METRO LÍNEA 1

PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ

METRO BOGOTÁ

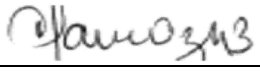
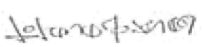
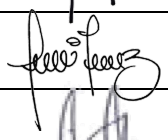
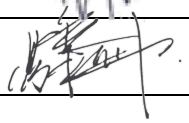
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUENTES DE LA AVENIDA PRIMERO DE MAYO CON AVENIDA 68 - TOMO 1

L1T1-CON-AMB-PN-0016_01

CONTROL DE EMISIONES		
REVISIÓN	**FECHA**	**EMITIDO PARA**
V00	01/11/2022	Revisión no objetada - Emitido para Implementación
VEE	19/10/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VDD	05/09/2022	Emitido para Aprobación - Incluye comentarios
VCC	23/08/2022	Emitido para Aprobación - Incluye comentarios
VBB	01/08/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/06/2022	Emitido para comentarios internos

El contenido de este documento no podrá ser divulgado a terceros ya sea en parte o en su totalidad sin autorización escrita de **METRO LINEA 1 SAS**
The content of this document may not be disclosed to third parties either in part or in full without written authorization from **METRO LINEA 1 SAS**
未经 **METRO LINEA 1 SAS** 的书面授权，不得将本文档的内容部分或全部透露给第三方

CONTROL DE CAMBIOS		
REVISIÓN	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO**
V00	01/11/2022	Revisión no objetada - Emitido para Implementación Se atienden observaciones de la Banca Multilateral recibidas el 26 de octubre de 2022 y el 28 de octubre de 2022, mediante correo electrónico.
VEE	19/10/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría Se atienden observaciones del Banco Mundial, Banco Europeo de Inversión, Banco Interamericano de Desarrollo y EMB recibidas el 10 de octubre de 2022 mediante radicado ML122-IC-06273
VDD	05/09/2022	Emitido para Aprobación – Incluye comentarios. Se atienden observaciones del Consorcio Supervisor PLMB emitidas mediante Radicado de Interventoría L1T1-INT-CE-22-2635 del 29 de agosto de 2022.
VCC	23/08/2022	Emitido para Aprobación - Incluye comentarios. Se atienden observaciones del Consorcio Supervisor PLMB emitidas mediante radicado de Interventoría L1T1-INT-CE-22-2445 del 10 de agosto de 2022
VBB	01/08/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/06/2022	Emitido para comentarios internos

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	**NOMBRE**	**CARGO**
REVISÓ		Claudia Marcela Díaz	Coordinadora Ambiental
REVISÓ		Jesús Beltrán	Coordinador Forestal
REVISÓ		Juan Andrés Rodríguez	Biólogo
REVISÓ		Alexandra Corredor	Directora Social
REVISÓ		Liliana Molina	Coordinadora SST
REVISÓ		Oscar Avella	Director Ambiental y SST
REVISÓ		Dalila Córdoba	Subgerente General QA/ QC
REVISÓ		Luisa Suarez	Subgerente DCC
APROBÓ		Alejandro Maya	Vicepresidente Ejecutivo
APROBÓ		Yi Liming	Vicepresidente ASST

APROBACIÓN CONSORCIO AMBIENTAL BOGOTÁ L1			
CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ L1	**FIRMA**	**NOMBRE**	**CARGO**
ELABORÓ		Hugo Gélvez	Coordinador Biótico
ELABORÓ		Hernán Quintero	Coordinador Social

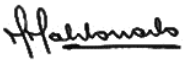
APROBACIÓN CONSORCIO AMBIENTAL BOGOTÁ L1			
CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ L1	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Esperanza Hernández	Coordinador SST
ELABORÓ		Deisy Cote	Coordinadora
ELABORÓ		Constanza Mora	Coordinadora
APROBÓ		Mauricio Maldonado	Director del Proyecto

Tabla de Contenido

1 INTRODUCCIÓN 1
2 OBJETIVOS 5
3 ALCANCE Y METODOLOGÍA 7
3.1 ALCANCE 7
3.2 METODOLOGÍA 8
4 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 18
4.1 DEFINICIONES 18
4.2 ABREVIATURAS 27
5 RESPONSABLES 33
5.1 PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL PMAS 36
6 REFERENCIAS 38
6.1 CONTRACTUALES 38
6.2 NORMATIVAS 38
6.2.1 Permisos y Licencias requeridas para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 38
6.2.2 Políticas de Salvaguardas activadas del Banco Mundial – BM que aplican al Proyecto 42
6.2.3 Política de salvaguardas del Banco Interamericano de Desarrollo – BID para el Proyecto 43
6.2.4 Política del Banco Europeo de Inversiones – BEI para el Proyecto 46
6.3 DOCUMENTALES 48
6.4 MARCO INSTITUCIONAL 49
7 DESARROLLO MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO 53
7.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS 53
7.1.1 Localización del proyecto 53
7.1.1.1 Estado Actual 54
7.1.1.2 Superposición de proyectos 60
7.1.2 Descripción de las obras 63
7.1.2.1 Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio 67
7.1.2.2 Implementación del Plan de Manejo de Tránsito (PMT) 74
7.1.2.3 Localización y Replanteo topográfico 83

7.1.2.4 Cerramiento y señalización de áreas 86
7.1.2.5 Demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano 92
7.1.2.6 Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural 96
7.1.2.7 Excavación manual y/o mecánica 101
7.1.2.8 Nivelación y compactación 105
7.1.2.9 Construcción de cimentación y estructura de contención 108
7.1.2.10 Construcción de pilas, vigas capitel, estribos, pilas y dovelas 122
7.1.2.11 Construcción de losas de aproximación 139
7.1.2.12 Instalación capa de rodadura 144
7.1.2.13 Ejecución de obras civiles menores 147
7.1.2.14 Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos 151
7.1.2.15 Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico 156
7.1.2.16 Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza 162
7.1.2.17 Demolición y desmonte del puente existente 165
7.1.2.18 Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Denuncias 176
7.1.3 Maquinaria de obra 178
7.1.4 Cronograma de actividades 178
7.1.5 Armonización Proyecto Av. 68 IDU-345-2020 180
7.1.5.1 Tratamientos Silviculturales 181
7.1.5.2 Áreas Verdes 182
7.1.5.3 Arbolado nuevo 183

7.2 ÁREAS DE INFLUENCIA 185

7.2.1 Áreas de Influencia Preliminares 188
7.2.1.1 Área de Influencia Medio Abiótico 189
7.2.1.2 Área de Influencia Medio Biótico 201
7.2.1.3 Área de Influencia Medio Socioeconómico 222
7.2.2 Áreas de Influencia Definitivas 227
7.2.2.1 Área de Influencia Medio Abiótico 227
7.2.2.2 Área de Influencia Medio Biótico 234
7.2.2.3 Área de Influencia Medio Socioeconómico 236
7.2.3 Resultados Áreas de Influencia Definitivas por Medios 238

7.3 CARACTERIZACIÓN 239

7.3.1 Medio Abiótico 239
7.3.1.1 Componente Geosférico 239
7.3.1.2 Componente Hidrosferico 280
7.3.1.3 Componente Atmosférico 335
7.3.2 Medio Biótico 431
7.3.2.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas 433

7.3.2.2 Estructura Ecológica Principal – EPP 433
7.3.2.3 Ecosistemas terrestres 438
7.3.2.4 Coberturas de la Tierra 444
7.3.2.5 Vegetación área de Influencia Indirecta 449
7.3.2.6 Inventario de zonas verdes 465
7.3.2.7 Epifitas 468
7.3.2.8 Fauna 480

CONCLUSIONES 535

BIBLIOGRAFÍA 542

Índice de Tablas

Tabla 1 – Estructura General del PMAS 3
Tabla 2 – Resumen de los monitoreos aplicables a la línea base ambiental 13
Tabla 3 – Equipo Ambiental, Social y SST del Personal Contratista estimado para el PMAS 34
Tabla 4 – Personal mínimo por parte del contratista 35
Tabla 5 – Profesionales que participaron en el PMAS 36
Tabla 6 – Permisos y Licencias Requeridos para el PMAS y alcance en otros estudios 39
Tabla 7 – Políticas de salvaguardas del Banco Mundial aplicables al proyecto 42
Tabla 8 – Normatividad y Políticas de Salvaguardas Activadas del Banco Interamericano de Desarrollo - BID 44
Tabla 9 – Estándares Activados del Banco Europeo de Inversiones - BEI 46
Tabla 10 – Referencia Documentales para la Elaboración del Documento 48
Tabla 11 – Marco Institucional del Proyecto 50
Tabla 12 – Registro fotográfico estado actual Av. 68 55
Tabla 13 – Generalidades actividad de Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio 71
Tabla 14 – Impactos, programas y permisos aplicables a la instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento 72
Tabla 15 – Generalidades actividad de Implementación del Plan de Manejo de Tránsito 80
Tabla 16 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Implementación del PMT 82
Tabla 17 – Generalidades actividad de Localización y replanteo topográfico 84
Tabla 18 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Localización y replanteo 85
Tabla 19 – Generalidades actividad de cerramiento de obras 87
Tabla 20 – Impactos, programas y permisos aplicables al cerramiento de obras 88
Tabla 21 – Generalidades actividad de señalización de áreas 90
Tabla 22 – Impactos, programas y permisos aplicables a la señalización de áreas 91
Tabla 23 – Generalidades actividad de demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano 93
Tabla 24 – Impactos, programas y permisos aplicables a la demolición de andenes y/o pavimentos . 95

Tabla 25 – Resumen de las especies a remover, trasladar y a manejar en el área Res. 03464 de 2022 96

Tabla 26 – Generalidades actividad de Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural 98

Tabla 27 – Impactos, programas y permisos aplicables a la remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural 100

Tabla 28 – Generalidades actividad de Excavación Manual y/o mecánica 102

Tabla 29 – Impactos, programas y permisos aplicables a la excavación manual y/o mecánica 104

Tabla 30 – Generalidades actividad de Nivelación y compactación 106

Tabla 31 – Impactos, programas y permisos aplicables a la excavación manual y/o mecánica 108

Tabla 32 – Generalidades actividad de Construcción de pilotes 110

Tabla 33 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de pilotes 112

Tabla 34 – Generalidades actividad de Construcción dados de cimentación 114

Tabla 35 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dados de cimentación 116

Tabla 36 – Generalidades actividad de Construcción de muros de cimentación 118

Tabla 37 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de muros de contención . 121

Tabla 38 – Generalidades actividad de Construcción de pilas 124

Tabla 39 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de pilas 126

Tabla 40 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos... 128

Tabla 41 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos 131

Tabla 42 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas 133

Tabla 43 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas 135

Tabla 44 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada 136

Tabla 45 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada 139

Tabla 46 – Generalidades actividad de Construcción de losas de aproximación 140

Tabla 47 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de muros de contención . 143

Tabla 48 – Generalidades actividad de Instalación capa de rodadura 145

Tabla 49 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Instalación capa de rodadura 146

Tabla 50 – Generalidades para la ejecución de obras civiles menores..... 149

Tabla 51 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Ejecución de obras civiles menores 150

Tabla 52 – Generalidades para la actividad de conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos 153

Tabla 53 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos..... 155

Tabla 54 – Arbolado aprobado por el Acta WR1225 156

Tabla 55 – Jardinería aprobado por el Acta WR1225..... 157

Tabla 56 – Generalidades para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico..... 159

Tabla 57 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico 161

Tabla 58 – Generalidades para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza..... 163

Tabla 59 – Impactos, programas y permisos aplicables al Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza 164

Tabla 60 – Generalidades para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico..... 166

Tabla 61 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico 168

Tabla 62 – Generalidades para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales 170

Tabla 63 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales 172

Tabla 64 – Generalidades para la actividad de demolición de la base..... 173

Tabla 65 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Demolición de la base 175

Tabla 66 – Maquinaria para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av. 68.. 178

Tabla 67 – Cronograma de actividades 178

Tabla 68 – Arbolado aprobado por el Acta WR1225 184

Tabla 69 – Descripción de actividades por etapa de definición del área de influencia 188

Tabla 70 – Datos pozo de referencia para identificar el radio de influencia 191

Tabla 71 – Criterios preliminares para la definición del área de influencia del medio biótico 202

Tabla 72 – Zonas verdes en el AID..... 207

Tabla 73 – Registro fotográfico visita de campo de zonas verdes 209

Tabla 74 – Estructura Ecológica Principal presente dentro Área de Influencia Indirecta del componente flora 213
Tabla 75 – AII socioeconómica 226
Tabla 76 – Criterios de Definición de Áreas de Influencia Definitivas del Medio Abiótico 233
Tabla 77 – Impactos significativos del medio biótico 234
Tabla 78 – Impactos significativos del medio socioeconómico 236
Tabla 79 – Áreas de influencia para cada medio 238
Tabla 80 – Columna Registro fotográfico - Formación Sabana 246
Tabla 81 - Características geológicas de la Formación Chía 249
Tabla 82 – Columna Registro fotográfico - Formación Chía 250
Tabla 83 – Jerarquización Unidades Geomorfológicas en el Área de Influencia Indirecta 251
Tabla 84 – Categorías de los Rangos de Pendientes para el Área de Influencia Indirecta 253
Tabla 85 – Valoración del contacto con la naturaleza 257
Tabla 86 – Valoración de preferencia estética 257
Tabla 87 – Valoración de la recreación 258
Tabla 88 – Valoración de la integración social 258
Tabla 89 – Valoración de la participación ciudadana 258
Tabla 90 – Valoración del sentido de pertenencia de la comunidad 259
Tabla 91 – Pesos a cada de acuerdo con la percepción paisajística local 259
Tabla 92 – Clasificación de la calidad visual 259
Tabla 93 – Distribución de la calidad visual en la Av. 68 con Primero de Mayo (ha) 263
Tabla 94 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Indirecta – AII, según POT 267
Tabla 95 –Compatibilidad de Usos para las Áreas y Zonas de Actividad en el AII 268
Tabla 96 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Directa – AID, según POT 269
Tabla 97 –Valores de Aceleración As (g) 274
Tabla 98 – Descripción de las Zonas de Respuesta Sísmica 275
Tabla 99 – Valores de Aa Utilizados para el Análisis Sismológico 277
Tabla 100 – Rangos de amenaza sísmica 278
Tabla 101 – Características Estaciones de Precipitación Cercanas a la Zona de Estudio 280

