Tabla 1.32

	$(\delta)_6$ (MPa)	b	SN
Concreto	2.15	-1/16	1

Fuente: Libro Diseño Racional de Pavimentos

Otro valor asumido es el valor de Sh, dispersión del espesor, en 1 cm.

El valor de k_r se obtiene con la fórmula:

$$K_r = 10^{-u b \alpha}$$

Siendo:

u : variable centrada reducida asociada al riesgo r . El valor del riesgo se asumió de la Tabla 1.37, para tránsito T2-T1 de 12%. Y de la Tabla B.18 se asignó el valor de $u = -1.175$

α : desviación típica de la distribución del log N a la ruptura.

$$\alpha = (SN^2 + Sh^2 \times (c/b)^2)^{1/2}$$

el valor de $c = 0.02$ cm

Los valores k_d , coeficiente de calibración, se tomó de la tabla 1.30 y k_c , coeficiente de corrección, se consideró de 1.50, cuando se utilice la resistencia del concreto en tracción por flexión.

12.6.1 Estación La Victoria

Los valores de $(\bar{\delta})_{t,adm}$ calculados se resumen a continuación:

	N	CAM	NE= N*CAM	E (Mpa)	Esf 6 (Mpa)	b	SN	$K_r=10^{-(u*b*desv)}$
CL 40 S	807,672	428.72	346262133.9	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CL 41 S	781,301	-	312520.4	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CRA 3 A E	406,456	1.02E+02	41590525.7	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CRA 3 C E	385,613	9.52E+01	36718110.2	30	2.15	-0.06250	1	0.84

riesgo T-1.37	(u) T.B-18	$desv=(SN^2+(c^2/b^2)*Sh^2)^{0.5}$	SH	c	Kd T.1.30	Kc	Esf t,adm
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.27
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.98
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.46
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.47

12.6.2 Estación Altamira

Los valores de $(\bar{\delta})_{t,adm}$ calculados se resumen a continuación:

	N	CAM CALC	NE= N*CAM	E (Mpa)	Esf 6 (Mpa)	b	SN	$K_r=10^{-(u*b*desv)}$
CL 43 S	79,102.0	327.0839	25872986.8	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CL 43A S	227,969.0	7.71E+02	175855848.2	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CRA 12AE	329,772.0	7.55E+02	248877273.2	30	2.15	-0.06250	1	0.84
CRA 12BE	352,875.0	3.45E-02	12187.2	30	2.15	-0.06250	1	0.84

riesgo T-1.37	(u) T.B-18	$desv=(SN^2+(c^2/b^2)*Sh^2)^{0.5}$	SH	c	Kd T.1.30	Kc	Esf t,adm Mpa
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.50
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.33
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	1.30
12%	-1.175	1.05	1	0.02	0.68	1.5	2.42

En el Anexo 6 se encuentra la verificación mecánica-empírica en un archivo en excel.

12.7 Análisis de Sensibilidad

Se realizó el análisis de sensibilidad cambiando espesor de losa. La celda sombreada

En el Anexo 8 Analisis de Sensibilidad PCA, se presenta la modelación realizada en cada calle y por Estación:

✓ Estación La Victoria Calle 40 Sur

Tabla 13 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Calle 40 Sur

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
190	150	429.58	50.43
200	150	86.27	25.31
210	150	5.66	11.71

✓ Estación La Victoria Calle 41 Sur

Tabla 14 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Calle 41 Sur

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
190	150	444.93	50.01
200	150	89.35	24.86
210	150	5.86	11.33

✓ Estación La Victoria Carrera 3AEste

Tabla 15 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Carrera 3AEste

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
190	150	63.73	18.91
200	150	12.80	10.75
210	150	0.84	5.84

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

✓ Estación La Victoria Carrera 3CEste

Tabla 16 Análisis de Sensibilidad Estación La Victoria Carrera 3CEste

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
180	150	208.84	30.34
190	150	60.03	17.82
200	150	12.06	10.13

✓ Estación Altamira Calle 43 Sur

Tabla 17 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Calle 43 Sur

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
170	150	153.35	10.44
180	150	42.81	6.25
190	150	12.30	3.70

✓ Estación Altamira Calle 43A Sur

Tabla 18 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Calle 43A Sur

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
180	150	123.38	18.00
190	150	35.46	10.57
200	150	7.12	6.01

✓ Estación Altamira Carrera 12AEste

Tabla 19 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Carrera 12 A Este

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
180	150	178.48	26.04
190	150	51.29	15.30
200	150	10.30	8.70

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

✓ **Estación Altamira Carrera 12 B Este**

Tabla 20 Análisis de Sensibilidad Estación Altamira Carrera 12 B Este

Espesor de Losa (mm)	Espesor de Subbase granular (mm)	Consumo Fatiga (%)	Consumo de Erosión (%)
180	150	190.98	27.87
190	150	54.89	16.37
200	150	11.02	9.31

Los resultados de las modelaciones teniendo en cuenta los cambios de espesor de losa y cambio del espesor de subbase granular se encuentran en el Anexo No. 8.

En atención y acatamiento a la recomendación de la Entidad propietaria del proyecto en el numeral 7.7.8.4, del Capítulo 11 – Pavimentos, del Anexo Técnico, que a continuación se muestra, no se ha considerado mezcla asfáltica como capa de apoyo de losa y a la vez antierosiva:

7.7.8.4 Capas anti-erosión

La recomendación de mezclas asfálticas bajo las losas de concreto hidráulico, no deberá ser considerada con efecto estructural, sino únicamente como capa anti-erosión. En consecuencia, no serán aceptadas mezclas asfálticas con gránulo de caucho para este propósito.

A menos que el consultor compruebe objetivamente, con modelos numéricos, que existe potencial de falla por erosión en las juntas transversales, no se aceptará el uso de capas anti-erosión.

En caso de proponer granulares estabilizados en caliente con cemento asfáltico, como capa intermedia en los pavimentos rígidos, no será necesario incluir mezcla densa en caliente como capa anti-erosión.

Sumado a lo anterior, el Consultor, basado en los siguientes criterios, no optó por emplazar una capa anti-erosiva entre la losa y la capa de apoyo de subbase granular: 1. Las juntas transversales están provistas de dovelas o pasadores de carga para el control de deflexiones, es decir, que la eficiencia en la transmisión de carga es mucho mayor en comparación con un sistema de trabazón de agregados que auspicia la ocurrencia de la expulsión de finos de la capa granular subyacente a la losa. 2. De acuerdo a las modelaciones por el Método de Diseño PCA-84, todos los consumos de erosión son inferiores al 28%. Ante estos fundamentos, la ocurrencia del fenómeno del bombeo no ocurrirá y así esta garantizada.

13. DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PARA ANDEN Y ACCESO VEHICULAR

Cómo lo menciona el Anexo Técnico Capítulo 11 Pavimentos, las estructuras para espacio público y ciclorruta se encuentran definidas en la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP, 2018).

Como se observó en el numeral 4.2 las pilonas están dentro de los predios que deben ser adquiridos por el IDU, el espacio público asociado a la localización de las pilonas será lo que se intervenga. De igual manera, el emplazamiento de la piona no afecta ninguna construcción privada de acuerdo a lo indicado por el componente de Urbanismo.

Los suelos de subrasante de diseño de pavimentos tienen un CBR de diseño de 1.0% obligando a realizar un mejoramiento de suelo de subrasante de 44 cm de rajón y/o losas de concreto fracturadas y 10 cm de sello con material granular seleccionado, para todas las alternativas.

Para el espacio público asociado a las Estaciones, de conformidad con la valoración más desfavorable del suelo de subrasante (S2), previamente ejecutado el mejoramiento de suelo de la subrasante mencionado, las estructuras de pavimento previstas para el efecto en la Cartilla de Andenes, que aplican para todas las alternativas de implantación de Estaciones es la siguiente:

1. Elección Suelo de Subrasante

Figura 137 Clasificación de Subrasante para diseño de Andén

TIPO DE SUBRASANTE CBR en (condición de inmersión)	
S1	Mayor o igual a 3%
S2	Menor de 3%

Fuente: Cartilla de Andenes del IDU

2. Mejoramiento de Subrasante

Figura 138 Mejoramiento de subrasante en Espacio Público

Tipo de Suelo existente en la Subrasante	Clasificación AASHTO	Clasificación AASHTO	CBR	Proceso a seguir
Suelos Granulares (Gravas y Arenas)	Tipos A1, A2, A3	Excelenta a buena	> 3%	Rectificar y compactar hasta obtener la densidad especificada por el diseñador
Suelos Finos (Arcillas y limos de baja plasticidad)	Tipos A4	Regular a Mala	> 3%	Perfilar
Suelos Finos (Arcillas y limos de baja plasticidad)	Tipos A4 y A5	Regular a Mala	< 3%	Reemplazar 20 cm con material de relleno de CBR mínimo de 10% (Sección 320 de IDU - ET-2011 o vigente)
Suelos Finos (Arcillas y limos de alta plasticidad)	Tipos A6 y A7	Regular a Mala	< 3%	Mejorar 20 cm con algún proceso químico* o cal viva (Sección 230 de IDU ET-2011 o vigente)

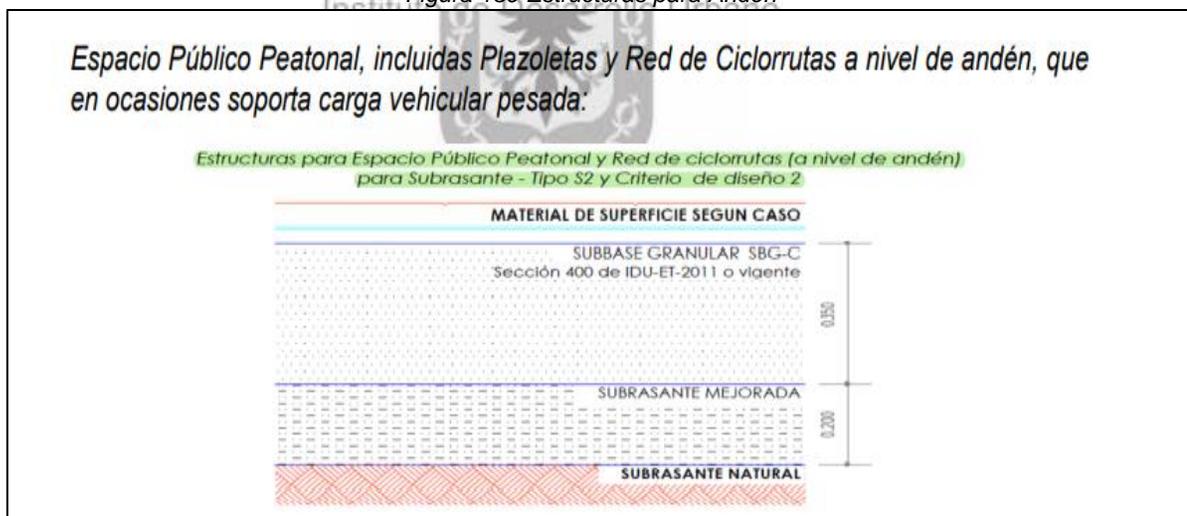
Fuente: Cartilla Andenes del IDU

En esta etapa se elige nuevamente la estabilización mediante la consideración del aporte de un material granular (Rajón o RCD y Sello) en el incremento del CBR y consecuente Módulo Resiliente, en virtud de la topografía, las dimensiones de andenes y facilidad constructiva.