Tabla 102 – Características Geométricas para las Cuencas Hidrográficas 290
Tabla 103 – Factor de Reducción de Lluvia por Área de Drenaje 292
Tabla 104 – Tiempo de Concentración 293
Tabla 105. Puntos Seleccionados para la Generación de las Curvas IDF 294
Tabla 106. Puntos Seleccionados para la Generación de las Curvas IDF 294
Tabla 107 – Resultados de caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma NS-085..... 296
Tabla 108– Caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma SCS 296
Tabla 109 – Intercepción del Suelo..... 298
Tabla 110 – Almacenamiento del Suelo 298
Tabla 111 – Permeabilidad del Suelo 299
Tabla 112 – Promedio de Temperatura Media Anual Multianual – Estación Doña Juana 299
Tabla 113 – Evapotranspiración Potencial..... 301
Tabla 114 – Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha 302
Tabla 115 –Base de datos de los puntos identificados en el área..... 304
Tabla 116 –Grado de mineralización del agua según su valor de conductividad eléctrica 308
Tabla 117 – Datos planimétricos y altimétricos de las captaciones subterráneas 310
Tabla 118 – Método de análisis para los parámetros solicitados 314
Tabla 119 – Coordenadas proyectadas de los puntos de muestreo 315
Tabla 120 – Parámetros in situ durante la purga..... 317
Tabla 121 – Estación meteorológica representativa próxima al área de estudio 317
Tabla 122 – Error admisible para análisis de muestras de agua..... 320
Tabla 123 – Balance iónico para los datos fisicoquímicos obtenidos de los puntos de muestreo 321
Tabla 124 – Análisis exploratorio de las muestras de agua subterránea tomadas en el área de estudio 321
Tabla 125 – Comparación de la base de datos con la Resolución 2115/07. 322
Tabla 126 – Comparación de la base de datos con el IRCA para la destinación del recurso hídrico 323
Tabla 127 – Valoración del potencial de recarga..... 325
Tabla 128 – Rango de pendientes presente en el área de estudio 326
Tabla 129 – Tipo de suelos presentes en el área de estudio 326

Tabla 130 – Principales características del tipo de roca presente en el área de estudio 327

Tabla 131 – Clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas 329

Tabla 132 – Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas mediante la metodología - GOD 334

Tabla 133 – Estaciones Meteorológicas Analizadas 337

Tabla 134 –Porcentaje de Días Con y Sin Precipitaciones Media Diaria – Periodo 2017-2020 341

Tabla 135 –Precipitación Media Mensual (mm) Período 2017-2020 341

Tabla 136– Criterios Ubicación de Estaciones WFR 348

Tabla 137 – Tabla de Frecuencias Estación Apto El Dorado 350

Tabla 138 – Distribución Mensual de la Dirección del Viento 351

Tabla 139 – Humedad Relativa Media, Máxima y Mínima Periodo 2014-2020 351

Tabla 140 – Variación de la Presión Horaria (mm Hg)– Año 2020 354

Tabla 141 – Promedio Horario de la Radiación Wh/m2 Estación Universidad Nacional 357

Tabla 142 – Interpretación de la Nubosidad 359

Tabla 143 – Valores Medios Mensuales Multianuales de Nubosidad 360

Tabla 144 – Clasificación Climática de Caldas – Lang 362

Tabla 145 – Clasificación de Fuentes Móviles 365

Tabla 146 – Ubicación de Estaciones de Calidad de Aire 368

Tabla 147 – Descripción de la Estación de monitoreo (E2) – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) 379

Tabla 148 – Descripción de la Estación de monitoreo (E3) – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) 380

Tabla 149 –Resultados de análisis estadísticos para PM10 382

Tabla 150 –ICA PM10 383

Tabla 151 – Resultados de análisis estadísticos para PM2.5 385

Tabla 152 –ICA PM 2.5 386

Tabla 153 – Resultados de análisis estadísticos para SO2 388

Tabla 154 –ICA PM SO2 389

Tabla 155 –Resultados de análisis estadísticos para NO2 391

Tabla 156 – Resultados de análisis estadísticos para CO 392
Tabla 157 – ICA CO 394
Tabla 158 – Descripción de las estaciones de monitoreo de la RMCAB - SDA 396
Tabla 159 – Resultados de concentraciones diarias máximas de PM10. 397
Tabla 160 – Resultados de concentraciones diarias máximas de PM 2.5. 397
Tabla 161 – Resultados de concentraciones diarias máximas de O3 398
Tabla 162 – Resultados de concentraciones diarias máximas de CO 398
Tabla 163 – Resultados de concentraciones diarias máximas de NO_2. 398
Tabla 164 – Resultados de concentraciones diarias máximas de SO_2. 399
Tabla 165 – Resultados modelaciones para la construcción 403
Tabla 166 – Descripción de los puntos de muestreo 404
Tabla 167 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Diurno (Sector C) 406
Tabla 168 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Nocturno (Sector C) 407
Tabla 169 – Descripción de los puntos de muestreo 408
Tabla 170 – Resultados de los monitoreos de Ruido Ambiental 409
Tabla 171 – Propagación método de cálculo acorde a ISO 9613-2 410
Tabla 172– Coordenadas de los puntos de muestreo con acelerógrafos 414
Tabla 173– Coordenadas de los puntos de muestreo con Minimate 415
Tabla 174 – Acelerógrafo y Geófonos para la medición de vibraciones. 416
Tabla 175 – Resultados de la medición de las vibraciones de referencia 419
Tabla 176- Comparación de los niveles de vibración en exteriores y en interiores 421
Tabla 177 – Listado de receptores sensibles 423
Tabla 178 – Listado de receptores sensibles 427
Tabla 179 – Estructura Ecológica Principal del POT. 434
Tabla 180 – Estructura Ecológica Principal del AII identificados 435
Tabla 181- Conectores Ecosistémicos presente dentro Área de Influencia indirecta 435
Tabla 182 – Estructura Ecológica Principal del AII identificados en el sector Avenida Carrera 68 con Avenida primera de mayo 436

Tabla 183 – Presencia en el AII de Conector ecosistémico 437
Tabla 184 – Presencia en el AII de Sistema hídrico 438
Tabla 185 – Zona de Vida del área de influencia..... 439
Tabla 186 – Subzonas climáticas..... 440
Tabla 187 – Subzonas climáticas área de influencia 441
Tabla 188 –Biomas del Área de Influencia 442
Tabla 189 – Ecosistemas del Área de Influencia (AI) 443
Tabla 190 – Coberturas del Área de Influencia..... 445
Tabla 191 – Estrato de las especies por familia 453
Tabla 192 – Clases diamétricas Avenida 68 con Avenida primero de mayo..... 455
Tabla 193 – Distinción de la abundancia por especie para cada una de las clases diamétricas 455
Tabla 194 – Índice de valor de importancia al 200% (Abundancia y Dominancia)..... 458
Tabla 195 – Dominancia y volumen por clases diamétricas 460
Tabla 196 – Número de individuos arbóreos por tipo de emplazamiento..... 461
Tabla 197 – Consolidado de especies, categoría y volumen en jurisdicción de la SDA 462
Tabla 198 – Especies vegetales que presentan veda nacional o restricción de aprovechamiento para la construcción y obras de la Avenida 68 con Avenida primero de mayo 464
Tabla 199 – Inventario zonas verdes antes del proyecto localidad Kennedy 465
Tabla 200 – Inventario zonas verdes antes del proyecto localidad Puente Aranda 466
Tabla 201 – Inventario de zonas verdes total antes del proyecto..... 466
Tabla 202 – Localización parcelas 468
Tabla 203 – Especies de flora vascular y no vascular registradas. 470
Tabla 204 – Composición florística especies no vasculares. 470
Tabla 205 – Preferencia de forófitos especies no vasculares. 473
Tabla 206 – Abundancia de especies no vasculares por cobertura vegetal..... 473
Tabla 207 – Índices de riqueza y diversidad- Epífitas no vasculares 475
Tabla 208 – Especies en alguna categoría de amenaza o especiales. 476
Tabla 209 – Composición florística especies vasculares. 477
Tabla 210 – Abundancia y frecuencia de especies vasculares cortícolas. 478

Tabla 211 – Forófitos reportados con especies vasculares. 478
Tabla 212 – Asociación a las coberturas vegetales – Especies vasculares. 479
Tabla 213 – Índices de riqueza y diversidad – Epífitas vasculares. 479
Tabla 214 – Distribución vertical de las especies vasculares. 480
Tabla 215 – Epífitas vasculares en alguna categoría de amenaza. 480
Tabla 216 – Avifauna migratoria con potencial distribución en el área de estudio. 482
Tabla 217 – Avifauna con categoría de amenaza con potencial distribución en el área de estudio ... 484
Tabla 218 – Avifauna con algún grado de endemismo con potencial distribución en el área de estudio. 486
Tabla 219 – Especies factibles de herpetos para el área de estudio 487
Tabla 220 – Especies factibles de herpetos endémicos para el área de estudio 488
Tabla 221 – Listado de especies potenciales en el área de estudio 489
Tabla 222 – Hábitats identificados para la fauna silvestre 492
Tabla 223 – Estructura de la comunidad de aves dentro del área de influencia 497
Tabla 224 –Plan Nacional de especies migratorias 502
Tabla 225 – Especies de aves migratorias dentro del área de influencia 503
Tabla 226 – Especies de aves dentro del área de influencia incluidas en alguna categoría de amenaza. 513
Tabla 227 – Especies forestal donde se identificaron nidos de aves 515
Tabla 228 – Especies forestal donde se identificaron nidos de anfibios 517
Tabla 229 – Especies de herpetos endémicos y con algún grado de amenaza para el área de influencia. 520
Tabla 230 – Estructura de la comunidad de mamíferos dentro del área de influencia. 522
Tabla 231 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica .. 525
Tabla 232 – Ficha ecológica Aves 532
Tabla 233 Ficha ecológica Herpetos 533

Índice de Figuras

Figura 1 Localización de puentes vehiculares y área de intervención 7
Figura 2 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral objeto de cumplimiento en el PMAS 9
Figura 3 Organigrama Equipo Ambiental, Social y SST – Concesionario 33
Figura 4 Organigrama Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1 35
Figura 5 Localización área de influencia Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 53
Figura 6 Áreas de influencia - Construcción de puentes Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 54
Figura 7 Localización sumideros 60
Figura 8 Superposición de proyectos 61
Figura 9 Esquema puente vehicular existente, puentes vehiculares proyectados 63
Figura 10 Esquema Puente Norte 64
Figura 11 Esquema Puente Sur 65
Figura 12 Actividades para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av.68 66
Figura 13 Actividades de demolición puente vehicular existente de la Av. Primero de mayo con Av.68 67
Figura 14 Localización campamentos y áreas de almacenamiento 68
Figura 15 Distribución áreas de almacenamiento 69
Figura 16 Distribución áreas de campamento 70
Figura 17 Diagrama Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio 72
Figura 18 PMT manejo silvicultural 75
Figura 19 Área de intervención inicial Fase 1 76
Figura 20 Área de intervención final Fase 1 77
Figura 21 Área de intervención Fase 2 78
Figura 22 Área de intervención inicial Fase 3 78
Figura 23 Área de intervención final Fase 3 79
Figura 24 Diagrama Aprobación del PMT 81
Figura 25 Diagrama Implementación del PMT 82
Figura 26 Diagrama Localización y replanteo topográfico 85

Figura 27 Diagrama Cerramiento de obras 88
Figura 28 Diagrama Señalización de áreas 91
Figura 29 Diagrama Demolición de andenes y/o pavimento y desmonte de mobiliario urbano 94
Figura 30 Remoción de cobertura vegetal 97
Figura 31 Diagrama Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural 99
Figura 32 Diagrama Excavación manual y/o mecánica 103
Figura 33 Diagrama Nivelación y compactación 107
Figura 34 Localización pilas 109
Figura 35 Método constructivo pilotes de cimentación 110
Figura 36 Diagrama Construcción de pilotes 111
Figura 37 Esquema de excavación dados de cimentación 114
Figura 38 Diagrama Construcción dados de cimentación 115
Figura 39 Esquema del muro de contención 118
Figura 40 Diagrama Construcción de muros de contención 120
Figura 41 Planta pila apoyo 3 123
Figura 42 Diagrama Construcción de pilas 125
Figura 43 Esquema de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos 127
Figura 44 Esquema de dovela inicial 128
Figura 45 Diagrama Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos 130
Figura 46 Construcción de dovelas 132
Figura 47 Configuración vano de dovelas viga central 133
Figura 48 Diagrama Construcción de dovelas 134
Figura 49 Diagrama Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada 138
Figura 50 Diagrama Construcción de losas de aproximación 142
Figura 51 Diagrama Instalación capa de rodadura 146
Figura 52 Diagrama ejecución de obras civiles menores 150
Figura 53 Diagrama de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos 154
Figura 54 Esquema diseño paisajístico avenida 1 de mayo con avenida 68 158
Figura 55 Esquema diseño paisajístico avenida Primero de Mayo con avenida 68 159

Figura 56 Diagrama de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico 160
Figura 57 Diagrama de Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza 164
Figura 58 Montaje de andamios y cimbra 165
Figura 59 Diagrama de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico 167
Figura 60 Izaje y demolición 169
Figura 61 Izaje y demolición 169
Figura 62 Izaje y demolición 170
Figura 63 Diagrama de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales 171
Figura 64 Demolición de base 173
Figura 65 Relleno y restablecimiento de estructura de andenes y vías 173
Figura 66 Diagrama de demolición de la base 175
Figura 67 Diagrama de atención a PQRSD 177
Figura 68 Cronograma de actividades 180
Figura 69 Plano de armonización IDU – EMB 182
Figura 70 Áreas Verdes IDU - PLMB 183
Figura 71 Arboles proyectados IDU en áreas verdes PLMB 184
Figura 72 Definición de Áreas de Influencia por componentes y cada uno de los medios 186
Figura 73 Representación del proceso de definición de áreas de influencia del PMAS 187
Figura 74 Áreas de Influencia – Componente Geosférico 190
Figura 75 Áreas de Influencia – Componente Hidrosférico 192
Figura 76 Niveles de Concentración PM_{10} - Escenario de Construcción – En ventanilla áreas de influencia de este PMAS 194
Figura 77 Áreas de Influencia Calidad del aire 195
Figura 78 Área de Influencia Directa - Ruido 196
Figura 79 Área de atenuación Sonora de acuerdo con ecuación de decaimiento – AII 197
Figura 80 Áreas de influencia por vibraciones 199
Figura 81 Área de Influencia directa del Medio Abiótico 200
Figura 82 Área de Influencia Indirecta Para el Medio Abiótico 201
Figura 83 Intersección del AID con el arbolado urbano registrado en el SIGAU 204

Figura 84. Intersección del AID del componente Flora con los elementos de la EEP 206
Figura 85Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes 208
Figura 86 Área de Influencia directa Componente Flora 210
Figura 87 Intersección del AII con el arbolado urbano registrado en el SIGAU 211
Figura 88 Intersección del AII del Componente Flora con los elementos de la EEP 212
Figura 89 Intersección del AII del Componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha 213
Figura 90 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema hídrico Río Fucha o San Cristóbal 214
Figura 91 Área de Influencia Indirecta Componente Flora 215
Figura 92 Coberturas vegetales presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna 216
Figura 93 Coberturas vegetales, zonas verdes y elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna 216
Figura 94 Delimitación del Área de Influencia Directa componente Fauna 217
Figura 95 Elementos de la EEP en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna 218
Figura 96 Coberturas vegetales en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna 219
Figura 97 Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna 220
Figura 98 Áreas de Influencia Directa del Medio Biótico 221
Figura 99 Áreas de Influencia indirecta del Medio Biótico 222
Figura 100 Área de Influencia Directa componente socioeconómico y cultural 225
Figura 101 Área de Influencia Indirecta Socioeconómica 226
Figura 102 Niveles de concentración de PM10 para 24 horas 228
Figura 103 Niveles de concentración de PM2,5 para 24 horas 229
Figura 104 Modelo de dispersión de CO para 1 hora 229
Figura 105 Modelo de dispersión de NO2 para 1 hora 230
Figura 106 Modelo de dispersión de SO2 para 1 hora 231
Figura 107 Área de Influencia Indirecta de la Unidad de Análisis Ruido e Isófona Diurna – Escenario Construcción del Proyecto PLMB 232
Figura 108 Área de influencia definitiva para el medio abiótico 234
Figura 109 Área de influencia definitiva para el medio biótico 236

Figura 110 Área de influencia definitiva para el medio socioeconómico 237
Figura 111 Áreas de influencia directas e indirectas para cada medio 238
Figura 112 Geología Regional AII 240
Figura 113 Columna Estratigráfica Nivel Regional 242
Figura 114 Área de Influencia Directa (AID) Geología 245
Figura 115 Mapa de Unidades Geomorfológicas del AII Abiótica 252
Figura 116 Mapa de Pendiente en Porcentajes del AII y AID Abiótica 254
Figura 117 Panorámica del AID 256
Figura 118 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual Av. 68 con Primero de Mayo 263
Figura 119 Distribución de la calidad visual Av. 68 con Primero de Mayo en superficie (ha) 264
Figura 120 Distribución de la calidad visual para el AII Paisaje 264
Figura 121 Clasificación del Suelo en el AII Abiótica 268
Figura 122 Áreas y Zonas de Actividad en el Área de Influencia Indirecta AII 269
Figura 123 Amenazas por Movimientos en Masa AID 271
Figura 124 Amenazas por Inundación AID 272
Figura 125 Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia 274
Figura 126 Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá 276
Figura 127 Mapa de Valores Máximos de Aceleración Horizontal para el Período de Retorno de 475 años en el AID 278
Figura 128 Mapa de Amenaza Sísmica según Clasificación NSR-10 para el AID 279
Figura 129 Localización de Estaciones para la caracterización hidrológica 282
Figura 130 Curva de Dobles Masas Estación Sede IDEAM Kra 10 283
Figura 131 Localización Canal Río Fucha respecto a las áreas de influencia del medio abiótico 284
Figura 132 Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID 285
Figura 133 Hoya Hidrográfica Rio Bogotá Aferente al AID 286
Figura 134 Hoyas Hidrográficas Aferentes al Sector 1 287
Figura 135 Influencia de las Estaciones en las Cuencas – Polígonos de Thiessen 297
Figura 136 Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha 302
Figura 137 Hidrogeología e Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia 306

Figura 138 Comportamiento del pH en la zona de estudio 307
Figura 139 Comportamiento de la temperatura en la zona de estudio 308
Figura 140 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia 309
Figura 141 Direcciones de flujo del agua subterránea en el área de influencia 311
Figura 142 Secuencia de Chevotareb para aguas subterráneas 313
Figura 143 Localización puntos de muestreo de aguas subterránea en el área de influencia 316
Figura 144 Comportamiento Mensual de la Temperatura (°C) 318
Figura 145 Comportamiento Mensual de la Precipitación (mm) 319
Figura 146 Comportamiento Mensual de la Evaporación (mm) 319
Figura 147 Boxplot de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas de los puntos de muestreo 321
Figura 148 Mapa hidrogeológico 330
Figura 149 Metodología GOD (Foster, 1987) 332
Figura 150 Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación 335
Figura 151 Localización de las estaciones analizadas 339
Figura 152 Distribución Temporal de la Precipitación Media Mensual (mm). Periodo 2017-2020 342
Figura 153 Distribución Espacial de la Precipitación – Período 2017 – 2020 343
Figura 154 Relación de la Temperatura Media Anual con la Altura en las Estaciones 344
Figura 155 Variación de la Temperatura Media Mensual (°C) 345
Figura 156 Variación Mensual de las Temperaturas Máximas y Mínimas Mensuales (°C) – Período 1999 – 2019 346
Figura 157 Temperaturas Multianuales °C. Periodo 1999 – 2019 347
Figura 158 Distribución Espacial de la Temperatura – Período 1999 – 2019 347
Figura 159 Rosa de Vientos Estación Apto El Dorado. Periodo 1981-2010 349
Figura 160 Distribución Mensual de la Velocidad del Viento – Estación Apto El Dorado 350
Figura 161 Distribución Mensual de la Dirección del Viento 351
Figura 162 Humedad Relativa Media Mensual (%) – 2014 -2020 352
Figura 163 Humedad Relativa Media Máxima y Media Mínima Mensual (%) 2014 – 2020 353
Figura 164 Ciclo Horario de la Presión Atmosférica 355
Figura 165 Comportamiento Mensual de la Presión Atmosférica en el Área de Estudio – Año 2020 355

Figura 166 Comportamiento de la Presión Media Mensual en Bogotá – Periodo 2010-2020 356
Figura 167 Radiación Media Mensual Wh/m2 358
Figura 168 Promedios Mensuales de Brillo Solar en Horas de Sol al Día 359
Figura 169 Distribución Media Mensual de Nubosidad en Octas 360
Figura 170 Medio Multianual de Evaporación y Evapotranspiración Potencial. Aeropuerto El Dorado 361
Figura 171 Zonificación Climática del AII 363
Figura 172 Georreferenciación de Fuentes Fijas 364
Figura 173 Monitoreo Vehicular M11 365
Figura 174 Monitoreo Vehicular M12 366
Figura 175 Monitoreo Vehicular M13 366
Figura 176 Monitoreo Vehicular M14 367
Figura 177 Georreferenciación Puntos de Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire 369
Figura 178 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo 370
Figura 179 ICA´s de las máximas concentraciones de PM10 reportadas por laboratorio 371
Figura 180 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo 371
Figura 181 ICA´s de las máximas concentraciones de PM2,5 reportadas por laboratorio 372
Figura 182 Validación de datos NO_2 373
Figura 183 ICA´s de las máximas concentraciones de NO2 reportadas por laboratorio 373
Figura 184 Concentraciones Máximas de SO_2 por Estación y Cumplimiento Normativo 374
Figura 185 Concentraciones Máximas de CO por Estación y Cumplimiento Normativo 375
Figura 186 ICA´s de las máximas concentraciones de CO reportadas por laboratorio. 376
Figura 187 Concentraciones Máximas de O_3 por Estación y Cumplimiento Normativo 378
Figura 188 ICA´s de las máximas concentraciones de O3 reportadas por laboratorio 379
Figura 189 Ubicación de estaciones – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) 381
Figura 190 Concentraciones Diarias de PM10 - Estación E2 382
Figura 191 Concentraciones Diarias de PM10 - Estación E3 383
Figura 192 ICA PM10 Estación E2 de acuerdo con el Promedio 384
Figura 193 ICA PM10 Estación E3 de acuerdo con el Promedio 384

Figura 194 Concentraciones Diarias de PM2.5 - Estación E2 385
Figura 195 Concentraciones Diarias de PM2.5 - Estación E3 386
Figura 196 ICA PM 2.5 Estación E2 de acuerdo con el Promedio 387
Figura 197 ICA PM2.5 Estación E3 de acuerdo con el Promedio 387
Figura 198 Concentraciones Diarias de SO_2 - Estación E2 388
Figura 199 Concentraciones Diarias de SO_2 - Estación E3 389
Figura 200ICA SO2 Estación E2 de acuerdo con el Promedio 390
Figura 201 ICA SO2 Estación E3 de acuerdo con el Promedio 390
Figura 202 Concentraciones Diarias de NO_2 - Estación E2 391
Figura 203 Concentraciones Diarias de NO_2 - Estación E3 392
Figura 204 Concentraciones Diarias de CO - Estación E2 393
Figura 205 Concentraciones Diarias de CO - Estación E3 393
Figura 206 ICA CO Estación E2 de acuerdo con el Promedio 395
Figura 207 ICA CO Estación E3 de acuerdo con el Promedio 395
Figura 208 Descripción de las estaciones de la RMCAB-SDA 396
Figura 209 Georreferenciación de los Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental. 405
Figura 210 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques) 406
Figura 211 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C). 408
Figura 212 Georreferenciación de los Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental (Troncal de Transmilenio Av 68) 409
Figura 213 Predicción de ruido ambiental-Modelación. 414
Figura 214 Ubicación de los 4 puntos de monitoreo de vibraciones 415
Figura 215 Velocidad de vibración PPV (mm/s) para el lugar de medición M5_6 418
Figura 216 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M10 424
Figura 217 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M11 424
Figura 218 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M12 425
Figura 219 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M13 425
Figura 220 Ejemplo de identificación de receptores 426

Figura 221 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral componente biótico 432
Figura 222 Localización área de intervención Av. 1 de mayo con Av. Carrera 68 433
Figura 223 Vista general Intersección del AII con los elementos de la EEP del área de influencia.... 436
Figura 224 Vista general Intersección del AII con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha 437
Figura 225 Vista general de Intersección del AII con el Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal . 438
Figura 226 Vista general Zonas de vida del Área de Influencia (AI) del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo 439
Figura 227 Vista general Subzonas climáticas área de influencia del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. 441
Figura 228 Vista general Biomas del Área de Influencia (AI) 442
Figura 229 Vista Ecosistemas del Área de Influencia (AI) 444
Figura 230 Vista general Coberturas del del Área de Influencia (AI)..... 445
Figura 231 Especies registradas en el SIGAU para el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo 451
Figura 232 Distribución de los individuos que hacen parte del Preinventario SIGAU 451
Figura 233 Abundancia Vs. Volumen total y comercial por clase diamétrica 457
Figura 234 Distribución de abundancia por clase diamétrica 461
Figura 235 Zonas Verdes Actuales (Antes del ¨Proyecto) Avenida Carrera 68 467
Figura 236 Riqueza de especies epífitas por especie de forófito. 469
Figura 237 Abundancia y frecuencia relativa de especies no vasculares cortícolas. 472
Figura 238 Porcentaje de abundancia especies no vasculares por cobertura vegetal 474
Figura 239 Similitud florística de las especies no vasculares por cobertura 476
Figura 240 Riqueza con potencial distribución para el área de estudio según fuentes secundarias .. 481
Figura 241 Representatividad de mamíferos por orden, familia género y especie 489
Figura 242 Curva de acumulación de aves..... 495
Figura 243 Número de especies de aves distribuidos por familia 499
Figura 244 Número de individuos por especie de aves 501
Figura 245 Categorías tróficas de las aves en el área de influencia 505
Figura 246 Organización social de la avifauna registrada 508