3. Estructuras

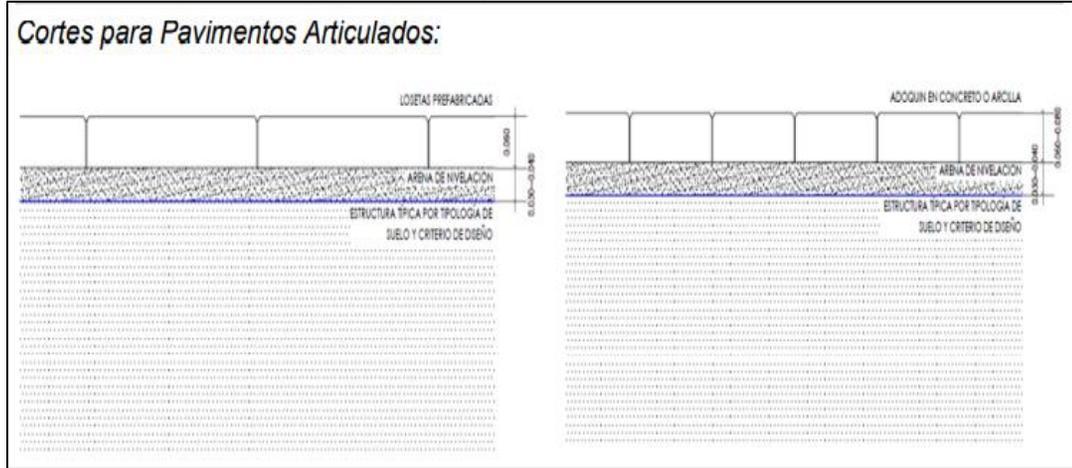
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD

Figura 139 Estructuras para Andén



Fuente: Cartilla de Andenes del IDU

Figura 140 Corte para Pavimentos Articulados

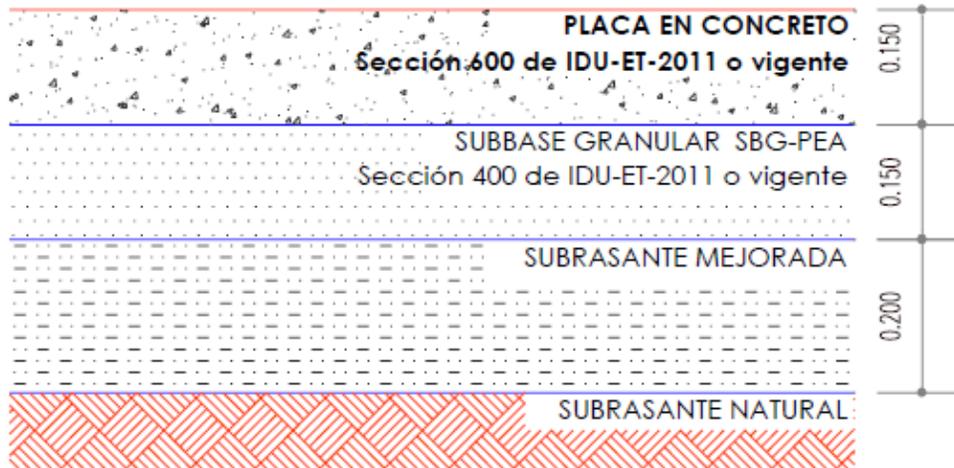


Fuente: Cartilla de Andenes IDU

Para las rampas de ingreso a estaciones y predios se mantuvo el criterio de diseño 2, obteniendo los siguientes espesores:

Figura 141 Estructura para acceso vehicular, pompeyanos y vías con tránsito restringido para subrasante Tipo S2 y Criterios de diseño 3

Estructuras para acceso vehicular, pompeyanos y vías con tránsito restringido para Subrasante - Tipo S2 y Criterio de diseño 3



Fuente: Consorcio CS

14. PRESUPUESTO DE OBRA

Partiendo de las actividades más relevantes consignadas en el Anexo 12 Cantidades y presupuesto de Obra de Pavimentos, el cual hace parte de este Informe, se estructura el presupuesto de obra el cual se presenta a continuación. Para la pavimentación de las calles alrededor donde está previsto la implantación de la estación, se propone la demolición de las losas de contrato y posterior recuperación de este material para ser utilizado como material de subbase mejorada.

El costo estimado para la pavimentación de las vías en cuestión, cuya área se estima en 5355.00 m² de intervención de las estaciones La Victoria y Altamira, en pavimento rígido se presenta el costo por metro cuadrado de intervención.

Tabla 21 Presupuesto de Obra y costo por M2. Estación La Victoria.

DESCRIPCIÓN	COSTO	ÁREA (m2)	\$/m2
PAVIMENTO RÍGIDO	\$ 2.074.607.364,98	3305,00	\$ 627.717,81
ANDENES	\$ 120.403.911,12	982,00	\$ 122.610,91

Fuente: Consorcio CS

Tabla 22 Presupuesto de Obra y costo por M2. Estación Altamira.

DESCRIPCIÓN	COSTO	ÁREA (m2)	\$/m2
PAVIMENTO RÍGIDO	\$ 1.006.562.661,15	2050,00	\$ 491.006,18
ANDENES	\$ 73.583.430,52	600,00	\$ 122.639,05

Fuente: Consorcio CS

Tabla 23 Presupuesto de Obra estación La Victoria.

COD. IDU	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. UNITARIO CON A.I.U.	VALOR TOTAL
	PAVIMENTO RIGIDO					
5196	DEMOLICIÓN DE CONCRETO: ESPESORES 8CM A 15CM. (INCLUYE RETIRO DE MATERIAL, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS EN SITIO AUTORIZADO).	M3	4.995,75	\$ 79.555	\$102.358,6	\$511.358.201,8
7946	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR CON RETROCARGADOR (INCLUYE: EXCAVACIÓN, REMOCIÓN Y CARGUE)	M3	2.445,70	\$ 5.998	\$7.717,3	\$18.874.119,2
6016	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON RAJÓN, INCLUYE EQUIPO DE COMPACTACIÓN (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO)	M3	1.192,75	\$105.441,0	\$135.664,6	\$161.813.961,5
6486	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON RCD, INCLUYE EQUIPO DE COMPACTACIÓN (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO)	M3	625,00	\$ 43.804	\$56.360,0	\$35.224.986,6
4159	SUBBASE GRANULAR CLASE C (SBG_C) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	330,50	\$122.195,0	\$157.221,0	\$51.961.532,2
4160	SUBBASE GRANULAR CLASE B (SBG_B) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	495,75	\$ 125.289	\$161.201,8	\$79.915.811,7
7714	(DOVELAS) ACERO LISO PARA TRANSFERENCIA DE LOSAS D=1" (NO INCLUYE CANASTILLA). SUMINISTRO E INSTALACIÓN.	KG	4.673,00	\$3.720,0	\$4.786,3	\$22.366.383,6
3708	ACERO DE REFUERZO FY=60000 PSI. SUMINISTRO E INSTALACIÓN. DE ACUERDO A LO ESTIPULADO POR LA NSR-10, NORMA ASTM A-706, ICONTEC 2289 PARA EL ACERO PDR-60. INCLUYE TODOS LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES (REFUERZO (G60) FIGURADO, CORRUGADO, INCLUYE EL ALAMBRE DE AMARRE), EQUIPOS, TRANSPORTES, MANEJO, ALMACENAMIENTO, DESPERDICIOS Y MANO DE OBRA.	KG	314,00	\$3.979,0	\$5.119,5	\$1.607.535,7
8555	PISO EN CONCRETO MR 41 (280 Kg/Cm2) GRAVA COMÚN ACCELERADO A 7 DÍAS, LISO PARA POMPEYANOS Y VÍAS A DESNIVEL, COLOR OCRE (INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO, JUEGO DE MOLDES, DESMOLDANTE EN POLVO, CURADOR PARA CONCRETO, CORTE Y SELLADO DE JUNTAS.)	M3	661,00	\$1.320.823,0	\$1.699.423,7	\$1.123.319.068,8
6204	SELLO DE JUNTAS CON ICOPOR Y SIKAFLEX 1A SELLADO DE JUNTAS (300CC) (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	2.516,00	\$18.115,0	\$23.307,5	\$58.641.628,7
3811	CORTE DE PAVIMENTO - INCLUYE EQUIPO: CORTADORA DE CONCRETO INCLUYE OPERARIO Y COMBUSTIBLE. INCLUYE DISCO DIAMANTADO ASFALTO-CONCRETO 350 MM, AGUA Y MANO DE OBRA	ML	1.256,00	\$1.886,0	\$2.426,6	\$3.047.813,4
3806	CURADO DE LOSAS DE CONCRETO (SUMINISTRO Y APLICACIÓN)	M2	3.305,00	\$ 1.523	\$1.959,6	\$6.476.321,7
	PAVIMENTO ANDENES					
5196	DEMOLICIÓN DE CONCRETO: ESPESORES DE 8 A 15CM (INCLUYE RETIRO DE MATERIAL, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE ESCOMBROS EN SITIO AUTORIZADO)	M3	147,03	\$ 79.555	\$102.358,6	\$15.049.791,6
4563	RELLENO PARA ANDENES EN SUBBASE GRANULAR B-200 (SUMINISTRO, EXTENDIDO, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN)	M3	343,70	\$ 73.723	\$94.855,0	\$32.601.650,0
4051	ANDEN CONCRETO 3000 PSI (210 KG/CM2) HECHO EN OBRA E=0,10M (INCLUYE MEZCLA, FORMALETEO, FUNDIDA Y CURADO).	M2	982,00	\$ 57.581	\$74.086,0	\$72.752.469,5

Fuente: Consorcio CS

15. COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS

Al ser este un proyecto específico, que desde la componente de pavimentación se limita a la construcción de las vías circundantes a las estaciones, no se considera que aplique la comparación económica de alternativas de estructuras de pavimentos. Más aún cuando desde la factibilidad se indicó que la estructura de pavimentos a implementar es del tipo rígida, principalmente por aspectos técnicos, como lo son las pendientes de las vías; la tipología de pavimento actual y de las vías conectantes; y la peatonalización. En el Capítulo 12, se complementan las consideraciones técnicas para la escogencia de la alternativa rígida. No obstante, para cumplir con los requerimientos del capítulo 11 del pliego de Condiciones y de la Entidad, se presenta a continuación la comparación económica, en donde se aprecia que es más costoso el pavimento rígido, por las características arquitectónicas con las que se planteó el proyecto.

Tabla 25 Costo por m2 de pavimento rígido

COD. IDU	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
PAVIMENTO RÍGIDO					
7946	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR CON RETROCARGADOR (INCLUYE: EXCAVACIÓN, REMOCIÓN Y CARGUE)	M3	0,90	\$ 5.998	\$5.398
6016	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON RAJÓN, INCLUYE EQUIPO DE COMPACTACIÓN (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO)	M3	0,44	\$105.441,0	\$46.394
4159	SUBBASE GRANULAR CLASE C (SBG_C) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	0,10	\$ 73.723	\$7.372
4160	SUBBASE GRANULAR CLASE B (SBG_B) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	0,15	\$ 125.289	\$18.793
7714	(DOVELAS) ACERO LISO PARA TRANSFERENCIA DE LOSAS D= 1" (NO INCLUYE CANASTILLA). SUMINISTRO E INSTALACIÓN.	KG	30,00	\$3.720,0	\$111.600
3708	ACERO DE REFUERZO FY=60000 PSI. SUMINISTRO E INSTALACIÓN. DE ACUERDO A LO ESTIPULADO POR LA NSR-10, NORMA ASTM A-706, ICONTEC 2289 PARA EL ACERO PDR-60. INCLUYE TODOS LOS COSTOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES (REFUERZO (G60) FIGURADO, CORRUGADO, INCLUYE EL ALAMBRE DE AMARRE), EQUIPOS, TRANSPORTES, MANEJO, ALMACENAMIENTO, DESPERDICIOS Y MANO DE OBRA.	KG	13,00	\$3.979,0	\$51.727
8555	PISO EN CONCRETO MR 41 (280 Kg/Cm2) GRAVA COMÚN ACELERADO A 7 DÍAS, LISO PARA POMPEYANOS Y VIAS A DESNIVEL, COLOR OCRE (INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO, JUEGO DE MOLDES, DESMOLDANTE EN POLVO, CURADOR PARA CONCRETO, CORTE Y SELLADO DE JUNTAS.)	M3	0,21	\$ 1.320.823	\$277.373
6204	SELLÓ DE JUNTAS CON ICOPOR Y SIKAFLEX 1A SELLADO DE JUNTAS (300CC) (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	ML	2,00	\$18.115,0	\$36.230
3811	CORTE DE PAVIMENTO - INCLUYE EQUIPO: CORTADORA DE CONCRETO INCLUYE OPERARIO Y COMBUSTIBLE. INCLUYE DISCO DIAMANTADO ASFALTO-CONCRETO 350 MM, AGUA Y MANO DE OBRA	ML	2,00	\$1.886,0	\$3.772
3806	CURADO DE LOSAS DE CONCRETO (SUMINISTRO Y APLICACIÓN)	M2	1,00	\$ 1.523	\$1.523
COSTO TOTAL					\$560.183

Fuente: Consorcio CS

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
--	--	--

Tabla 26. Costo por m2 de pavimento flexible

COD. IDU	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR TOTAL
	PAVIMENTO FLEXIBLE				
7946	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR CON RETROCARGADOR (INCLUYE: EXCAVACIÓN, REMOCIÓN Y CARGUE)	M3	1,03	\$ 5.998	\$6.178
6016	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON RAJÓN, INCLUYE EQUIPO DE COMPACTACIÓN (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO)	M3	0,44	\$105.441,0	\$46.394
4159	SUBBASE GRANULAR CLASE C (SBG_C) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	0,10	\$ 73.723	\$7.372
4160	SUBBASE GRANULAR CLASE B (SBG_B) (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN, HUMEDECIMIENTO Y COMPACTACIÓN CON VIBROCOMPACTADOR)	M3	0,35	\$ 125.289	\$43.851
4857	IMPRIMACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CRL-1 (INCLUYE SUMINISTRO, BARRIDO DE SUPERFICIE Y RIEGO MECÁNICO).	M2	1,00	\$ 1.826	\$1.826
9001	BASE GRANULAR CLASE A (BG-A) ESTABILIZADA CON CEMENTO ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO MGEA_A (Incluye suministro, transporte, colocación y compactación).	M3	0,14	\$ 473.415	\$66.278
3866	RIEGO DE LIGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA CRR-1 (SUMINISTRO, BARRIDO SUPERFICIE Y RIEGO MECÁNICO)	M2	1,00	\$ 1.939	\$1.939
6313	MEZCLA ASFÁLTICA DENSA EN CALIENTE MD12 CON CEMENTO ASFÁLTICO 60-70 (SUMINISTRO, EXTENDIDO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN MECÁNICA CON VIBROCOMPACTADOR Y COMPACTADOR DE LLANTAS)	M3	0,07	\$ 630.525	\$44.137
COSTO TOTAL					\$217.975

Fuente: Consorcio CS

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

16. MANTENIMIENTO PARA EL PAVIMENTO CONSTRUIDO

De acuerdo a las especificaciones IDU ET-IC-01 Capítulo 9: Actividades de Conservación de Pavimentos en Concreto Hidráulico, alternativa recomendada a construir por los especialistas de la consultoría por las razones expuestas en el numeral 12 Diseño de Pavimentos, se presentan las actividades que el IDU considera en el capítulo 9 “Actividades de Conservación de Pavimentos en Concreto Rígido” para que se implementen en este proyecto:

16.1 Pavimento Rígido

900-18 Sellado de Fisuras de profundidad parcial y Reposición de Sello de Juntas en Losas de Concreto Hidráulico

Figura 142 Especificación IDU ET-IC-01-900.180

CÓDIGO ET-IC-01	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.		VERSIÓN 4.0	
Especificación 900-18	EMAR SELLADO DE FISURAS DE PROFUNDIDAD PARCIAL Y REPOSICIÓN DE SELLO DE JUNTAS EN LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO		Revisión 1.0	
PROCESO			 Volver al inicio	
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO				
MATERIALES				
Material		Requisito		
Sellos para juntas		Tabla 800.7		
		Tabla 800.8		
Sellos de fisuras	Base de resina epóxica	ASTM C881 / C881M		
REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS				
Definición del material de sello de fisuras				
<p>Se debe relacionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho de la fisura. - Movimiento de la fisura (Es una fisura activa o inactiva). - Condición de humedad en la fisura. 				
Recomendaciones				
<ul style="list-style-type: none"> - Las resinas epóxicas o acrílicas inyectadas a presión pueden ser inyectadas en fisuras con un ancho entre 0.15 mm y 6 mm. - El ancho de la fisura determina la viscosidad del producto a utilizar, siendo menos viscoso para fisuras pequeñas y más viscoso para las fisuras más anchas - Para fisuras con anchos > 6 mm empiezan a ser importantes los materiales cementosos (tipo grout). - Las fisuras activas se sellan con materiales de inyección que sean flexibles con capacidad de elasticidad limitada. - Las fisuras inactivas se sellan con resinas rígidas que restituyan la rigidez y el monolitismo de la sección, como las resinas epóxicas. - Para las fisuras con humedad se recomiendan resinas que reaccionan con el agua y se expanden sellando la fisura y la entrada de agua hacia el interior de la estructura. 				
CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS				
Material		Requisito		
Sellos de juntas		ASTM C1193		
Sellos de fisuras		Inspección visual		

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

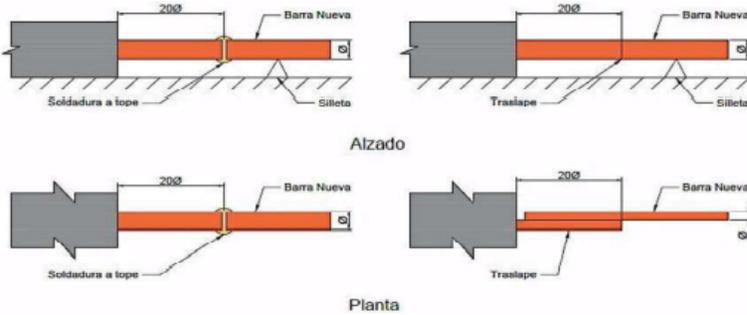
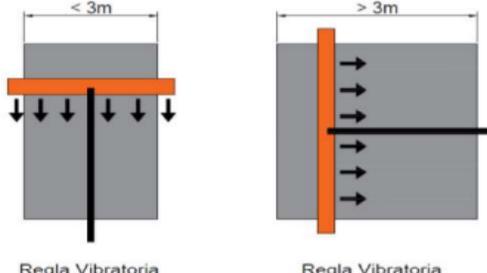
910-18 Reposición Total o Parcial de Losas de Concreto Hidráulico

Figura 143 Especificación IDU ET-IC-01-910.18

CÓDIGO ET-IC-01	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN 4.0	
Especificación 910-18	EMAR REPOSICIÓN TOTAL O PARCIAL DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO	Revisión 1.0	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO		 Volver al inicio	
MATERIALES			
Material		Requisito	
Agregados		Tabla 800.1 Tabla 800.2 Tabla 800.3 Tabla 800.4	
Agua		Tabla 800.5 Tabla 800.6	
Sellos para juntas		Tabla 800.7 Tabla 800.8	
DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO			
Criterio		Requisito	
Diseño de la mezcla de concreto hidráulico		Tabla 800.9	
REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS			
<p>Este trabajo consiste en la demarcación, corte, demolición, remoción, cargue, transporte y disposición de materiales y además de colocación, vibrado, texturizado y curado de concreto hidráulico y sello de juntas con la finalidad de reponer la losa o parte de la losa afectada.</p>			
Identificación las losas por reponer			
<p>Para la determinación de las áreas se debe tener en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> – La forma geométrica del área a intervenir debe ser un rectángulo con dos de sus lados perpendiculares al eje de la vía y los otros dos paralelos a este. – Ancho igual al ancho del carril y la longitud de la reposición, es mínimo el tercio (1/3) de la longitud de la losa. Si la longitud sobrepasa el tercio, se repone totalmente la losa. 			
Reposición de barras transversales de transferencia			
Perforación y limpieza			
<p>El diámetro de la junta depende del diámetro de la funda del pasa-juntas, considerando el espacio que ocupa el material de fijación. El corte se debe realizar de tal manera que no comprometa la estabilidad y durabilidad de la losa sobre la cual se realizan los trabajos. La limpieza se realiza con aire a presión para expulsar el polvo y los residuos. Cuando en el lugar donde se planea instalar una pasa-junta existan grietas, mallas de refuerzo u otras obstrucciones, se debe perforar lejos de ese sitio o no se debe colocar la pasa-junta.</p>			
Instalación de la funda de los pasa-juntas			
<p>Para instalar la funda de los pasa-juntas, se debe inyectar el material de fijación, que puede ser un epóxico, usando un dispositivo de inyección con una boquilla, antes de colocar la pasa-junta. El material se debe colocar del fondo hacia afuera, asegurando que no queden vacíos dentro de la perforación una vez colocada la funda del pasa-junta. Si el epóxico no tiene la viscosidad necesaria para mantenerse dentro del orificio, se emplea un retenedor como barrera para prevenir el escape. Una vez colocadas las fundas, se procede a instalar el pasa-juntas.</p>			