Figura 247 Porcentaje de aves en cada una de las coberturas 512
Figura 248 Especies forestales identificados con nidos de aves 516
Figura 249 Distribución *Atractus crassicaudatus* 521
Figura 250 Cantidad de especies por grupo taxonómico en cada cobertura 525
Figura 251 Análisis de Bray-Curtis 527
Figura 252 Mapa corredores de desplazamiento fauna silvestre 529

Índice de Fotografías

Fotografía 1 Actividades de topografía 83
Fotografía 2 Cerramiento de obra para la Av. 68 86
Fotografía 3 Señalización de obra 90
Fotografía 4 Demolición de andenes y/o pavimentos 93
Fotografía 5 Excavación mecánica 102
Fotografía 6 Nivelación y compactación 106
Fotografía 7 Construcción muro de contención 118
Fotografía 8 Construcción de pilas 123
Fotografía 9 Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada 136
Fotografía 10 Losa de aproximación 140
Fotografía 11 Capa de rodadura 144
Fotografía 12 Ejecución de obras menores 148
Fotografía 13 Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos 152
Fotografía 14 Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza 162
Fotografía 15 Circulación peatonal Avenida Primero de Mayo con Carrera 68 209
Fotografía 16 Separadores viales Avenida Primero de Mayo con Carrera 68 209
Fotografía 17 Circulación vehicular Avenida Primero de Mayo con Carrera 68 209
Fotografía 18 Parque zonal Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo 209
Fotografía 19 Zonas verdes área de estudio Av. 68 con Primero de Mayo 260
Fotografía 20 Red vial y construcciones asociadas a la intersección de la Av. 68 con Primero de Mayo. 261
Fotografía 21 Zonas recreativas Av. 68 con Primero de Mayo 261
Fotografía 22 Equipamiento asociado a la Av. 68 con Primero de Mayo 262
Fotografía 23 Canal Río Fucha 303
Fotografía 24 Aforos vehiculares día hábil y no hábil. 367
Fotografía 25 Lugar de medición de las vibraciones M10_3 422
Fotografía 26 Lugar de medición de las vibraciones M12_6 422
Fotografía 27 Cobertura de ciudad capital encontrada en el área de influencia 446

Fotografía 28 Zonas comerciales registradas en el área 447
Fotografía 29 Red vial asociada al área de influencia del proyecto 448
Fotografía 30 Zonas verdes registradas en el área de influencia 448
Fotografía 31 Registro fotográfico de algunas especies NO vasculares registradas 471
Fotografía 32 Registro fotográfico *Tillandsia recurvata* 478
Fotografía 33 Registro fotográfico de algunas especies de aves registradas en el área de influencia biótica del proyecto 500
Fotografía 34 *Pyrocephalus rubinus* 502
Fotografía 35 Sirirí (*Tyrannus melancholicus*) - Especie Insectívora 506
Fotografía 36 Canario sabanero (Sicalis luteola) - Especie granívora 506
Fotografía 37 Especies omnívoras, Izquierda: *Turdus fuscater* – Derecha: *Quiscalus lugubris* 507
Fotografía 38 Especie nectarívora – colibrí corunscans 507
Fotografía 39 Especie carroñera - *Coragyps atratus* 508
Fotografía 40 Pareja de *Mimus gilvus* 509
Fotografía 41 Grupo monoespecífico de *Zenaida auriculata* 509
Fotografía 42 Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas 510
Fotografía 43 Parque urbano 511
Fotografía 44 *Zenaida auriculata* en parque urbano 511
Fotografía 45 Especie invasora Columba livia en Parque Tercer Milenio 513
Fotografía 46 Nido de *Zenaida auriculata* 514
Fotografía 47 Nidos en falso pimiento *(Schinus molle)* 515
Fotografía 48 Nido de *Zenaida auriculata* en *F. soatensis* 516
Fotografía 49 Nido de Colibrí 517
Fotografía 50 Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)_Foto de referencia 518
Fotografía 51 Murciélago (*Myotis nigrican)s* 522
Fotografía 52 Parques urbanos zonales del área de influencia 528
Fotografía 53 Ronda Río Fucha 529

1 INTRODUCCIÓN

La Empresa Metro de Bogotá (EMB) y el Concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), suscribieron el Contrato de Concesión No. 163 de 2019 para la construcción, operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB), cuya acta de inicio se firmó el 20 de octubre de 2020.

El contrato tiene por objeto “el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad con lo previsto, el Concesionario por su cuenta y riesgo, lleve a cabo todas las actividades necesarias para la financiación, estudios y diseños de detalle, ejecución de las obras de construcción, obras de la fase previa, obras de edificaciones, obras para redes a cargo del Concesionario, obras de adecuación y reparación de desvíos, obras para intersecciones especiales, la operación y el mantenimiento del proyecto, la gestión social y ambiental, la reversión parcial y la reversión de la infraestructura correspondiente a la PLMB, así como la financiación, diseño, instalación, suministro, pruebas individuales y de conjunto, certificaciones, puesta en marcha, operación, reposición, Mantenimiento y reversión del material rodante y de los sistemas Metro-Ferroviarios y la prestación del servicio público de transporte férreo de pasajeros en Bogotá, a través de la PLMB”.

El Contrato de Concesión se divide en tres (3) etapas, las cuales a su vez se estructuran en fases, así:

- Etapa Preoperativa: Dividida en las siguientes Fases:
  - Fase Previa (duración estimada: 810 días)
  - Fase de Construcción (duración estimada: 1710 días)
  - Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha (duración estimada: 180 días)
- Etapa de Operación y Mantenimiento: Inicia con la suscripción del Acta de terminación de la Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha y se extiende hasta la fecha de terminación de la etapa de Operación y Mantenimiento.
- Etapa de Reversión: Inicia con la conclusión de la etapa de Operación y Mantenimiento y concluye con la suscripción del Acta de Reversión.

Para la elaboración de los Estudios Ambientales; el Concesionario METRO LÍNEA 1 SAS (ML1), suscribió Contrato de Consultoría METRO1-CS-E-210421, con el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, el 21 de abril de 2021. Estos estudios comprenden: el Estudio de Impacto Ambiental para la Etapa de Construcción y los Planes de Manejo Ambiental que se adelanten dentro del Contrato de Concesión 163 de 2019.

Es así como, el presente Plan de Manejo Ambiental y Social – PMAS, se desarrolla bajo este Contrato, con el fin de dar cumplimiento a los requisitos contractuales establecidos dentro del Apéndice Técnico No.15, que establece que todas las obras que desarrolle Metro Línea 1 SAS, dentro del Contrato de Concesión 163 de 2019, deben estar inscritas en los instrumentos ambientales descritos en este apéndice.

Bajo este marco es importante hacer tres claridades:

- Las redes húmedas, secas y telemáticas correspondientes a la Av. 68, fueron incluidas en el PMAS de redes, por lo tanto, no hacen parte del presente instrumento.
- Teniendo en cuenta que las actividades del Plan de manejo ambiental y social para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes se realizaran antes del inicio de las actividades asociadas al presente PMAS de la Av. 68, las actividades asociadas al componente forestal como lo son los tratamientos silviculturales aprobados por la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022 se realizarán en el marco del PMAS de Redes dicha información fue consignada en dicho documento, por lo cual el manejo responderá a lo allí consignado. Cabe señalar que estos trámites y /o permisos dada la prioridad que ameritaba, se iniciaron previamente a este PMAS de la Av. 68, por lo cual están incluidos dentro de la solicitud de individuos del sector que se verían afectados por el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes.
- Producto del inventario forestal al 100% se identificó la existencia en campo de 246 individuos forestales localizados en el Área de influencia directa, sin embargo, se destaca que dentro de la solicitud de tratamientos acogida en la Resolución SDA No 3464 de 2022, únicamente se solicitaron 138 de estos individuos, es decir que los restantes 108 individuos no fueron considerados con tratamientos silvicultural en el presente PMAS debido a que dichos individuos no se verán afectados por las actividades asociadas al PMAS de la Av. 68 ni al PMAS de redes, debido a que dichos individuos se podrían ver afectados en el marco de la construcción del viaducto, para el cual las obras a ejecutar no han sido definidas en su totalidad, por lo tanto su afectación haría parte del Estudio de impacto ambiental del Viaducto. Adicionalmente, estos individuos requieren de tramites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.
- De manera específica y tal como se detallará en el numeral 7.4.7. Tratamiento silvicultural, la intervención silvicultural para las actividades de la Av. 68 con Primera de mayo responderán a lo autorizado en la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022 donde se establece el bloqueo y traslado de veintiséis (26) individuos, la conservación de quince (15) y la tala de setenta y cuatro (74) árboles y el tratamiento integral de veintiún (21) individuos arbóreos. Vale la pena recalcar que, los tratamientos recomendados en la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022 por parte de la autoridad, no contemplan especies que no son objeto de permiso como lo son *Yucca elephantipes* y *Buxus sempervirens*, sin embargo, dichas especies hacen parte de los 138 individuos presentados en la solicitud.

Las actividades del PMAS iniciarán en la fase preliminar, previo a la construcción del viaducto, ya que se requiere demoler el puente existente que interfiere con los diseños del viaducto. En su lugar, se construirán dos (2) puentes nuevos que reemplazarán el puente actual.

Es importante indicar que la aplicación del presente PMAS será de obligatorio cumplimiento para todos los Contratistas, Subcontratistas y Suplidores del Concesionario Metro Línea 1. Por lo que, con miras a garantizar su estricta implementación, el Concesionario ha establecido dentro de los contratos de estos,

un anexo ambiental y SST que obliga al cumplimiento de los requerimientos del presente PMAS incluidos sus anexos y apéndices.

El presente PMAS se estructura de la siguiente manera:

Tabla 1 – Estructura General del PMAS

Capítulo	Nombre	Descripción
1	INTRODUCCIÓN	Incluye el Objeto del Contrato de Concesión 163 de 2019 y las etapas de este, la empresa encargada de la elaboración del PMAS y la estructura general del PMAS.
2	OBJETIVOS	Describe el objetivo general y los objetivos específicos que se deben alcanzar en la elaboración del PMAS.
3	ALCANCE	Describe el área, las actividades y la duración de las obras en que se aplicará el PMAS.
4	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	Describe las definiciones necesarias para la comprensión del documento, así como las abreviaturas utilizadas.
5	RESPONSABLES	Describe la estructura principal del área Ambiental del Concesionario y del Contratista que ejecutará la Obra.
6	REFERENCIAS	Describe las referencias contractuales, normativas Nacionales como Internacionales y documentales que aplican para el proyecto.
7	DESARROLLO MEDIO ABIÓTICO Y BIÓTICO	
7.1	Descripción y localización de las Obras	Describe la localización de las obras, las actividades de obra que se ejecutarán con sus detalles técnicos, constructivos, recursos, componentes ambientales que impacta y programas que se aplicarán para la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales.
7.2	Áreas de influencia	Describe la identificación, delimitación y definición de las áreas de influencia directa e indirecta y la metodología mediante la cual fue determinada.
7.3	Caracterización	Describe las condiciones actuales de los medios: abiótico y biótico del área donde se realiza el proyecto.
7.3.1	Caracterización del medio abiótico	Contiene la línea base de los componentes geoesférico hidrofílico y atmosférico.
7.3.2	Caracterización del medio biótico	Contiene la línea base de los componentes flora y fauna
7.4	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	Detalla la caracterización de los recursos naturales renovables que requerirá el proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante la ejecución de la construcción de los puentes.
7.5	Identificación y evaluación de impactos y riesgos ambientales	Presenta para los medios abiótico y biótico la identificación y análisis de impactos y riesgos ambientales asociados a cada una de las actividades constructivas de la construcción de los puentes.
7.6	Programas de Manejo Ambiental	Indica las medidas de manejo que se implementaran para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados para los medios abiótico y biótico.
7.7	Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental	Detalla las acciones de seguimiento y monitoreo que se deben implementar con el fin de garantizar el cumplimiento de las medidas de manejo implementadas.

Capítulo	Nombre	Descripción
7.8	Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo	Describe el sistema diseñado por ML1 para la gestión de riesgos en salud y seguridad de sus trabajadores y sus contratistas.
7.9	Plan de Gestión de Riesgos y Desastres	Describe el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional relacionados con las actividades a realizar para la construcción de los puentes.
7.10	Protocolo de bioseguridad	Presenta el protocolo general de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia del coronavirus COVID-19 para reducir el riesgo de exposición y contagio por infección respiratoria aguda causada por el SARS 2 CoV-2 (COVID-19).
8	DESARROLLO MEDIO SOCIOECONÓMICO	
8.1	Responsables	Describe la estructura principal del área Social del Concesionario y del Contratista que ejecutará la Obra.
8.2	Áreas de influencia	Describe la identificación, delimitación y definición de las áreas de influencia directa e indirecta del medio Socioeconómico y la metodología mediante la cual fue determinada.
8.3	Caracterización	Describe las características del medio socioeconómico del área de influencia.
8.4	Identificación, análisis y evaluación de impactos sociales	Presenta para el medio socioeconómico la identificación y análisis de impactos y riesgos sociales asociados a cada una de las actividades constructivas para la construcción de los puentes.
8.5	Programas de manejo social	Describe medidas de manejo para el medio socioeconómico que se implementarán para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos sociales identificados.
8.6	Plan de seguimiento y monitoreo	Describe las actividades de seguimiento y monitoreo que se implementarán para garantizar el cumplimiento de las medidas de manejo social planteadas.
	CONCLUSIONES	Presenta los argumentos breves de los alcances y resultados de cada capítulo.
	BIBLIOGRAFIA	Resume las referencias bibliográficas de donde se obtuvo la información básica.
	ANEXOS	Incluye todos los soportes y evidencias relacionadas en cada capítulo.

Fuente: Metro Línea 1, Actualizada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

2 OBJETIVOS

El objetivo general del PMAS para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 a iniciar en la fase previa del proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá (PMLB), es contar con un instrumento para la gestión ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo que permita: prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos socioambientales negativos y gestionar los riesgos sociales y de seguridad y salud en el trabajo; dando cumplimiento a los requerimientos contractuales (Apéndice Técnico No.15), a la normatividad nacional y local aplicable y, a las salvaguardas ambientales, sociales y de salud y seguridad en el trabajo de las Entidades Multilaterales.

Los objetivos específicos del presente estudio son:

- Presentar la localización de las áreas de intervención teniendo en cuenta los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Identificar y describir las actividades constructivas por desarrollar en el marco de este PMAS.
- Definir el marco normativo aplicable y los permisos ambientales necesarios para el desarrollo del proyecto de acuerdo con las actividades que se llevarán a cabo.
- Definir y caracterizar las áreas de influencia de acuerdo con la manifestación de los impactos ambientales significativos en los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Establecer la zonificación ambiental y de manejo para el proyecto, a razón de los elementos ambientales y sociales que se identifiquen dentro del área.
- Evaluar los impactos y riesgos ambientales y sociales que podrían surgir por las actividades constructivas requeridas para el proyecto de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 y definir las medidas que permitan el cumplimiento de las políticas de salvaguarda de la Banca Multilateral.
- Definir los Planes y Programas de manejo para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales y sociales negativos que el proyecto pueda generar y minimizar los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo.
- Establecer los programas de seguimiento y monitoreo con el fin de evaluar la efectividad de las medidas de manejo ambiental establecidas en los programas y realizar las acciones de mejora necesarias.
- Garantizar el cumplimiento de las normativas nacionales aplicables y las políticas de salvaguardias de la Banca Multilateral por parte del proyecto, sus contratistas y proveedores.
- Definir un cronograma y un presupuesto que asegure la disponibilidad de recursos necesarios para la implementación del PMAS en cumplimiento con las normativas nacionales y las políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral.

- Tramitar ante las autoridades ambientales competentes los permisos ambientales requeridos para la ejecución del proyecto.

Finalmente vale la pena aclarar que, teniendo en cuenta que las actividades del PMAS de redes se realizarán antes del inicio de las actividades asociadas al PMAS de la Av. 68, las actividades asociadas al componente forestal como lo son los tratamientos silviculturales ya aprobados por la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022 se realizarán en el marco del PMAS de Redes por lo cual el manejo responderá a lo allí consignado. Cabe señalar que estos trámites y /o permisos dada la prioridad que ameritaba, se iniciaron previamente a este PMAS de la Av. 68, por lo cual están incluidos dentro de la solicitud de individuos del sector que se verían afectados por el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes.

Por otro lado, se resalta que producto del inventario forestal al 100% se identificó la existencia en campo de 246 individuos forestales localizados en el Área de influencia directa, sin embargo, se destaca que en la solicitud de tratamientos acogida en la Resolución SDA No 3464 de 2022, únicamente se solicitaron 138 de estos individuos, es decir que los restantes 108 individuos no fueron considerados con tratamientos silvicultural en el PMAS debido a que dichos individuos no se verían afectados por las actividades asociadas al PMAS de Redes y PMAS de Av. 68. Dichos individuos se verán afectados en el marco de la construcción del viaducto, para el cual las obras a ejecutar no han sido definidas en su totalidad, pero su afectación se incluirá en el marco del Estudio de impacto ambiental del viaducto. Adicionalmente, estos individuos requieren de tramites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.

3 ALCANCE Y METODOLOGÍA

3.1 ALCANCE

El presente Plan de Manejo Ambiental y Social - PMAS, aplica para el área de intervención definida sobre la Avenida Primero de Mayo entre la carrera 68D y la carrera 52C, incluyendo las zonas oriental y occidental del interior de la glorieta de la Avenida 68, en donde se realizará la construcción de dos (2) puentes vehiculares de tres (3) carriles cada uno, por donde transitarán los vehículos (en cada sentido) sobre la Avenida Primero de Mayo. Este PMAS también abarca la demolición del puente existente ya que genera interferencia con el trazado de la infraestructura de la PLMB. Adicionalmente, se incluyen aquí las obras de espacio público en el área de intervención descritas en el Capítulo 7.1.

El proyecto se ubica en las localidades de: Kennedy y Puente Aranda, con un área de influencia directa del medio abiótico y biótico de 5 Ha aproximadamente. En la Figura 1 se presenta la localización general o área de intervención, en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 se presenta la cartografía temática del proyecto y en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A02 se presenta el plano general de localización con sus vértices. Los planos se encuentran en L1T1-0000-900-CON-ED-AMB-PL-0004.

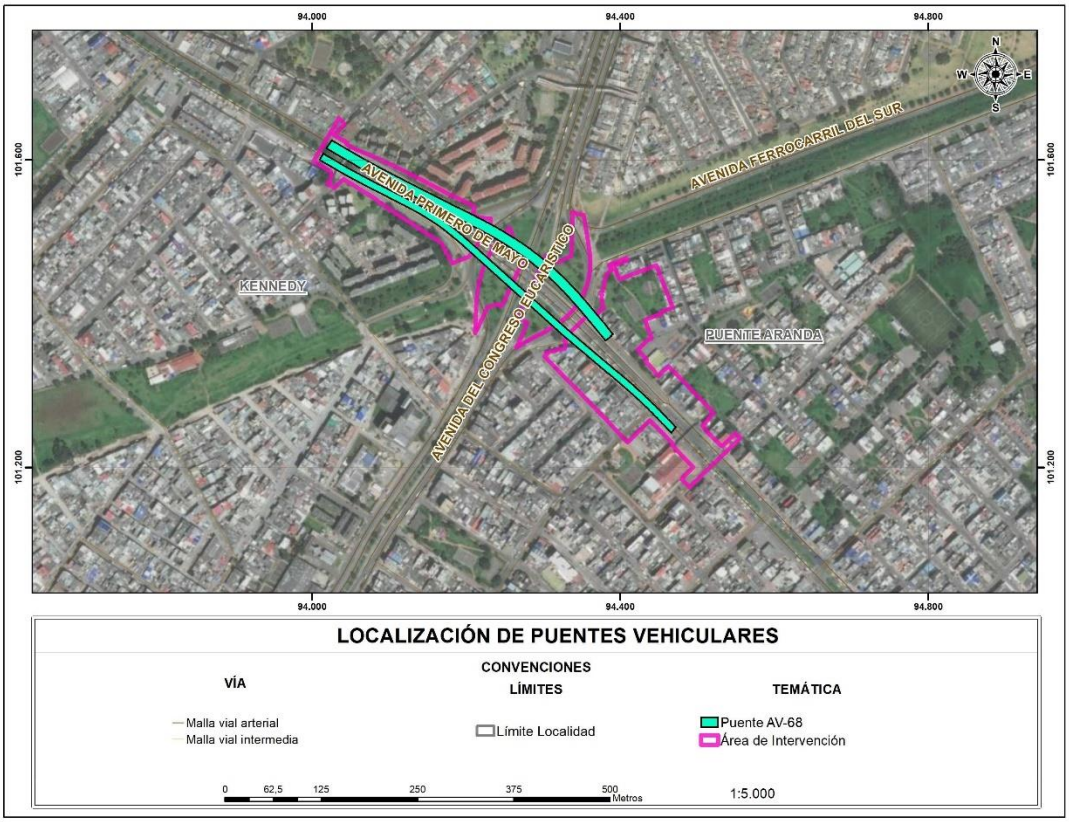


Figura 1 Localización de puentes vehiculares y área de intervención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El proyecto iniciará en la fase previa, al inicio de las redes húmedas, secas y de gas descritas en el PMAS de Redes y finalizará en la fase de construcción de la PLMB, con una duración estimada de 36 meses, no obstante, si se presentan variaciones en este cronograma, el PMAS permanecerá operativo de acuerdo con dichas variaciones.

En este sentido, el PMAS puede dividirse en dos (2) etapas principales, tal como se relaciona en el numeral 7.1.4 Cronograma de actividades:

- Actividades de manejo silvicultural e inicio de actividades de construcción del puente norte en fase previa a la construcción del viaducto: 24 de septiembre de 2022 al 7 de enero de 2023.
- Continuidad en actividades de construcción del puente norte, demolición del puente existente y construcción del puente sur en fase de construcción del viaducto: 8 de enero de 2023 al 13 de octubre de 2025.

Teniendo en cuenta que las actividades del PMAS de redes se realizarán antes del inicio de las actividades asociadas al PMAS de la Av. 68, las actividades asociadas al componente forestal como lo son los **tratamientos silviculturales** ya aprobados mediante la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022 se realizarán en el marco del PMAS de Redes y el manejo responderá a lo allí consignado. Cabe señalar que estos trámites y /o permisos dada la prioridad que ameritaba, se iniciaron previamente a este PMAS de la Av. 68, por lo cual están incluidos dentro de la solicitud de individuos del sector que se verían afectados por el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes.

Se hace claridad que en el inventario forestal al 100% se identificó la existencia en campo de 246 individuos forestales localizados en el Área de influencia directa, en contra parte, se cuenta con 138 individuos aprobados mediante la Resolución 03464 de 2022, es decir que los restantes 108 individuos no fueron considerados con tratamientos silvicultural en dicho acto, esto debido a que estos individuos se enmarcan en la construcción del viaducto, el cual a la fecha no están definidas en su totalidad pero s afectación se presentara en el marco del Estudio de impacto ambiental del Viaducto, adicionalmente, estos individuos requieren de trámites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.

En ese sentido, y de acuerdo con el cronograma, se proyecta la obtención de la No Objeción por parte de la Banca Multilateral, en el mes de octubre. Sin embargo, se planea el inicio de actividades de manejo silvicultural a partir del 24 de septiembre, lo cual, como se indicó, es un proceso aprobado por la Autoridad Ambiental y gestionado en el marco del PMAS de Redes. Asimismo, se plantea avanzar con la actividad de localización y replanteo, identificándola como una actividad no impactante. Si bien, se proyectan estas actividades, de ninguna manera se podrá avanzar en otras actividades de obra sin obtener la NO OBJECIÓN por parte de la Banca Multilateral.

3.2 METODOLOGÍA

La metodología para la elaboración del PMAS para la construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68, se desarrolló teniendo en cuenta los lineamientos generales establecidos en el Apéndice técnico - AT 15, sin embargo, la estructura del documento sigue el orden establecido en

documentos preliminares como el PMAS para las actividades tempranas del Patio Taller, el PMAS para la Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 y el PMAS para el Traslado, Protección, Reubicación y/o Gestión de las Redes de la PLMB. De esta manera, se establece el presente PMAS, acogiendo los criterios técnicos necesarios para el proyecto y las políticas de las Entidades Multilaterales.

En ese sentido, se implementaron las Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral relacionadas en la Figura 2, con el objeto de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto, así como prevenir, mitigar y gestionar los riesgos de salud y seguridad en el trabajo, los riesgos ambientales y sociales, potencializar los impactos positivos y mejorar el proceso de participación de los diversos actores en la toma de decisiones. Ver Metodología en Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A03. La aplicación de cada Política se aborda en cada uno de los capítulos del presente estudio.

Asimismo, se acogieron las referencias técnicas establecidas en las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la (Corporación Financiera Internacional - IFC y Grupo del Banco Mundial). Es así como se complementaron los principios generales sobre medio ambiente, salud y seguridad mediante las guías de Emisiones al aire y calidad del aire, Conservación de la Energía, Aguas residuales y calidad del agua, Manejo de Materiales peligrosos, Manejo de residuos, Ruido, Suelos contaminados, Higiene y seguridad ocupacional, Higiene y seguridad de la comunidad y Construcción y desmantelamiento.



Figura 2 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral objeto de cumplimiento en el PMAS

Fuente: Banca Multilateral, 2022

A continuación, las siguientes precisiones:

- No se prevé el reasentamiento involuntario a causa de las actividades de este PMAS, puesto que no se realizará adquisición predial, identificando que las actividades previstas se realizarán sobre espacio público existente como andenes y vías de tránsito vehicular en la ciudad de Bogotá. Sin embargo, la política de reasentamiento aplica en el contexto de la pérdida de los activos o del acceso a los activos y la perdida de las fuentes de ingresos o de los medios de subsistencia, ya sea que los afectados deban trasladarse a otro lugar o no. En caso de ser necesario, la política deberá aplicarse de acuerdo con la Resolución 190 de 2021 "Por medio de la cual se adopta el Plan de Reasentamiento General para la Primera Línea del Metro de Bogotá[1].
- Con relación a la Política de Hábitats Naturales que tiene como objetivo respaldar la protección, el mantenimiento y la rehabilitación de los hábitats naturales y sus funciones aplicando un criterio preventivo con respecto al manejo de los recursos naturales, con el fin de garantizar oportunidades de desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental. Así bien, en el marco del presente estudio se evaluó la aplicación de la política, sin embargo, dentro del área de estudio no se identificaron hábitats naturales vulnerables que mantengan sus funciones ecológicas esto teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en áreas altamente intervenidas y de intervención antrópica.