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

Figura 144 Continuación Especificación ET-IC-01-910.18

<p>Reemplazo del acero de refuerzo continuo</p> <p>Cuando sea necesario reemplazar el acero de refuerzo continuo, se deben unir las nuevas barras de acero a los segmentos que queden después de remover el concreto. La unión de los segmentos de acero nuevos con los existentes se debe hacer mediante sujetadores mecánicos o bien uniones soldadas, según lo indique el proyecto (Ilustración 910.1).</p>
<p>Preparación de las juntas longitudinales</p> <p>Previamente al vaciado se deben preparar las juntas longitudinales de las losas considerando lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cuando se repongan losas mayores de 4,5 m en el sentido longitudinal o dos o más losas contiguas, se deben reponer las barras de amarre con las losas adyacentes. Para esto, se deben hacer perforaciones a lo largo de la junta longitudinal a cada 75 cm si los documentos del proyecto no establecen otra cosa. Las barras de amarre se deben fijar a las losas existentes de la misma manera que las pasa-juntas, pero sin fundas. – En el caso de que se repongan dos losas adyacentes en el sentido transversal y se coloquen barras de amarre entre ellas, éstas se deben instalar antes del vaciado del concreto hidráulico, mediante siletas que las aseguren en la posición correcta durante el vaciado y el vibrado del concreto. En una longitud de 45 cm antes y después de una junta transversal, no se pueden colocar barras de amarre.
<p style="text-align: center;">REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS</p> <p style="text-align: center;">Ilustración 910.1. Uniones de barras de acero de refuerzo continuo (N CSV CAR 3 02 010/03)</p> <div style="text-align: center;">  </div>
<p>Preparación de las juntas longitudinales</p> <p>Previamente al vaciado se deben preparar las juntas longitudinales de las losas considerando lo siguiente (Continuación):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cuando se repongan losas, en el sentido longitudinal se debe colocar una tabla aisladora a lo largo de toda la junta longitudinal con las losas adyacentes. La tabla aisladora puede ser una tira de cartón, de fibra o de un material similar, de cinco (5) milímetros de espesor y una altura igual a la profundidad de la caja de la junta preexistente.
<p>Acabado del concreto hidráulico</p> <p>En reposiciones menores de tres (3) metros en el sentido longitudinal, para el enrasado se debe utilizar una regla vibratoria, la cual deber ser desplazada por el pavimento en dirección transversal a las juntas longitudinales, de tal forma que se apoye en la superficie de las losas adyacentes y para reparaciones mayores de tres (3) metros, el enrasado se debe llevar a cabo con una regla vibratoria, moviéndola en el sentido longitudinal, como se muestra en la Ilustración 910.2.</p>
<p style="text-align: center;">Ilustración 910.2 Dirección de enrase y terminado de la superficie (N CSV CAR 3 02 010/03).</p> <div style="text-align: center;">  </div>

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Figura 145 Continuación Especificación ET-IC-01-910.18

CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS					
Tabla 910.1 Controles para calidad de la mezcla para reposición de losas					
Ensayo	Norma de Ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayo		Criterio de validación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación individual
Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (1)	NTC 673	1 cada mezcla o camión de concreto	1 cada mezcla o camión de concreto	100% resistencia de diseño	95% resistencia de diseño
Resistencia a la tracción indirecta (1)	NTC 722	1 cada mezcla o camión de concreto	-	100% resistencia de diseño	95% resistencia de diseño

(1) Los cilindros tomados para realización del ensayo, deben ser mantenidos en curado hasta que alcancen la edad de diseño, y deben ser ensayados como comprobación de la resistencia por medio de la correlación dada en el diseño, para cumplir los requisitos de la Tabla 800.9. La resistencia mínima a la tracción indirecta y compresión de diseño corresponde a la obtenida en la correlación del diseño, ejecutado con los lineamientos del numeral 800.3.1.6

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

Uno de los beneficios de construir pavimento rígido es que los costos de mantenimiento no son altos en los primeros cinco años

Los costos de mantenimiento para los primeros cinco años de operación a juicio del especialista de pavimentos, hace referencia a un mantenimiento rutinario. De acuerdo a la base de datos del IDU actualizada en abril de 2020, los valores a tener en cuenta es del APU “Mantenimiento Rutinario de calzada en concreto hidráulico, incluye limpieza de sumideros, pozos, sello de juntas y retiro manual de capa vegetal” el precio es de \$16,973/m². A esto le incluimos el APU “Sellado Juntas en pavimento de concreto hidráulico (incluye limpieza, suministro e instalación de Fondo y Sellantes”, tiene un precio de \$7,683/ml. Se considera que del área total de cada estación a intervenir, el 15% del área se requiere el mantenimiento rutinario de limpieza de sumideros, pozos, sellos de juntas y retiro manual de capa vegetal. Para el “Sellado de juntas en pavimento en concreto hidráulico (incluye limpieza, suministro e instalación de fondo y sellantes)” se tomará un 20% de la cantidad total de construcción de juntas.

Los perímetros de las estaciones y los anchos de vía para realizar los cálculos, de esta variable se tomó el promedio de los anchos de vía presentados anteriormente, son los siguientes:

Figura 140 Perímetro y ancho promedio de vía para cada Estación

Estación	Perímetro (m)	Ancho de va promedio (m)
La Victoria	391.35	5.63
Altamira	256.20	5.92*

*En este promedio se excluyó el ancho de vía de la Calle 43 Sur

Los costos de mantenimiento rutinario anual para cada estación, teniendo en cuenta los porcentajes a intervenir y costos presentados anteriormente se presentan a continuación:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla 30 Costo Mantenimiento Rutinario Estación La Victoria

APU	Cantidad total	Unidad	% Afectac	Cantidad a intervenir	Valor Unitario (\$)	Costo Total Anual (\$)
Mantenimiento Rutinario de calzada en concreto hidráulico, incluye limpieza de sumideros, pozos, sello de juntas y retiro manual de capa vegetal	2,203	M2	20	441	16,973	7,485,093
Sellado Juntas en pavimento de concreto hidráulico (incluye limpieza, suministro e instalación de Fondo y Sellantes	1,126	ML	15	169	7,683	1,298,427
COSTO ANUAL MANTENIMIENTO ESTACION LA VICTORIA						8,783,520

Se realiza el cálculo para la estación Altamira:

Tabla 31 Costo Mantenimiento Rutinario Estación Altamira

APU	Cantidad total	Unidad	% Afectac	Cantidad a intervenir	Valor Unitario (\$)	Costo Total Anual (\$)
Mantenimiento Rutinario de calzada en concreto hidráulico, incluye limpieza de sumideros, pozos, sello de juntas y retiro manual de capa vegetal	1,517	M2	20	303	16,973	5,149,608
Sellado Juntas en pavimento de concreto hidráulico (incluye limpieza, suministro e instalación de Fondo y Sellantes	762	ML	15	114	7,683	875,862
COSTO ANUAL MANTENIMIENTO ESTACION ALTAMIRA						6,025,470

Después de los cinco (5) primeros años de operación se considera que pueden intervenir los siguientes APU para conservación de vías:

1. Demolición y reconstrucción de losas en concreto hidráulico MR41 e=0.16 m, precio por m2 de \$181,577
2. Corte y ampliación de junta en pavimento de concreto hidráulico, precio por ml de \$4,166

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

17. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES, CANTERAS Y PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE MEZCLAS

En el Anexo 9 Fuentes de Materiales encontramos una evaluación de fuentes y canteras presentadas en el año 2017 y 2018.

Los informes presentados son de la fabricación de las siguientes mezclas:

- Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall MD20 en caliente, Informe CO-AP-8006-002-2018, de la empresa PROCOPAL S.A., planta de producción en Mosquera-Cundinamarca.
- Diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall MD12 en caliente, Informe CO-AP-8006-012-2018, de la empresa PROCOPAL S.A., planta de producción en Mosquera-Cundinamarca.
- Determinación de la fórmula de trabajo de la mezcla de material granular estabilizada con asfalto, Informe LAB-DPSA-DM26-MGEA-B de la empresa DROMOS
- Diseño de mezcla asfáltica tipo I (IDU) con asfalto modificado con grano de caucho reciclado (GCR) elaborado por MPI Ltda. para el cliente PROCOPAL S.A.

La construcción como se ha mencionado en varios numerales se realizará en pavimento rígido, como Consultoría indicamos que el contratista debe contactar a las empresas productoras de concreto para que sean estas las que provean de la mezcla de concreto MR41.

18. ANÁLISIS DE RIESGOS

En el Anexo 10 Análisis de riesgos, se presenta una Ficha Técnica de Prevención de Riesgos de Construcción de la empresa Mutual de Seguridad localizada en Santiago de Chile.

Adicionalmente se presenta un artículo presentado por la Ingeniera Diana Milena Oviedo Contreras de la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá titulado “Gestión de Riesgos en la Construcción de una vía en la localidad de San Cristobal Sur en Bogota, localizado en la Calle 41B Sur entre carrera 1B Este y Carrera 2 Este. El ciclo de vida del proyecto se muestra en la figura 7 del artículo, en cada etapa se identifican los riesgos asociados. La figura mencionada anteriormente se presenta a continuación:

Figura 146 Ciclo de Vida de un proyecto y Riesgos asociados a cada etapa



Fuente: Artículo de Diana Milena Oviedo Contreras de la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá

Para la etapa de Construcción se presentan Riesgos que se deben tener en cuenta previo a iniciar la construcción de este proyecto vial en la localidad de San Cristobal.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

En el Anexo 10 Analisis de riesgos , el cual hce parte del presente informe, se presenta la matriz de riesgos a mayor detalle.

A continuacion se enlistan los posibles riesgos a los que se pueden presentar desde esta especialidad:

- Demora en el trámite de permisos y/o autorizaciones, por parte de las ESP y Entidades Distritales (SDA, SDM, SDP y otras) involucradas en el proyecto
- Oposición o condicionamiento de la comunidad a la ejecución del proyecto.
- Escasez en el suministro o Fluctuación en el costo de cualquier tipo de material para la ejecución de la obra.
- Suspensión del contrato por oposición de las comunidades o acciones populares, debido a una inadecuada gestión del contratista que las afecte negativamente
- Generación de rendimientos negativos en razón a la utilización de la fiducia para el valor del anticipo. (3)
- Modificación de algun elemento de la infraestructura existente y/o condiciones de redes, posterior a la epoca en que se realizaron los diseños.
- Suministro de materiales Petreos para la ejecución de las estructuras viales
- Daño en la infraestructura existente y aledaña al sitio de intervención
- Pais y Riesgo Politico
- "Se presentan acciones judiciales o de hecho, que impiden el inicio de las actividades o determinan las suspensiones de actividades Grupos de interés acuden ante la autoridad o juez del caso profiere una orden contra los intereses del proyecto, a pesar de la debida diligencia del contratista y oportuna atención de los trámites y acciones que corresponden"
- "En desarrollo de la fase de ejecución se identifica que otros contratistas o proyectos que no controla IDU también intervienen en la misma zona de influencia, afectando el inicio o normal ejecución de un frente de obra."
- "Reclamación de indemnizaciones y reparaciones de empleados del Contratista. Muerte o lesiones por accidentes de trabajo"
- "Reclamación de indemnizaciones y reparaciones de empleados del Contratista o subcontratistas. Incumplimientos en el pago de obligaciones laborales del Contratista o subcontratistas frente al personal requerido para ejecutar el contrato"
- "Se identifican yerros técnicos en los estudios y diseños. Los estudios y diseños pueden traer erratas, vicios ocultos o impresiones"

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

19. RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS

El estado del arte en este aspecto es muy amplio y se presentan muchos artículos que se refieren a recomendaciones técnicas y constructivas de un pavimento de concreto rígido. Primero que todo el Constructor debe consultar las especificaciones técnicas de construcción del IDU, siendo la base para la ejecución de los trabajos con materiales de óptima calidad. Adicionalmente la empresa que realice la construcción de esta obra debe demostrar su experiencia en la construcción de obras de gran envergadura.

En el libro “Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto” elaborado por el Ingeniero Cipriano A. Londoño N. están descritas algunas recomendaciones técnicas y constructivas que se presentan a continuación:

- ✓ Revisión de detalles de la colocación del rajón o losas fracturadas.
- ✓ Colocación de la capa de subbase en espesores establecidos en el diseño, con la calidad exigida en las especificaciones particulares de la entidad para evitar los riesgos de bombeo.
- ✓ Espesor y horizontalidad y reducir los defectos de homogeneidad.
- ✓ Verificación de cotas.
- ✓ Determinar las coordenadas de los bordes de las losas.
- ✓ Evitar desplazamiento de hilos y formaletas. Está prohibido el uso de formaletas deformadas o torcidas.
- ✓ Nivelación rigurosa de formaletas.
- ✓ Las formaletas se deben aceitar en su parte interior, antes de vaciar el concreto.
- ✓ Utilización del equipo adecuado que garantice el espesor de la losa a construir.
- ✓ La capa de subbase terminada debe estar libre de cualquier material contaminante.
- ✓ La losa se hace en una sola capa.
- ✓ Realizar la vibración del concreto con equipos en correcto estado.
- ✓ Construcción de juntas.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

20. CONCEPTO TÉCNICO QUE CONTenga EL ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE REUTILIZACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS

Colombia impulsa reutilizar escombros de origen de excavaciones y demoliciones de otros proyectos y de los que se generen en la ejecución del proyecto de construcción.

En el planteamiento de mejoramiento del suelo de subrasante con rajón y/o losas de concreto fracturadas se está respaldando la reutilización de materiales como se mencionó en el párrafo anterior.

Los residuos de construcción para bases y subbases se considera que no es buena alternativa dado que vienen muy contaminados para reutilizarlo en capas tan importantes para un pavimento como lo es este tipo de material.

Los requerimientos técnicos necesarios se enfocan a cumplir con los valores establecidos en las especificaciones de construcción del IDU vigentes.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

21. RECOMENDACIONES DE MANEJO DE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL

Se requiere revisar los diseños hidráulicos del proyecto y una vez aprobados interactuar con el especialista hidráulico para analizar la localización de alcantarillas y el recorrido de la tubería a instalar.

Basados en las recomendaciones que el Ing. Alfonso Montejó Fonseca en su libro Ingeniería de Pavimentos para Carreteras describe las obras de drenaje y subdrenaje a tener en cuenta:

21.1 Obras de Drenaje

- El bombeo
- Bordillos
- Cunetas
- Zanjas de coronación
- Alcantarillas

21.2 Obras de Subdrenaje

- Subdrenes longitudinales

Todo lo anterior debe ser armonizado con el componente de diseño hidráulico en el cual tiene proyectado las siguientes obras, considerando 10 m de longitud desde cada esquina:

✓ Estación Altamira

Alcantarillado Sanitario: Construcción de Redes de 8" en una profundidad de 2m

Alcantarillado Pluvial: En la Carrera 12 A construcción de una manija de diámetro 12" en una profundidad de 0.50 a 2.00 m

Construcción de sumideros.

✓ Estación La Victoria

Alcantarillado Sanitario: Construcción de Redes de 8" en una profundidad de 2.50 m a 3.00 m

Alcantarillado Pluvial: Intervención en la Carrera 3 C Este

Construcción de sumideros.

✓ Portal Veinte de Julio

Las intervenciones serán dentro del Portal.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

22. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

Se considera que para la etapa de construcción aplicaran las Especificaciones IDU-ET-IC-01 año 2018, a continuación se mencionan las que se utilizarán en la construcción del pavimento en concreto rígido son las siguientes:

300-18 Excavación para conformación de la subrasante

301-18 Excavación para obras varias

310-18 Rellenos para conformación de la subrasante

410-18 Mejoramiento de la rasante con rajón

413-18 Mejoramiento de la subrasante con material proveniente de demolición de losas de concreto hidráulico

500-18 Generalidades para bases y subbases granulares

510-18 Base y subbase granular para vías vehiculares

511-18 Base y subbase para vías vehiculares con agregados reciclados obtenidos de residuos de construcción y demolición RCD

800-18 Pavimento de concreto hidráulico

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

23. PROCESO CONSTRUCTIVO

La empresa Contratista que va a ejecutar los diseños se requiere que tenga experiencia suficiente en proyectos de gran envergadura. Algunos ítems que presentamos a tener en cuenta por esta empresa es la siguiente:

- ✓ PASO 1: Desmante del terreno
- ✓ PASO 2: Limpieza del terreno
- ✓ PASO 3: Excavaciones
- ✓ PASO 4: Corte de caja
- ✓ PASO 5: Compactación del terreno para el proceso constructivo de la carretera.
- ✓ PASO 6: Proceso constructivo de un terraplén.
- ✓ PASO 7: Subrasante del proceso constructivo de una carretera
- ✓ PASO 8: Señalización para el proceso constructivo de la carretera

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
 MOVILIDAD

 Instituto de Desarrollo Urbano

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

24. PLAN DE ENSAYOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS, CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y/O SOBRE EL PRODUCTO TERMINADO

El plan de ensayos es el propuesto en las especificaciones IDU ET-IC-01-800.18, aunque actualmente no se tiene la Resolución que dictamine la aplicación de las mismas, para la etapa de construcción ya se regulará la utilización:

- Los requisitos del agregado grueso, Tabla 800.1
- Límites granulométricos del agregado grueso, Tabla 800.2
- Requisitos del agregado fino, Tabla 800.3
- Límites granulométricos del agregado fino, Tabla 800.4
- Requisitos del agua para la elaboración del concreto hidráulico, Tabla 800.5
- Requisitos de verificación del agua para la elaboración del concreto hidráulico, Tabla 800.6
- Criterios de diseño de la mezcla de concreto hidráulico, Tabla 800.9

En esta especificación también se listan los “Requerimientos de Ejecución de los Trabajos”:

- Verificación de la correlación
- Preparación de la superficie existente
- Elaboración de la mezcla
- Colocación de formaletas fijas
- Colocación de los elementos guía para pavimentadoras de formaletas deslizantes
- Colocación de los pasadores o barras pasa juntas
- Sistemas de colocación de pasadores o barras pasa juntas
- Colocación de barras de amarre
- Colocación de armaduras para refuerzo de las losas
- Colocación del concreto
- Acabado superficial

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

- Textura superficial
- Curado del concreto
- Corte de las juntas de dilatación
- Preparación de las juntas
- Ejecución de las juntas de construcción
- Sellado de las juntas
- Tiempo de aplicación

Para las condiciones de entrega para el recibo de los trabajos debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Ensayos de verificación sobre los agregados, Tabla 800.10
- Tolerancias granulométricas, Tabla 800.11
- Ensayos de verificación sobre el agua, Tabla 800.12
- Controles para calidad de la resistencia de la mezcla, Tabla 800.13
- Controles para calidad del módulo de elasticidad de la mezcla, Tabla 800.14
- Ensayos de verificación sobre el acero, Tabla 800.15
- Ensayos de verificación de espesor, Tabla 800.16
- Controles para transferencia de cargas en las juntas, Tabla 800.17

En el caso de la instalación de concreto estampado para superficies de tránsito peatonal y vehicular la especificación a seguir es 801.18.

25. CONCLUSIONES

Los límites del proyecto de diseño esta demarcado por los diseños presentados en el Estudio de Factibilidad del año 2014 celebrado entre la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Contratista Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, plano CSV-V-URB-001 Planta Urbana Estación La Victoria. El diseño urbano contempla el diseño de los andenes alrededor de las estaciones. No se contempla el diseño urbano de los andenes de las manzanas que están frente a las estaciones.

El estudio de Tránsito cuenta con aprobación de la Interventoría, mas no de la Secretaria de Movilidad.

En el Estudio de Tránsito INF-TRA-CASC-125-21 Versión 1 Estación Altamira se presentaron diversos escenarios de movilidad para el año 2045, en la presente imagen se ilustra una de las propuestas de este estudio:

Figura 147. Propuesta de intervención zona de influencia Estación de Retorno año 2045



Como se observa en la imagen esta la proyección de una peatonalización en la calle 43 Sur entre Carrera 12 A Este y Carrera 12 B Este, pero es solo un escenario de lo que se puede presentar. Lo mismo pasa con el pompeyano que se ve está demarcado en la Calle 43 A Sur entre las mismas carreras mencionadas al inicio del párrafo.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

Las secciones transversales de las estaciones se mantienen, se debe tener presente que la Carrera 3C Este se propone como un corredor unidireccional sentido Sur-Norte y la Carrera 3 A Este será un corredor unidireccional en sentido Norte-Sur, en la estación La Victoria.

En la Estación Altamira los corredores unidireccionales serán en las Carreras. La Carrera 12 B Este tendrá el sentido S-N y la carrera 12 A Este quedará con sentido Norte-Sur.

El diseño de Acueducto, obtenido del informe INF-RHS-CASC-222-22 Informe de Diseño Acueducto y Alcantarillado elaborado por la consultoría presenta el diseño de acueducto y alcantarillado que propone construir:

En cuanto al diseño hidráulico las tuberías que se encuentran instaladas en la actualidad no cumplen diámetros de acuerdo a la normativa vigente y adicionalmente y de acuerdo a la inspección que se realizó con CCTV a las tuberías de alcantarillado, se encuentran en mal estado que requieren ser reemplazadas, esta información está en el Informe INF-RHS-CASC-222-22 Informe de Diseño Acueducto y Alcantarillado elaborado por la consultoría, y en los planos de diseño.