Se acogieron las referencias técnicas establecidas en las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad de la (Corporación Financiera Internacional - IFC y Grupo del Banco Mundial). Es así como se complementaron los principios generales sobre medio ambiente, salud y seguridad mediante las guías de Emisiones al aire y calidad del aire, Conservación de la Energía, Aguas residuales y calidad del agua, Manejo de Materiales peligrosos, Manejo de residuos, Ruido, Suelos contaminados, Higiene y seguridad ocupacional, Higiene y seguridad de la comunidad y Construcción y desmantelamiento

Retomando el desarrollo general del proceso metodológico del presente estudio, es preciso señalar que este se enmarca en un proceso iterativo, el cual ha requerido el análisis continúo examinando los criterios técnicos, con el fin de identificar las técnicas constructivas más apropiadas para el proyecto y mejorar su planificación, de acuerdo con las Políticas de la Banca Multilateral, y específicamente en respuesta a la Política operativa de salvaguarda Evaluación ambiental (OP 4.01) del (Banco Mundial) y a la Política de Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales del (Banco Europeo de Inversiones).

A continuación, se explica el proceso de elaboración del presente estudio.

[1] El Plan de Reasentamiento se encuentra cargado en la página web de la Empresa Metro de Bogotá en el siguiente enlace: https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/GS-DR-001-Politica-de-reasentamiento-y-gestion-social-para-el-proyecto-PLMB_V.02.pdf

La ejecución del proceso partió de la identificación de las áreas a intervenir, las actividades a realizar y la definición de los procesos constructivos por los Departamentos de Diseño y Construcción del Concesionario ML1. Esto en trabajo conjunto con la Consultoría Ambiental.

Posteriormente, se realizó la definición de áreas de influencia preliminar, a partir de la cual se caracterizaron los medios abiótico, biótico y socioeconómico; a la vez que se definió e identificó la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales por parte del proyecto.

A continuación, se listan los permisos tramitados a la fecha por parte del Concesionario ML1:

- Permiso de tratamiento silviculturales: Se cuenta con la Resolución 03464 del 3 de agosto del 2022 emitido por la SDA, por la cual se autorizan tratamientos silviculturales en espacio público y se adoptan otras determinaciones. Este permiso se ejecutará en el marco del PMAS de Redes al inicio de las actividades constructivas.
- Acta de aprobación diseño paisajístico: Se cuenta con el Acta WR 1225 del 2022 en donde el Jardín Botánico realiza la aprobación de los diseños. Esta acta corresponde únicamente al diseño paisajístico aprobado en marco del desarrollo del PMAS para la construcción de los puentes de la Av. 68 con Primera de mayo.
- Plan de Manejo de Fauna Silvestre: Este documento se encuentra aprobado por la SDA mediante Radicado 2022EE168423 del 7 de julio de 2022. Este plan de manejo se ejecutará en el marco del desarrollo de todo el proyecto en general, es decir se aplicará en el marco del PMAS para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB, el PMAS para la construcción de los Puentes de la Avenida Primero de mayo con Avenida 68 y el EIAS de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB).
- Plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición (PG RCD): Este documento se encuentra aprobado por la SDA mediante radicado 2022EE75545 del 5 de abril de 2022. Se empleará el PIN RCD existente para las obras del Metro, sin embargo, el radicado ante la SDA con la actualización del PG RCD para este PMAS se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A10.
- Publicidad Exterior Visual (PEV): Mediante radicado 2022ER227523 del 5 de septiembre de 2022, la SDA otorgó el registro de publicidad exterior visual tipo valla de obra convencional por una vigencia de 2 años o por la duración de la obra de este PMAS (en respuesta a solicitud de ML1 a SDA realizada mediante comunicado L1T1- CON-CE-22-2726 del 16 de agosto de 2022). Aplica para este PMAS.
- Plan de Manejo de Tránsito: A la fecha, se encuentran aprobados los siguientes PMT por parte de la Secretaría de Movilidad (SDM), de acuerdo con la programación de obra: COI 39 del 29 de septiembre de 2022 que autoriza: la entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur- norte), cierre parcial de separador oriental, entrada de volquetas al separador occidental costado occidental (acceso por la calzada lenta sentido norte-sur), cierre parcial del separador occidental, entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur-norte) y cierre parcial de separador occidental (ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A10 / 10_4 PMT)

- Plan de manejo arqueológico para el polígono específico Bosa-Teusaquillo: Mediante Resolución No. 1483 del 9 de septiembre de 2022, el ICANH aprueba y autoriza la implementación del Plan de manejo arqueológico para un polígono específico. Esta autorización aplica tanto para parte del EIAS, como para este PMAS.

  Por otra parte, el Concesionario ML1 adelantó una consulta ante el ICANH para determinar la existencia de planes de manejo arqueológico de otros proyectos que se traslaparan con la Primera Línea del Metro de Bogotá. El ICANH envió respuesta mediante radicado 2022152000026871 del 28 de marzo de 2022 (ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A17 \17_4 Arqueología \ Superposición), en la cual afirma: "*De esta manera, a la altura de la Avenida Carrera 68 se estableció que existe un solapamiento con el Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto "Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida Congreso Eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C. grupos 1, 2 y 3", registrado mediante la Resolución 1051 del 11 de diciembre del 2020, y cuyo Plan de Manejo Arqueológico fue aprobado y autorizado mediante la Resolución 314 del 19 de marzo del 2021 y modificado a través de las Resoluciones 686 del 01 de junio del 2021 y 923 del 19 de julio de 2021 dado el hallazgo de rieles reportados en el marco del Programa de Arqueología Preventiva".*

  De acuerdo con lo anterior, en el área en que se traslapan los dos proyectos, se debe ejecutar el plan de manejo arqueológico que ya está aprobado por el ICANH mediante la Resolución 314 del 19 de marzo del 2021 y modificado a través de las Resoluciones 686 del 01 de junio del 2021 y 923 del 19 de julio de 2021.

A continuación, los permisos o trámites ambientales requeridos antes de la ejecución de este PMAS y que deberán ser gestionados por parte del Concesionario ML1, con el fin de obtener una respuesta oportuna por parte de la autoridad y cumplir con el cronograma de obra.

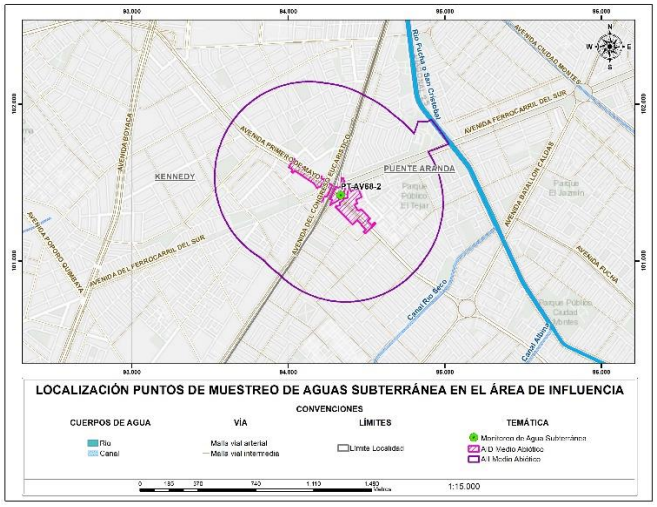
- Plan de manejo de epifitas vasculares y No vasculares: Este documento fue radicado el 22 de agosto con número 2022ER213047 de 2022 ante la SDA. Este plan de manejo se ejecutará en el marco del desarrollo de todo el proyecto en general, es decir se aplicará en el marco del PMAS para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB, el PMAS para la construcción de los Puentes de la Avenida Primero de mayo con Avenida 68 y el Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB).
- Permisos de Trabajo Nocturno: Este será un permiso nuevo que ML1 tramitará ante la alcaldía local de Kennedy y alcaldía local de Puente Aranda.

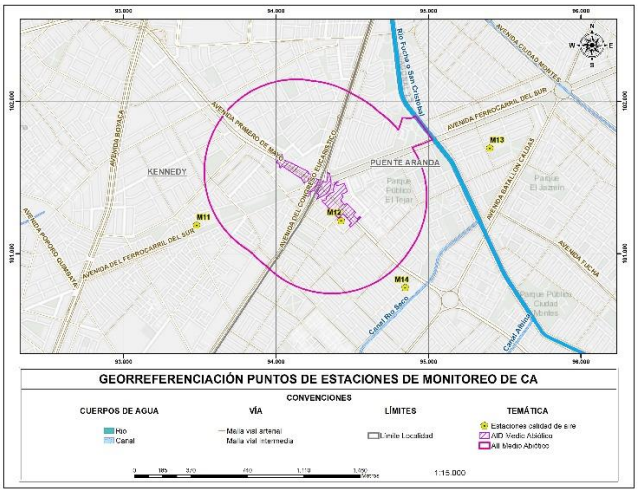
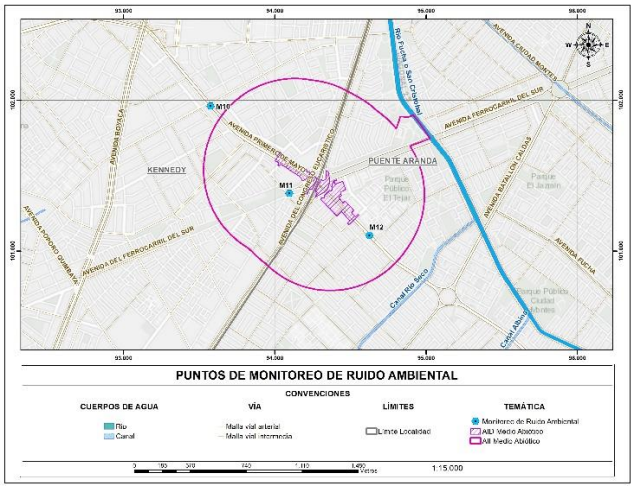
Con relación a la caracterización, se acogieron diversas políticas, tales como, la Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardas (OP -703) del (Banco Interamericano de Desarrollo) en el que se resalta la caracterización social mediante la identificación de sitios de importancia cultural; la Política de gestión de riesgo de desastres naturales (OP-704) del (Banco Interamericano de Desarrollo), a partir de la cual se realiza la caracterización abiótica orientada a la identificación de amenazas naturales en los componentes geoesférico e hidrofílico; la Política sobre igualdad de género en el desarrollo (OP-761) (Banco Interamericano de Desarrollo) y la Política de Derechos e intereses de los

grupos vulnerables (Banco Europeo de Inversiones), las cuales son abordadas desde la identificación y análisis de las dimensiones demográfica, espacial (acceso a servicios y movilidad), cultural y político organizativa en el área de influencia. Asimismo, se acoge la Política de Recursos físicos y culturales (OP 4.11) del (Banco Mundial) y la salvaguarda del Patrimonio cultural (Banco Europeo de Inversiones), desde la caracterización social y de paisaje, identificando los elementos culturales y físicos de interés.

La caracterización abiótica y socioeconómica se realizó a partir de información secundaria de orígenes o fuentes significativas como el EIAS realizado para la etapa de estructuración de la PLMB (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019) y, a partir de información primaria de los estudios desarrollados por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, en el año 2021, realizados en el marco de la Actualización del EIAS y cuya representatividad al área de influencia de este PMAS, permitieron la aplicabilidad en esta caracterización (ver Tabla 2).

Tabla 2 – Resumen de los monitoreos aplicables a la línea base ambiental

Recurso monitoreado	Puntos de monitoreo	Fecha de monitoreo	Localización
Agua subterránea	Piezómetro PT-AV68-2	Los días 7 de octubre y 9 de diciembre de 2021	 Parámetros monitoreados: pH: potencial de hidrógeno; temperatura; Eco: conductividad eléctrica; OD: oxígeno disuelto; SDT: sólidos totales disueltos; SST: solidos suspendidos totales; DBO5: Demanda biológica de oxígeno de 5 días; DQO: demanda química de oxígeno; HCO3-: bicarbonatos; CO32-: carbonatos; Cl-: cloruro; SO42-: sulfato; N-NO3: Nitratos; P-PO43-; Fosfatos; Na+: sodio; K+: potasio; Ca2+: calcio; Mg2+: magnesio; Fe: hierro total; Mn: manganeso total; Col.F: coliformes fecales; Col.T: coliformes totales; E.Coli: Escherichia coli; HC: Hidrocarburos

Recurso monitoreado	Puntos de monitoreo	Fecha de monitoreo	Localización
Aire	4 puntos de monitoreo: Punto 11, 12, 13 y 14	Los días 15 de septiembre al 03 de octubre de 2021	 Monitoreo en Material Particulado PM10, Material Particulado PM2.5, Dióxido de Nitrógeno NO2, Dióxido de azufre SO2, Monóxido de carbono CO, Hidrocarburos totales HCT´s, Compuestos orgánicos volátiles COV´S y Ozono O3.
Ruido	3 puntos: M10, M11 y M12	Los días 10 julio al 02 de agosto del 2021	 Valoración de los niveles de ruido ambiental, durante los horarios diurno y nocturno, en día hábil y no hábil

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Es preciso señalar que, con relación al recurso hídrico superficial, la fuente más cercana al área de intervención de las obras de este PMAS se encuentra a más de 600 metros (Canal Río Fucha), por lo tanto, en este PMAS no se incluirá caracterización de fuentes hídricas superficiales.