De acuerdo al plano de redes existentes y proyectadas "Redes Alcantarillado Sanitario-Combinado Cable San Cristobal DIRHRE02 plano No. 5/24" y "Redes de Alcantarillado Pluvial Cable San Cristobal DIRHRE04 plano No.16/23 elaborado por el especialista de la consultoría, las principales obras a realizar en las vías que rodean la estación La Victoria son las siguientes:

- Colocación de tubería que sale de un pozo ubicado en zona verde en la estación, aproximadamente a mitad de la Calle 41 Sur
- Retiro de tubería residual en todas las vías alrededor de la estación
- En el caso del alcantarillado sanitario el plano respectivo tiene todos los tramos proyectados y el cuadro de pozos que se construirá.
- Las redes que se encuentran en Grado Estructural 5 con el proyecto, desde la Especialidad Hidráulica se propone la renovación de las redes de alcantarillado sanitario.
- PMP78120 a PMP77975: Tubería nueva pluvial en la KR3C Este entre CL 40 Sur y Calle 40 A Sur
- PMP77975 a PMP77724: Tubería nueva pluvial en la KR3C Este entre CL 40 A Sur y Calle 41 Sur
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la KR3C al norte de la CL 40 Sur
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 Sur al oriente de la KR3C Este

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 A Sur al oriente de la KR3C Este
- Construcción sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 41 Sur al oriente de la KR3C Este
- PZ15 (nuevo) a PMP78745: aproximadamente en la mitad de la CL 40 Sur hasta la Intersección con KR3A Este
- Construcción sumideros al oriente del PZ15 en la CL 40 Sur
- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 40 Sur al oriente de la KR3A Este
- Construcción de 1 sumidero en la KR3A Este costado nor-occidental de la CL 40 Sur
- Construcción de 1 sumidero en la KR3A Este costado suroccidental de la CL 40 Sur
- Construcción de 1 sumidero en la Calle 40 Sur costado sur y al occidente de la KR3A
- PMP78745 a PMP77970: Tubería nueva pluvial en la KR3A Este entre CL 40 Sur y Calle 40 A Sur
- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas norte y sur de la CL 40 A Sur
- Pozo Proyectado, localizado aproximadamente en la mitad de CL 41 Sur a pozo Existente PMP125889
- Instalación de tubería pluvial que sale de la Estación al Pozo Proyectado, que se localiza aproximadamente en la mitad de CL 41 Sur
- Construcción de sumidero al costado sur de la CL 41 Sur, la tubería llega al Pozo Proyectado, mencionado anteriormente.
- Construcción de sumideros y tramos de tubería en las esquinas de la CL 41 Sur al oriente de la KR3A Este

Las redes de Acueducto a construir, presentadas en el informe de diseño hidráulico se requiere retirar una tubería PVC de diámetro 3" en la CL 40 A:

- Traslado de una red de 4" PVC en la CL 41 Sur y KR3A Este por interferencia con elementos de amoblamiento urbano
- Traslado de tubería de 4" PVC en la KR3A Este por interferencia con elementos de amoblamiento urbano y canalizaciones

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

De acuerdo al plano de redes existentes y proyectadas "Redes Alcantarillado Sanitario-Combinado Cable San Cristobal DIRHRE02 plano No. 8/24" y "Redes de Alcantarillado Pluvial Cable San Cristobal DIRHRE04 plano No.16/23 elaborado por el especialista de la consultoría, y la tabla anterior, las principales obras a realizar en las vías que rodean la estación Altamira son las siguientes:

- El proyecto en cuánto al alcantarillado sanitario y de acuerdo con la inspección con CCTV las tuberías tienen Grado Estructural 5, por tanto, se propone la renovación de redes de alcantarillado sanitario
- El proyecto en cuánto al alcantarillado pluvial, se propone la renovación de las redes de alcantarillado pluvial que según el informe de inspección con circuito cerrado de televisión arrojaron Grado Estructural 5
- Se tiene una red de alcantarillado pluvial proyectado en la KR12A Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de sumideros con la respectiva tubería que descarga al pozo en la esquina sur oriental de la CL42B Sur y KR12A Este
- Construcción de 6 sumideros e instalación de la tubería que conducirá el agua a los pozos a lo largo de la KR12A Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de 4 sumideros e instalación de la tubería respectiva a lo largo de la KR12B Este entre CL42B Sur y CL43A Sur
- Construcción de 2 sumideros en las esquinas de la CL43A Sur costado oriental de la KR12B Este
- Construcción de 1 sumidero en la esquina sur occidental de la CL43A Sur con KR12B Este
- Se encuentra una red residual que se debe retirar, de las vías que circundan la estación.

Las redes de Acueducto en el informe de diseño hidráulico INF-RHS-CASC-222-22 se indican las siguientes acciones:

- En la calle 42 B Sur, existe una manija en tubería de PVC 4", que distribuye el servicio de agua a los predios localizados al costado sur de la calle 42B sur, como estos predios pasarán a ser parte de la futura estación del cable, se propone retirar de servicio esta red.
- La red de la carrera 12 B Este, se deberá trasladar al occidente de su posición actual, con el fin de salvar interferencias con los postes de alumbrado público.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Supering Colombia S.A.S.</p>
---	--	---

La consultoría en todas las vías presentó el mejoramiento del suelo de subrasante - toda vez que priman suelos arcillosos y limosos de alta plasticidad - mediante el aporte de material granular tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas, este último para acoger la política distrital de la utilización de residuos de construcción y demolición (RCD). En tal sentido, el aporte de estos materiales se traduce en el incremento en la resistencia del suelo natural, en términos de Módulo Resiliente y CBR equivalentes, valores incluidos en las respectivas modelaciones.

Las razones indicadas por la Consultoría, expuestas a la Interventoría, se considera construir una estructura en concreto rígido dado que es más durable en el tiempo, de alta inversión inicial pero escaso mantenimiento; se puede armonizar su textura y acabado superficial, incluso su color, según las necesidades arquitectónicas y urbanísticas de las Estaciones, lo que no se puede hacer en el caso de carpeta asfáltica. La generación de mano de obra es mayor en el caso de pavimento de losas de concreto en comparación con rodadura asfáltica. La apertura al servicio vehicular de las vías pavimentadas en concreto juega en contra de la alternativa, toda vez que la edad para lograr la madurez del concreto es la limitante, 28 días, no obstante, está la opción de emplear concretos de alta resistencia inicial tiene mejor comportamiento en esta área de pendientes.

El emplazamiento de la Estación La Victoria corresponde a la propuesta 1, Calle 40 Sur y Calle 41 Sur con Carreras 3 A Este y 3 C Este.

El emplazamiento de la Estación Altamira que se escogió corresponde a la propuesta 2, Calle 43 Sur y Calle 43 A Sur entre Carreras 12 A Este y 12 B Este.

El periodo de diseño esta definido en el numeral 7.7.2 del Capítulo 11 para pavimentos rígidos: 20 años y para pavimentos flexibles: 10 años.

A nivel de pilonas, solo se diseñará lo respectivo al espacio público circundante, el cuál se ajustará a las alternativas que la Cartilla de Andenes del IDU prevé. Es muy importante tener presente el diseño presentado en el Estudio de Factibilidad del año 2014 celebrado entre la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Contratista Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda, planos CSV-V-URB-001 Planta Urbana Estación La Victoria, los límites de intervención allí indicados para el espacio público son los límites que aplican para los diseños actuales.

El espacio público circundante a las diferentes pilonas será intervenido unicamente a ese nivel y se ajustará a las alternativas que la Cartilla de Andenes del IDU prevé.

Las razones para construir una estructura en concreto rígido, expuestas previamente a la Interventoría son las siguientes: es más durable en el tiempo, de alta inversión inicial pero escaso mantenimiento; se puede armonizar su textura y acabado superficial, incluso su color, según las necesidades arquitectónicas y urbanísticas de las Estaciones, lo que no se puede hacer en el caso de carpeta asfáltica. La generación de mano de obra es mayor en el caso de pavimento de losas de concreto en comparación con rodadura asfáltica. LA nivel de pilonas, solo se diseñará lo respectivo al espacio público circundante, el cuál se ajustará a las alternativas que la Cartilla de Andenes del IDU prevé.

En todas las vías se considera el mejoramiento del suelo de subrasante - toda vez que priman suelos arcillosos y limosos de alta plasticidad - mediante el aporte de material granular tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas, este último para acoger la política distrital de empleo de residuos de construcción y demolición (RCD). En tal sentido, el aporte de estos materiales se traduce en el incremento en la resistencia del suelo natural, en términos de Módulo Resiliente y CBR equivalentes, valores incluidos en las respectivas modelaciones.

En el plan de Exploración V.5 aprobado por la interventoría se presentó una cantidad de laboratorios que fueron reducidos en las ordenes de ensayos, aprobadas por la Interventoría en el mes de octubre de 2021. Los resultados de los ensayos de laboratorio aprobados y que se realizaron son los siguientes:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD PROPUESTA PLAN DE EXPLORACIÓN V2	CANTIDAD ORDEN DE ENSAYOS PROYECTADA POR CAL Y MAYOR
1	Contenido de humedad INV E 122 NTC 1495	UN	44	38
2	Límites de Atterberg INV E-125 -126-07	UN	44	38
3	Granulometría INV-E-123-07 (lavado - suelos finos)	UN	14	44
4	Granulometría Hidrometría INV-E-124-07	UN	0	18
5	Valor de azul de metileno en agregados finos y en llenantes minerales INV E-235	UN	22	16
6	Contenido de materia Orgánica INV E -121- 07	UN	22	23
7	Determinación De Los Factores De Contracción De Los Suelos Inv E 127	UN	31	26
8	Determinación del Potencial de cambio Volumétrico de un suelo empleando el aparato de Lambe INV E 120	UN	22	14
10	CBR SOBRE MUESTRA INALTERADA (SUELOS COHESIVOS)	UN	31	23
11	CBR - Relación de soporte del suelo en laboratorio material granular (Método 1) (Incluye Proctor) INV E 148 NTC 2122	UN	13	4
12	Módulo Resiliente De Suelos Y Agregados (INV E 749)	UN	2	2
13	Coefficiente de permeabilidad en campo por el método de percolación	UN	3	3

La capacidad de soporte del suelo arroja valores de CBR de diseño de 1% y clasifica como un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH). Estos resultados obligan a realizar un mejoramiento con rajón en un gran espesor, el cual se calcula para obtener un CBR equivalente superior al 3%, mediante metodología IVANOV.

En todos los escenarios se considera el mejoramiento del suelo de subrasante - toda vez que priman suelos arcillosos de alta plasticidad - mediante el aporte de material granular tipo rajón y/o losas de concreto fracturadas, este último para acoger la política distrital de empleo de residuos de construcción y demolición (RCD). En tal sentido, el aporte de estos

materiales se traduce en el incremento en la resistencia del suelo natural, en términos de Módulo Resiliente y CBR equivalentes, valores incluidos en las respectivas modelaciones.

El Módulo Resiliente se registró en el laboratorio mediante la norma IDU E-156-2013 de 2013, los resultados son valores entre 29.48 MPa y 39.48 MPa. La norma de ensayo en el numeral 4.1 indica que este ensayo “proporciona una relación básica entre el esfuerzo y la deformación de los materiales bajo cargas repetidas...”, razón que nos llevó a concluir que los valores de módulo resiliente de la subrasante mejorada ha tener en cuenta es la indicada en el Capítulo 11 Pavimentos, mayor o igual (\geq) a 30 MPa.

El módulo resiliente se validó como lo indica el numeral 7.7.7.5 del Capítulo 11 Pavimentos del Anexo Técnico, se asumieron valores de k_1 y k_2 para la subbase granular, dejando los mismos que se presentan en el cálculo del IDU Anexo 11.4. El ángulo de fricción de los suelos utilizado es el correspondiente al valor del ejercicio que presenta la Entidad en el Anexo 11.4.

El requisito estimado en el Anexo Técnico para los módulos resilientes, es no exceder en más o menos 5 por ciento los valores utilizados para el dimensionamiento preliminar y el diseño empírico mecanicista.

Los resultados de los ensayos para la Estación La Victoria nos indica que la expansividad esta enmarcada en la Capacidad Volumétrica Potencial (CVP) crítica, los valores que así lo determinan es de 5 en el apique No.1 y de 4.10 en el apique No.4. Analizando los datos de límite líquido y límite plástico observamos que el grado de expansión clasifica entre alto y muy alto. Al analizar los datos a la luz de la Norma IS 1498 el grado de expansión es alto y muy alto. Para los valores obtenidos de Índice de Plasticidad, la clasificación de CHEN del grado de expansión, clasifica en alto y muy alto. El Índice de Liquidez tiene valores que oscilan entre 0.3% a 0.5%, el suelo tiene un comportamiento no colapsable y sensibilidad plástica. Los valores de Azul de Metileno calculados en los apiques No.1 y 4 permite identificar que las arcillas son poco activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Énfasis en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

En los apiques 1, 3, 4 y 8 bajo la losa de concreto se encuentra un relleno que no se reutilizará, considerando que este material debe ser removido por las obras hidráulicas que se van a construir. En los apiques 2 y 6 se presenta un relleno tipo antrópico el cuál se retirará en su totalidad.

Los suelos de subrasante para la Estación Altamira son arcillas de alta plasticidad, clasifican por el sistema SUCS como CH para los apiques No.3 y No.4 y también se tienen arcillas de baja plasticidad en los apiques No.1, No.2 y No.5. El valor de CBR es de 0.0% en los apiques No.1 y No. 5. Los suelos de los apiques No.2 y No.3 tienen un valor de 1.0% antes de inmersión. El suelo del apique No.4 tienen un valor de CBR antes de inmersión de 5.0%

y después de inmersión de 3.0%. Los resultados de expansividad en este sector indica que es una zona con Capacidad Volumétrica Potencial (CVP) crítica con valor de 4.6 en el apique No.2 y de 5.0 en el apique No.4. Se observa que el grado de expansión revisando la clasificación realizada por CHEN está entre medio y alto. Con los rangos establecidos en la Norma ID 1498 el grado de expansión se encuentra entre alto y muy alto. El Índice de Liquidez en los apiques tiene valores que oscilan entre 0.2% y 0.6%, por tanto el suelo no es colapsable. Los valores de Azul de Metileno calculados en los apiques No.2 y 4 permite identificar que las arcillas son medianamente activas según los valores de la figura 182-1 “Carta de Clasificación de Suelos Finos” que se encuentra en la norma INV E 182-2013. De acuerdo a la Tabla 3.4 “Límites de Atterberg de minerales arcillosos” del libro Mecánica de Suelos, autores William Lambe y Robert Whitman, la arcilla presente en el terreno es una Illita o una Caolinita. Los valores de actividad según el potencial de cambio de volumen es medio para la Illita y bajo para la caolinita, esto último según clasificación contenida en el documento “Geotécnia con Enfoque en Laderas del autor Santiago Osorio del año 2010.

En la Estación Veinte de Julio se realizaron dos apiques, el apique No.1 tiene información geotécnica de la primera capa con profundidad 0.05 m a 0.15 m y este suelo clasifica según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos como arena arcillosa (SC) pero con Índice de Liquidez menor (<) (-) 1.0%. El segundo apique se realizó en profundidad 0.07 m a 1.50 m clasificando como grava pobremente gradada (GP), el Índice de Liquidez es de (-) 1.40%. Con estos valores de Índice de Liquidez las características del suelo son: comportamiento “colapsable” y sensibilidad “frágil”.

En el ámbito de Espacio Público asociado a las Estaciones y Andenes Peatonales, se eligió el caso de mayor criticidad como es hallar suelos de subrasante de valores de CBR menores a 3.0% o S2 según la Cartilla de Andenes, en el entendido que según la información primaria, se encontraron valores de magnitud 1.0%.

Los datos de precipitación y temperatura que se adoptaron fueron los entregados por la EAAB Estación Vitelma. La información recopilada de la CAR e IDEAM tienen información de estaciones que quedan distantes del proyecto, por lo cuál se descartan. El valor de precipitación anual en (mm) se estimó en 1057 mm y la Temperatura Promedio es de 13.4°C.

El resultado del cálculo de los ejes equivalente NAEE_80 para la estación La Victoria es el siguiente:

Dirección	Sentido	NEE_2035
Calle 40 Sur	W-E/E-W	3.644E+06
Calle 41 Sur	W-E/E-W	3.683E+06
Cra 3 A Este	N-S	1.019E+06
Cra 3 C Este	S-N	9.66E+05

El cálculo de repeticiones de ejes simples para la Estación La Victoria son los siguientes:-

Vía	Localización	Sentido Más Cargado	Análisis	Simple - Llanta Simple				Simple - Llanta Doble		Tándem	
				2.5	3.5	5	6	7.5	11	14	22
La Victoria	CALLE 40 SUR	W-E	Contratista	876,000	48,910	401,135	2,107,510	48,910	1,297,575	166,075	501,145
	CALLE 41 SUR	W-E	Contratista	845,705	52,560	390,185	2,121,015	52,560	1,343,930	158,775	480,340
	CARRERA 3A ESTE	N-S	Contratista	453,987		192,501	637,290		192,501	90,009	273,312
	CARRERA 3C ESTE	S-N	Contratista	427,379		181,332	600,170		181,332	84,753	257,544
	INTERSECCION CALLE 40 SUR CON CRA 3A ESTE			1,329,987	48,910	593,636	2,744,800	48,910	1,490,076	256,084	774,457
	INTERSECCION CALLE 40 SUR CON CRA 3C ESTE			1,303,379	48,910	582,467	2,707,680	48,910	1,478,907	250,828	758,689
	INTERSECCION CALLE 41 SUR CON CRA 3A ESTE			1,299,692	52,560	582,686	2,758,305	52,560	1,536,431	248,784	753,652
	INTERSECCION CALLE 41 SUR CON CRA 3C ESTE			1,273,084	52,560	571,517	2,721,185	52,560	1,525,262	243,528	737,884

Para la estación Altamira tenemos el siguiente tráfico proyectado para el cálculo de la estructura en concreto asfáltico:

Dirección	Sentido	NEE_2035
Calle 43 Sur	W-E/E-W	1.978E+05
Calle 43A Sur	W-E/E-W	5.702E+05
Cra 12 A Este	N-S	8.249E+05
Cra 12 B Este	S-N	8.827E+05

Para la estructura en concreto rígido de la estación Altamira las repeticiones de ejes simples y tándem se presentan a continuación:

Vía	Localización	Sentido Más Cargado	Análisis	Simple - Llanta Simple				Simple - Llanta Doble		Tándem	
				2.5	3.5	5	6	7.5	11	14	22
Altamira	CALLE 43 A SUR	E-W	Contratista	249,904		107,102	351,905		107,102	51,001	153,002
	CALLE 43 SUR	W-E	Contratista	86,713		37,163	122,106		37,163	17,696	53,089
	CARRERA 12 A ESTE	N-S	Contratista	361,501		154,929	509,053		154,929	73,776	221,327
	CARRERA 12 B ESTE	S-N	Contratista	386,827		165,783	544,716		165,783	78,944	236,833
	INTERSECCION CALLE 43 A SUR CON CRA 12 A ESTE			611,405	-	262,031	860,958	-	262,031	124,777	374,330
	INTERSECCION CALLE 43 A SUR CON CRA 12 B ESTE			636,731	-	272,885	896,621	-	272,885	129,945	389,835
	INTERSECCION CALLE 43 SUR CON CRA 12 A ESTE			448,214	-	192,092	631,159	-	192,092	91,472	274,417
	INTERSECCION CALLE 43 SUR CON CRA 12 B ESTE			473,540	-	202,946	666,822	-	202,946	96,641	289,922

En virtud a los valores de módulo de una mezcla asfáltica en caliente MD-19, el Consultor estimó conveniente elegir como módulo de diseño 2800MPa (28550Kg/cm²), a efectos de obtener un valor de coeficiente de aporte igual a 0.42, razonable para dimensionar la capa de rodadura.

Se diseño con un Material Granular Estabilizado con Asfalto, estableciendo según las curvas isotermas ensayadas a 20°C un módulo para diseño de 2400 MPa. Para la base tratada con asfalto, el coeficiente estructural depende de la Estabilidad Marshall; este valor de la Estabilidad fue adoptado del Informe de Fabricación de Mezcla Densa en Caliente MD-20 de la planta de Producción de la empresa PROCOPAL S.A., localizada en Mosquera, Cundinamarca. La consultoría determinó emplear el valor de Estabilidad Marshall de la mezcla MD-20.

Como una capa granular subyacente por otra - natural de subrasante u otra granular - no puede desarrollar un módulo resiliente propio mayor al que le permite la capa inferior, la siguiente expresión ha sido empleada para determinar el módulo de la Subbase:

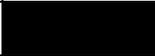
$$E_{sbg} = E_{sr} * (5,35 * \text{Log}(D_3) + (0,62 * \text{Log}(E_{sr})) - (1,56 * \text{Log}(E_{sr}) * \text{Log}(D_3)) - 1,13)$$

En donde Di es el espesor de la capa cuyo módulo se determina. Estas expresiones son tomadas de "A General System for the Structural Design of Flexible Pavements" Cuarta Conferencia Ann Arbor 1977, for Barker W. R., Brabston W. N. and Chou Y. T. Las estructuras obtenidas por Metodología AASHTO para las vías en estudio son las siguientes:

Calle 40 Sur y Calle 41 Sur:

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	11	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	16	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	38	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	119	

Carrera 3ª Este y Carrera 3C Este:

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	8	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	31	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	108	

Calle 43ª Sur y Calle 43 Sur:

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	8	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	10	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	22	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	94	

Carrera 12ª Este y Carrera 12B Este:

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
CARPETA ASFALTICA (MD19)	7	
BASE TRATADA CON ASFALTO (BG_CA-B)	15	
SUBBASE GRANULAR (SBG-B)	30	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	106	

Las estructuras diseñadas en concreto asfáltico se verificaron por metodología mecánica empírica, aplicando la formulación desarrollada por la Universidad de Nottingham para calcular el Daño Relativo en la base de la capa asfáltica y en la subrasante. Los valores de estas deformaciones por cada estructura se obtuvieron por medio del programa DEPAV. Una de las variables que requiere el software DEPAV es la presión de inflado, en el Capítulo 11 Pavimentos numeral 7.7.7.3 Diseño mecánico-empírico, nos indica que es de 690kPa (100 psi).