Además de los monitoreos de aire y ruido analizados, que fueron realizados en el marco del EIAS y sirvieron para el diagnóstico en el área de influencia, se analizaron los monitoreos ejecutados en el área, por el proyecto de la troncal de Transmilenio de la Avenida 68 y por la SDA (ver numerales 7.3.2.3.2.3 Monitoreos Ejecutados para la Troncal de la Avenida 68- Transmilenio., 7.3.2.3.2.4 Monitoreos

Ejecutados por la Red de Calidad de Aire SDA y 7.3.2.3.3.3 Monitoreos Ejecutados para la Troncal de la Avenida 68- Transmilenio).

A partir de esto, y de la identificación de otros proyectos que se superponen con el área de influencia, se realizó la evaluación de impactos y riesgos ambientales y sociales.

Para el desarrollo de la evaluación ambiental se acogió la Política OP 4.01 - Evaluación ambiental del (Banco Mundial, BM, 1999), la Política Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales del (Banco Europeo de Inversiones - BEI, 2013), lo descrito en el documento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por la (ANLA, 2021); y como base metodológica, se utilizó la Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental de (Conesa Fernández, 2010). Las evaluaciones se realizaron identificando los impactos directos, indirectos e inducidos y acumulativos, en el contexto del área de influencia del proyecto.

El resultado de esta evaluación permite definir las áreas de influencia definitivas del estudio y revisar los capítulos ya elaborados. Las áreas se definieron teniendo en cuenta la superposición cartográfica que se generó en los medios abiótico, biótico y socioeconómico de las áreas directas e indirectas, donde se prevé la manifestación de los impactos ambientales significativos.

Una vez se realizaron estas actividades, se desarrollaron los respectivos programas de manejo ambiental y social y la estructuración del plan de seguimiento y monitoreo, teniendo en cuenta además el plan de gestión de seguridad y salud en el trabajo y el plan de gestión del riesgo de desastre; todo con base en los referentes normativos aplicables y vigentes, así como las políticas de salvaguardas y estándares de la Banca Multilateral relacionados con el proyecto. En general, se adoptaron en todos los programas, especialmente en medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía; mejorar las prácticas encaminadas a reducir, reutilizar y reciclar desperdicios y materiales; minimizar el consumo y las emisiones de sustancias peligrosas y brindar un entorno laboral seguro y saludable y en cumplimiento con la legislación y las normativas ambientales. Con relación al medio social, se establecieron medidas para encaminar la igualdad de género en las actividades proyectadas, programas y medidas de acceso a la información mediante los programas de información y comunicación pública y Programa de Metro escucha Metro resuelve; asimismo se definieron medidas de manejo para la protección del patrimonio cultural, para el manejo de la flora y la fauna, y para el control de emisiones de gases efecto invernadero

Se suma a esto, los documentos previamente aprobados por las entidades y autoridades nacionales y que contribuyen a la gestión de los riesgos e impactos como son el Plan de Manejo de Tránsito, El Plan de Gestión y Residuos de Demolición y Construcción (RCD), el Plan de Gestión Integrado de Residuos (PGIR) y el Plan estratégico de Seguridad Vial.

Como es de conocimiento general, todo proyecto pasa por diferentes ajustes, optimizaciones y modificaciones durante sus diferentes etapas por lo que es importante aclarar que este documento PMAS, podrá ser ajustado, complementado o mejorado de acuerdo con lo reflejado en el Capítulo 3, numeral 3.1., literal a, romanillo (viii) del Apéndice Técnico 15 del Contrato de Concesión, el cual establece:

(viii) *"Cuando surjan nuevas áreas a intervenir, se identifiquen nuevos impactos por el desarrollo de nuevas actividades y/o se evidencie que alguno de los programas del Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales y el Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB para las Entidades Multilaterales, no cumpla con el objetivo de prevenir, mitigar, corregir y controlar los impactos identificados, el Concesionario deberá ajustar y actualizar el Plan de Manejo Ambiental de la PLMB para las Entidades Multilaterales y/o Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB del cual hace referencia el numeral (ii) de esta sección. Para ello el Concesionario deberá remitir a la Interventoría la nueva versión de dicho plan, dentro de los diez (10) Días siguientes contados a partir de la notificación de la Interventoría y surtir el proceso de No Objeción Ambiental y Social descrito en los numerales (iv) a (vii) de la presente Sección*", proceso que se efectúa ante la Banca Multilateral.

Con el fin de garantizar flexibilidad operativa y asegurar el cumplimiento de los cronogramas de obra, toda vez que, por motivos técnicos de cambios de diseño surgidos en la ingeniería de detalle o durante la ejecución de las obras, se identifique la necesidad de: (i) desarrollar actividades en obra que no hubieran estado identificadas en el PMAS vigente, o (ii) modificar el alcance, metodología o tecnología utilizada en las actividades previstas, el Concesionario podrá, previa aprobación de la Interventoría, utilizar las previsiones y medidas de mitigación previstas en el PMAS actual vigente para la mitigación de impactos derivados de dichas actividades, complementándolas de ser necesario, siempre que justifique de manera adecuada ante la Interventoría que:

- Las nuevas actividades identificadas son de naturaleza y magnitud similar a las actividades originalmente previstas en el PMAS vigente
- El análisis de impactos y riesgos ambientales y sociales aseguren que las nuevas actividades no implican la aparición de impactos significativos, ni determinen consumos o demandas significativos del Proyecto que no estén cubiertos en el PMAS vigente.

En general, y a partir de la elaboración de este PMAS, se ha surtido una serie de revisiones con entes como la Banca Multilateral, la interventoría, la EMB y se han realizado escenarios de participación con diferentes actores que han permitido la retroalimentación y pulida de todo el contenido aquí presentado. A continuación, se describen las versiones elaboradas, las revisiones, así como los momentos de integración de las diversas temáticas con la Banca Multilateral:

- Versión VA0: 21 de junio de 2022. Antes de esta versión, se emitieron comentarios a capítulos previos por parte del Concesionario ML1.
- Versión VBB: 1 de agosto de 2022. La Interventoría realizó revisión y emitió comentarios a los diversos capítulos de esta versión, la cual fue atendida y radicada en versión CC.
- Presentación ante la Banca Multilateral de generalidades y alcance del PMAS para el proyecto: 4 de agosto de 2022. Realizada en el marco de la reunión trimestral.
- Versión VCC: 22 de agosto de 2022. Se atienden observaciones de la Interventoría emitidas mediante Radicado L1T1-INT-CE-22-2445 del 10 de agosto de 2022

- Versión VDD: 5 de septiembre de 2022. Se atienden observaciones del Consorcio Supervisor PLMB emitidas mediante Radicado de Interventoría L1T1-INT-CE-22-2635 del 29 de agosto de 2022.
- Versión VEE: 18 de octubre de 2022. Se atienden observaciones del Banco Mundial, Banco Europeo de Inversión, Banco Interamericano de Desarrollo y EMB recibidas el 10 de octubre de 2022.
- Versión V00: 31 de octubre de 2022. Se envía el documento aprobado, se incluye la atención de observaciones del Banco mundial recibidas el 26 de octubre de 2022.

4 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1 DEFINICIONES

A continuación, se presentan las definiciones a considerar dentro del presente PMAS:

Abundancia relativa: Número de individuos por especie presentes en un área determinada. (Instituto Humboldt., 2021).

Área Urbana Integral: Es la que señala un determinado suelo urbano y/o de expansión para proyectos urbanísticos que combinen armónicamente zonas de vivienda, zonas de comercio y servicios, zonas de industria y zonas dotacionales, en concordancia con la estrategia de ordenamiento territorial prevista para las diferentes zonas y centralidades. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Análisis y evaluación del riesgo: Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación. (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo , 2017).

Área de Influencia: Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí. (Decreto 1076 de 2015)

Área de Influencia Definitiva: Área de influencia producto de un proceso iterativo, ajustes y definición de áreas de influencia preliminares. Este proceso de re-definición incorpora la interpretación de resultados del trabajo de campo, la evaluación de impactos y la determinación de la significancia de estos. (MADS y ANLA, 2018).

Área de Influencia Directa – AID: El AID es el espacio donde se manifiestan directamente los impactos generados por las actividades del proyecto; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. En ese sentido, también se consideran las áreas de intervención por el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá Línea 1 , 2022), basado en el Apéndice Técnico 15 (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS))

Área de Influencia Indirecta –AII: El AII es el área definida teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico de las áreas de intervención, es decir la zona externa del área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan los impactos. (Anexo 1 - Requisitos para la

actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)) del Apéndice Técnico 15.

Área de Influencia Preliminar: Área de influencia definida en una etapa incipiente de la elaboración del presente estudio y soportada en información secundaria, con el fin de iniciar la caracterización de cada uno de los componentes y medios que conforman el PMAS (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá Línea 1 , 2022).

Aspecto ambiental: Hace referencia al elemento de las actividades a ejecutar (productos o servicios) que pueden ocasionar un impacto sobre el ambiente. El aspecto se relaciona con la causa y el impacto con el efecto. (ISO 14001:2015).

Bien de Interés Cultural (BIC): Es cualquier inmueble y objeto mueble de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico, que haya sido declarado como tal por la administración competente, constituyendo así su Patrimonio Cultural. También puede ser declarado BIC, el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques, que tengan valor artístico, histórico o antropológico. El patrimonio construido del Distrito Capital está conformado por los Bienes de Interés Cultural tales como sectores, inmuebles, elementos del espacio público, caminos históricos y bienes arqueológicos, que poseen un interés histórico, artístico, arquitectónico o urbanístico (Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC), 2019).

Biodiversidad: Variabilidad de organismos vivos, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también la diversidad genética dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas. (ANLA, 2018).

Biótico: Hace referencia a los organismos vivos de los sistemas biológicos en sus distintos niveles de organización. (Convenio sobre la diversidad biológica. Rio de Janeiro, 1992)

Biotipo: Forma típica que puede considerarse modelo de su especie, variedad o raza. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2010).

Bloqueo y Traslado: Actividad de manejo cuyo objeto es reubicar una planta o biotipo. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2010).

Caracterización de escenarios de riesgos: Es la representación de los factores de riesgos, sus causas, la relación entre las causas, los actores causales, el tipo y nivel de daños que se pueden presentar. Incluye también la identificación de los actores públicos y privados que deben intervenir y las medidas posibles aplicar para reducir el riesgo identificado. (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo , 2017).

Censo: Evento o actividad de contar mediante observación directa en campo "in situ" el número de aves en un espacio en un tiempo determinado que permite conocer el estado de las poblaciones, a través de diferentes estimativos como riqueza, abundancia y densidad de las especies y poblaciones. (Instituto Humboldt., 2021).

Clúster: se define como la concentración de empresas e instituciones interconectadas en la actividad económica que desarrollan, cerca geográficamente unas de otras. (CCB - Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.)

Cobertura vegetal: Son las plantas que cubren la superficie del suelo urbano, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto de infraestructura que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados. (Instituto Humboldt., 2021).

Densidad de población: Es un indicador que mide la cantidad de personas que habitan en una extensión territorial. (Economipedia, s.f.)

Descope: Práctica silvicultural en la que se elimina una sección del fuste principal sin importar la altura. Para efectos sancionatorios el descope será considerado como una tala no autorizada. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Diseño de arborización, zonas verdes y jardinería: Documento que describe la composición y distribución del material vegetal, así como su localización exacta en el proyecto paisajístico; debe contener la representación gráfica de la volumetría arbórea (planta y perfil, en estado adulto), su función urbana, relaciones espaciales y visuales en el contexto de la zona a intervenir.

Endurecimiento: Actividad que consiste en reemplazar zonas verdes naturales por pavimentos o acabados de superficie que impiden la permeabilidad al agua y el libre crecimiento de la cobertura vegetal. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2019).

Escenarios de Riesgo: Son fragmentos o campos delimitados de las condiciones de riesgo del municipio, que facilitan tanto la comprensión y priorización de los problemas como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas, se representa por medio de caracterizaciones. (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo , 2017).

Espacio público: Entiéndase por espacio público el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los límites de los intereses, individuales de los habitantes. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 1989)

Especie: Unidad fundamental de la sistemática de los organismos vivos. Conjunto de individuos con caracteres comunes transmisibles por herencia, interfértiles pero aislados genéticamente por barreras generalmente sexuales de las restantes especies, con un género de vida común y una distribución geográfica precisa. Se designa por el nombre genérico (en mayúscula) y el específico (en minúscula), seguidos de una abreviatura del nombre del autor o autores de la descripción válida de la especie. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie amenazada: Aquella cuyas poblaciones naturales se encuentran en riesgo de desaparecer, dado que su hábitat, área de distribución, ecosistemas que los sustentan, o tamaño poblacional han sido afectados por factores naturales y/o de intervención antrópica. Bajo esta connotación se comprende a las especies categorizadas como: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU), indicadas de mayor a menor jerarquía de amenaza (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie común: Especie registrada permanentemente en todas las observaciones. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie escasa: Especie registrada al menos en la mitad de las observaciones. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie exótica: Una especie, subespecie o taxón inferior fuera de su área de distribución natural (pasada o presente) y potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o que pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre), e incluye cualquier parte, gametos o propágulos de tal especie que puede sobrevivir y luego reproducirse. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie invasora: Las especies exóticas de carácter invasor son aquellas que han sido capaces de colonizar efectivamente un área en donde se ha interrumpido la barrera geográfica y se han propagado sin asistencia humana directa en hábitats naturales o seminaturales y cuyo establecimiento y expansión amenaza los ecosistemas, hábitats o especies con daños económicos o ambientales. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008).