De acuerdo a lo recomendado en la literatura técnica el coeficiente de Poisson adoptado para cada capa son los siguientes: Concreto asfáltico $\mu = 0.35$, base granular tratada con asfalto $\mu = 0.38$, subbase granular $\mu = 0.40$ y subrasante como un suelo cohesivo $\mu = 0.45$.

Las imágenes que arroja el DEPAV se encuentran en el anexo 6 y en el anexo 5 en los archivos excel se presenta una hoja con la información de diseño para cada Estación.

Los valores obtenidos del Daño Relativo cumple con los parámetros indicados en el Anexo Técnico, se enfatiza que el ensayo de módulo resiliente se ejecutó bajo la condición de humedad natural y el diseño se realiza bajo condición saturada.

La verificación de los módulos resilientes entregados por el laboratorio de la Consultoría se realizó de acuerdo a la metodología del Anexo 11.4 del Capítulo 11 Pavimentos. Se corrió el software PITRAPAVE para obtener los esfuerzos horizontales por carga σ_{3carga} en la subbase y el σ_{3carga} que genera la subrasante. Para la subbase granular se hizo necesario asumir los valores de k_1 y k_2 , utilizando los indicados en el Anexo 11.4.

Los valores k_1 determinados por la norma E-156-2013 y entregados por el laboratorio, se consideran bajos, por lo tanto no es viable la comparación. Estos cálculos se presentan en

el Anexo 7. En el Anexo 7 se presentan los resultados que entrega el programa PITRAPAVE.

Las estructuras en diseño rígido se calcularon por medio de la metodología PCA 1984, el diseño corresponde a una losa apoyada en una subbase granular de 150 mm. El Módulo de Reacción de la Subrasante Combinada (k) adoptado es de 37 MPa/m. La estructura de concreto rígido para las vías en interés se presentan a continuación:

Calle 40 Sur, Calle 41 Sur, Carrera 3 AEste, Carrera 3 CEste:

CAPA	ESPEJOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	20	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
89		

Intersecciones:

CAPA	ESPEJOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	21	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
90		

Calle 43 Sur, Calle 43A Sur, Carrera 12ª Este, Carrera 12B Este, Intersecciones

CAPA	ESPESOR (cm)	CORTE
LOSA DE CONCRETO (Sc'-41)	19	
SUB-BASE GRANULAR (SBG-B)	15	
SELLO	10	
RAJON O RCD	44	
SUBRASANTE (CH)	-	
	88	

Para la verificación mecánica-empírica de los diseños en concreto rígido se calcularon los esfuerzos en el borde de la losa, en la esquina y en el interior de la losa, ningún esfuerzo sobrepasó el valor del Módulo de Rotura del concreto de diseño.

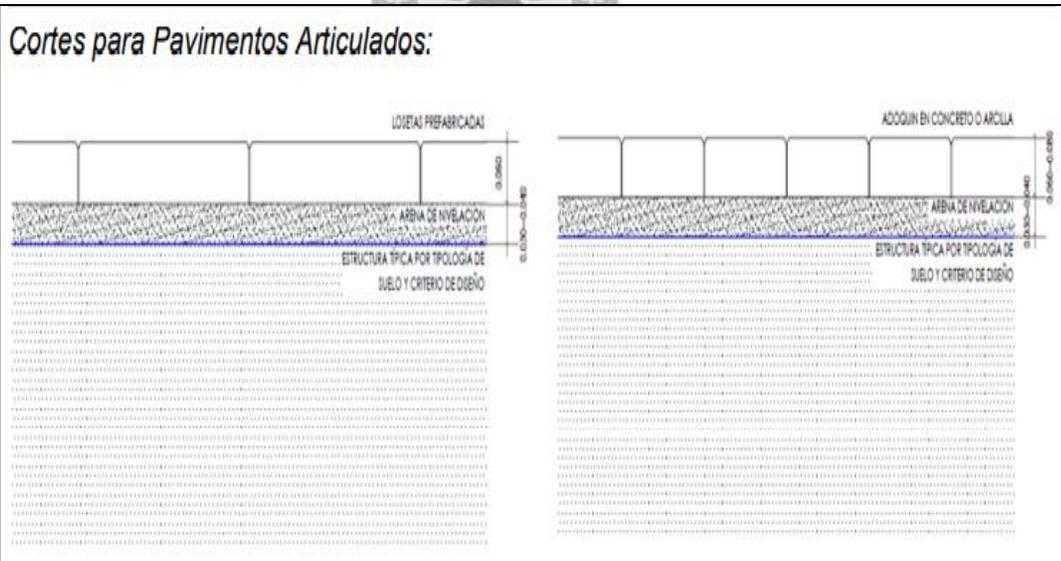
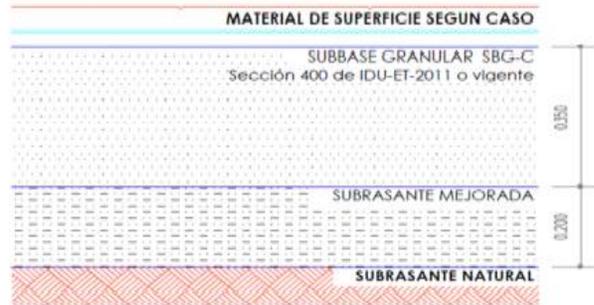
Se calculó el valor del Coeficiente de Agresividad Media con el método indicado en la página 414 del libro "Diseño Racional de Pavimentos" cuyo autor es el Ingeniero Fredy Reyes, pero no se consideraron las repeticiones del eje Tandem porque en la situación del tráfico presente, los ejes más pesados son los que tienen mayor número de repeticiones, generando valores muy altos de agresividad. La Consultoría considera que las repeticiones son calculadas de acuerdo a la clasificación de la flota vehicular indicada en el Anexo Técnico para ejes de 8.2 Ton, y el diseño racional de pavimentos se concibió para un eje de 13 Ton. Por tanto se considera que los datos no son comparables.

Se realizó un Análisis de Sensibilidad de las estructuras de pavimento diseñadas en rígido para verificar la variación de los consumos de fatiga y erosión.

El diseño de las estructuras para el área de andenes, fue considerada la recomendación de la Cartilla de Andenes del Instituto de Desarrollo Urbano, el espesor de adoquín que se considera es el diseñado por la especialidad de Diseño Urbano de 6 cm. En el espacio público que rodearan las pilonas también se debe implementar la estructura que a continuación se expone. Se aclara que las pilonas quedarán dentro de los predios que el IDU adquiera para la construcción. Se diseñó con un CBR menor de 3% y para este tipo de suelos finos se requiere mejoramiento de 20 cm con algún proceso químico o cal viva (sección 230 de IDU ET-2011 o vigente). La estructura para andén se presenta a continuación, esta se implementará para el área de circulación alrededor de todas las pilonas que se ubican en el proyecto:

Espacio Público Peatonal, incluidas Plazoletas y Red de Ciclorrutas a nivel de andén, que en ocasiones soporta carga vehicular pesada.

**Estructuras para Espacio Público Peatonal y Red de ciclorrutas (a nivel de andén)
para Subrasante - Tipo S2 y Criterio de diseño 2**



La arena de nivelación se requiere sea de río o de trituración, la capa a extender es de 3 a 5 cm.

Se adjuntó informes de diseño de mezcla asfáltica en el Anexo 5 Estructuras de pavimentos, las empresas confrontaron los resultados a la luz de las Especificaciones IDU 2011. Se contactó con personal de las diferentes empresas para preguntar si tenían el ejercicio de comparar los resultados a las Especificaciones IDU-ET-IC-01 y la respuesta fue que no, no han actualizado los resultados a la nueva normativa.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

En el capítulo 15 se presentan las actividades de mantenimiento que se deben adelantar en el pavimento rígido para que su deterioro no sea acelerado y por el contrario se conserve en buenas condiciones durante toda la vida útil.



	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

26. BIBLIOGRAFÍA

- Anexo Técnico Contrato IDU 1630/2020 Capitulo 11.
- Cartilla de Andenes IDU.
- Caracterización Mecánica de Materiales Granulares para Pavimentos, Informe de Avance, LANAMME Reporte de Investigación LM-PI-PV-IN-10-04, año 2004.
- CEMEX Colombia. Pavimentos MR. Beneficios y Recomendaciones de uso.
- Diseño Racional de Pavimentos, Ingeniero Fredy Alberto Reyes Lizcano, 2003.
- Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto, Ingeniero Cipriano A. Londoño, 2001.
- Documento Técnico Proyecto Estudio de Urbanismo y Arquitectura, INF-UEP-CASC-176-21 Versión 00, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Especificaciones IDU ET-IC-01.
- Estudio de Tránsito y Transporte Estación Altamira: Fase 3, INF-TRA-CASC-125-21 Versión 02, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Estudio de Tránsito y Transporte Estación Intermedia-La Victoria: Fase 3, INF-TRA-CASC-131-21 Versión 02, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Geotecnia con Énfasis en Laderas, Ingeniero Santiago Osorio, 2010.
- Informe de Diseño Acueducto y Alcantarillado, INF-RHS-CASC-222-22. Versión 0.
- Informe de Factibilidad, Componente de Pavimentos, INF-PAV-CASC-075-21 Versión 05, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Informe Técnico sobre “Riesgo y Seguro en la Construcción de Infraestructuras Civiles”, MAPFRE Madrid, 2003.
- Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, Ingeniero Alfonso Montejo Fonseca, 1997.
- Manual de Mantenimiento de Carreteras del INVIAS, Volumen 2, 2016.
- Mecánica de Pavimentos, Ingeniero Carlos Hernando Higuera Sandoval, 2007.
- Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman, 1979.
- Optimización del Proceso Constructivo para un proyecto de mejoramiento de una vía Secundario, Ing. Rodrigo Andrés Rosero Quiñones, Universidad de Antioquia, 2020.
- Pavement Analysis and Design, Ingeniero Yang H. Huang, 1993.

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
---	--	---

- Plan de Exploración de Pavimentos para la Fase de Diseños Definitivos, INF-PAV-CASC-102-21 Versión 04, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Recopilación y Análisis de la Información Existente-Pavimentos, INF-PAV-CASC-025-21 Versión 05, Contrato de Consultoría No.1630 de 2020.
- Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements, Portland Cement Association, 1995.
- XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, IQUITOS 2003, Ensayo de Módulo Resiliente, Felicita Marlene Limaymanta Mendoza e Ing. Wilfredo Gutiérrez Lázares.



	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

27. ANEXOS

Anexo 1 Resumen ensayos de laboratorio y perfiles estratigráficos

Anexo 2 Localización de pilonas y estaciones

Anexo 3 Datos de Precipitación y Temperatura

Anexo 4 Estudio de Tránsito

Anexo 5 Estructuras de Pavimentos

Anexo 6 Verificación Mecánico Empírica

Anexo 7 Verificación Módulo Resiliente

Anexo 8 Análisis de Sensibilidad PCA

Anexo 9 Fuentes de Materiales

Anexo 10 Análisis de Riesgos

Anexo 11 Planos de Modulación

Anexo 12 Cantidades y Presupuesto de Obra