Especie migratoria: Conjunto de la población, o toda parte de ella geográficamente aislada, de cualquier especie o grupo taxonómico de animales silvestres, de los que una parte importante realiza cíclicamente y de manera previsible, uno o varios viajes incursionando límites de jurisdicción nacional. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie nativa: Especie, subespecie o taxón inferior presente dentro de su zona natural (actualmente o en el pasado) y posibilidad de dispersión (es decir, dentro de la zona que ocupa naturalmente o que podría ocupar sin la introducción directa o indirecta o la acción de los seres humanos). (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie en Peligro Crítico (CR): Especie amenazada que enfrenta una muy alta probabilidad de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato, en virtud de una reducción drástica de sus poblaciones naturales y un severo deterioro de su área de distribución. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie en Peligro (EN): Aquella especie amenazada sobre la que se cierne una alta probabilidad de extinción en el estado silvestre en el futuro cercano, en virtud de que existe una tendencia a la reducción de sus poblaciones naturales y un deterioro de su área de distribución. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Especie Vulnerable (VU): Es aquella especie amenazada que no se encuentra en peligro inminente de extinción en el futuro cercano, pero podría llegar a estarlo de continuar la reducción de sus poblaciones naturales y el deterioro de su área de distribución. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para Las Entidades Multilaterales (Estudio de Impacto Ambiental y Social, o EIAS): Es el documento elaborado para la factibilidad del Proyecto que cuenta con la No Objeción Ambiental y Social. Este documento permitió evaluar los impactos y riesgos del Proyecto sobre el medio ambiente y la comunidad. El mencionado estudio, contiene entre otros instrumentos el Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales y el Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB para las Entidades Multilaterales. (Contrato de Concesión ML1 Apéndice Técnico 15).

Factores abióticos: Condiciones físicas donde los seres vivos, adaptándose a su medio, desarrollan de una forma dinámica su ciclo de vida. (Instituto Humboldt., 2021).

Impacto ambiental: Cualquier alteración o disturbio generado en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (ANLA, 2018).

Inventario de especies: Los inventarios permiten conocer las especies presentes en un área, así como realizar estimados de sus abundancias. En general, sintetizan información sistemática, ecológica y biogeográfica para dar una visión de la biodiversidad en un tiempo y espacio determinado y establecer así el conocimiento básico para evaluar sus cambios. (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2017).

Inventario Forestal: Proceso mediante el cual se determinan parámetros forestales de interés en un área determinada como el número de ejemplares y sus DAP, especies, altura de los ejemplares, Volumen Comercial, Área Basal, Fracción de Cabida Cubierta, etc. (IDEAM, 2018).

Manejo Silvicultural: Son todas aquellas prácticas y técnicas requeridas para el establecimiento, atención integral y tala de árboles. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Medidas de compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados. (ANLA, 2018).

Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente o la población. (ANLA, 2018).

Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente y la población. (ANLA, 2018).

Necesidades básicas insatisfechas (NBI): De acuerdo con el DANE, esta metodología busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas. Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado son clasificados como pobres. Los indicadores simples seleccionados, son: Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica,

Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2018)

Nido activo: Nido que presenta actividad reproductiva y que puede albergar huevos, o ejemplares. (Instituto Humboldt., 2021).

Nido inactivo: Nido que no presenta actividad aparente, por encontrarse vacío o sin uso alguno. (Instituto Humboldt., 2021).

Organización social: Son grupos de personas que se identifican con determinados intereses y deciden actuar en común con el propósito de defenderse y resolver de manera colectiva problemas compartidos. Dentro de las locales se destacan: Juntas de Acción Comunal, asociaciones, veedurías ciudadanas. Son grupos de personas que se identifican con determinados intereses y deciden actuar en común con el propósito de defenderse y resolver de manera colectiva problemas compartidos. (Personería de Bogotá, 2020).

Pasivo Ambiental: Es el daño ambiental que no fue mitigado, compensado o corregido, causado por actividades antrópicas y que pueden generar un riesgo a la salud humana o al ambiente. (ANLA, 2018).

Patrimonio Cultural Inmaterial: De acuerdo con la UNESCO está constituido por “los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana”. (UNESCO, 2022).

Permiso o Autorización de Aprovechamiento Forestal: Es el permiso que se otorga para que se realice la extracción de productos maderables en un proyecto y comprende desde la obtención hasta el momento de su transformación. (ANLA, 2018).

Persona Migrante: alguien que ha residido en un país extranjero durante más de un año independientemente de las causas de su traslado, voluntario o involuntario, o de los medios utilizados, legales u otros. (Organización de las Naciones Unidas - ONU, s.f.)

Personería: Son organismos de control y vigilancia de las respectivas entidades territoriales, que ejercen la función de Ministerio Público y que están encargadas de la defensa, protección y promoción de los Derechos Humanos en su jurisdicción, así como de ejercer el control disciplinario en el municipio, la guarda del interés público y de los principios del Estado Social de Derecho y de la promoción del control social de la gestión pública. (Consejo de Estado, s.f.)

Plan Distrital de Silvicultura Urbana, Zonas verdes y Jardinería: Es el instrumento directriz para la planificación de la silvicultura urbana, zonas verdes y jardinería de Bogotá que contiene los lineamientos técnicos, jurídicos y administrativos para su gestión. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Plan de desarrollo Territorial (PDT): Es el instrumento de planificación que orienta las acciones de las administraciones departamentales, distritales y municipales durante un período de gobierno. (Departamento Nacional de Planeación. , 2022)

Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para Las Entidades Multilaterales (o Plan de Manejo Ambiental y Social, o PMAS): Hace parte del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales que cuenta con la No Objeción Ambiental y Social. Este Plan incluye todas las medidas de control, prevención, mitigación, corrección y compensación de todos los impactos y riesgos ambientales y sociales para cada una de las Fases y Etapas del Proyecto. (Contrato de Concesión ML1 Apéndice Técnico 15).

Plan de Monitoreo y Seguimiento de la PLMB para Las Entidades Multilaterales (Plan de Monitoreo y Seguimiento, o PMS): Este Plan hace parte del PMAS de la PLMB para las Entidades Multilaterales que cuenta con la No Objeción Ambiental y Social, el cual determina el seguimiento y monitoreo a los planes y programas del Plan de Manejo Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales y a la calidad del medio (biótico, abiótico y socioeconómico) para cada una de las Fases y Etapas del Proyecto. (Contrato de Concesión ML1 Apéndice Técnico 15).

Polo de Desarrollo Económico: Los polos de desarrollo son zonas geográficas reducidas en las que se promueve la localización de actividades industriales para estimular el desarrollo de la región. La localización de actividades industriales le da fuerza y crecimiento a la actividad económica. (Cámara Chilena de La Construcción - CCHC, 2015)

Prevención del riesgo: Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera. (ANLA, 2018).

Recuperación: Son las acciones para el restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y el restablecimiento e impulso del desarrollo económico y social de la comunidad. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Reducción del riesgo: es el proceso de la gestión del riesgo conformado por la intervención dirigida a modificar disminuir las condiciones de riesgos existentes entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio. (ANLA, 2018).

Repoblación: Se entiende por repoblación fáunica todo acto que conduzca a la reimplantación de poblaciones de especies o subespecies nativas de fauna silvestre en áreas en las cuales existen o existieron (Ministerio de Agricultura, 1978).

Rescate de nidos: Conjunto de acciones encaminadas a realizar el salvamento y recuperación de individuos de la avifauna silvestre que puedan verse afectados en su desarrollo habitual por actividades

de intervención sobre la vegetación en la cual estos se encuentran. (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2017).

Rehabilitación: Recuperación a corto plazo de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico, social y económico, logrando un nivel igual o superior al existente antes del accidente. (Ministerio de Agricultura, 1978).

Recurso biológico: Son los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo de medio biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Riesgo: Probabilidad de que se presenten daños o pérdidas debido a eventos físicos peligrosos, de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano, en un lapso específico, y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. (ANLA, 2018).

Salvaguardias, Políticas y Guías de las Entidades Multilaterales: Son el conjunto de normas de desempeño y estándares definidos por las Entidades Multilaterales, los Principios de Ecuador y la IFC, entendiendo que el proyecto ha sido clasificado por el BM y el BID con categoría ambiental A, considerando la escala y magnitud de los impactos ambientales y sociales. (Banco Interamericano de Desarrollo. , 2018).

Salvoconducto: Es el documento que expide la entidad administradora del recurso para movilizar o transportar por primera vez los productos maderables y no maderables que se concede con base en el acto administrativo que otorga el aprovechamiento. (Ministerio de Medio Ambiente, 1996).

Servicios ecosistémicos: Beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y son el resultado de la interacción entre los componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. Incluye servicios ecosistémicos de: Aprovisionamiento, Regulación, Soporte y Culturales. (ANLA, 2018).

Silvicultura: Arte, ciencia y práctica consistente en crear, ocuparse y reproducir rodales forestales de las características deseadas. Se basa en el conocimiento de las características de las especies y los requisitos medioambientales (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2010).

Silvicultura Urbana: Es un sistema múltiple de ordenación de la cobertura que incluye el sistema hídrico urbano, los hábitats de las especies animales presentes en la ciudad, el diseño del paisaje o actividad. En este caso espacio lineal de estudio de la composición ornitológica. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Suelo de Expansión Urbana: Está constituido por la porción del territorio Distrital, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del presente Plan de Ordenamiento Territorial, según lo determinen los programas de ejecución. Este territorio sólo podrá incorporarse al perímetro urbano mediante planes parciales. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Suelo de protección: Es una categoría de suelo constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Suelo Rural: El suelo rural está constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Suelo Urbano: Los suelos urbanos están constituidos por las áreas de territorio distrital o municipal, destinados a usos urbanos por el esquema de Ordenamiento Territorial, que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso. Pertenecen a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación al igual que en las áreas del suelo de expansión que sean incorporadas. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Super CADE: Sistema integrado de servicios, donde se realizan bajo un mismo techo más de 200 trámites y se suministra información de entidades distritales, nacionales y privadas que ejercen funciones públicas para asegurar un servicio más efectivo, óptimo y oportuno**.** (Alcaldía Mayor de Bogotá, s.f.)

Tasa de natalidad: Expresa la frecuencia con que ocurren las defunciones en una población dada. Se calcula haciendo el cociente entre el número de defunciones ocurridas durante un período determinado y la población media de ese período; por mil. (Comisión Económica para América Latina - CEPAL, s.f.)

Tasa de mortalidad: Expresa la frecuencia con que ocurren las defunciones en una población dada. Se calcula haciendo el cociente entre el número de defunciones ocurridas durante un período determinado y la población media de ese período; por mil. (Comisión Económica para América Latina, s.f.)

Tratamientos especializados: Conjunto de prácticas especializadas que incluyen procedimientos no convencionales para la conservación y rehabilitación del arbolado urbano tales como bloqueo, traslado, cirugía, descope, instalación de tensores, manejo fitosanitario, poda aérea, confinamiento y poda de raíz, entre otros. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

Tratamiento Silvicultural: Actuación forestal que trata de la conservación, mejora, aprovechamiento o regeneración natural de las masas arboladas, o en su caso de la restauración. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2010).

Unidades de planeamiento zonal: Artículo 49 del Decreto 190 de 2004: “La Unidad de Planeamiento Zonal -UPZ, tiene como propósito definir y precisar el planeamiento del suelo urbano, respondiendo a la dinámica productiva de la ciudad y a su inserción en el contexto regional, involucrando a los actores

sociales en la definición de aspectos de ordenamiento y control normativo a escala zonal". (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Uso complementario del suelo: Es aquel que contribuye al adecuado funcionamiento del uso principal y se permite en los lugares que señale la norma específica. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Uso del suelo: Es la destinación asignada al suelo, de conformidad con las actividades que se puedan desarrollar. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Uso principal del suelo: Es el uso predominante que determina el destino urbanístico de una zona de las Áreas de Actividad, y en consecuencia se permite en la totalidad del área, zona o sector objeto de reglamentación. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Uso restringido del suelo: Es aquel que no es requerido para el funcionamiento del uso principal, pero que bajo determinadas condiciones normativas señaladas en la norma general y en la ficha del sector normativo, puede permitirse. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Usos urbanos del suelo: Son aquellos que para su desarrollo requieren de una infraestructura urbana, lograda a través de procesos idóneos de urbanización y de construcción, que le sirven de soporte físico. (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2004).

Víctimas del conflicto armado: En términos generales se define como víctima a las personas que hayan sufrido un daño por hechos ocurridos como consecuencia de infracciones al DIH o de violaciones graves de derechos humanos, ocurridas con ocasión del conflicto armado interno. (Organización de las Naciones Unidas - ONU, 2022)

Vulnerabilidad: Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos físicos y/o biológicos que pueden ser afectados por uno o varios eventos amenazantes. Se expresa en términos de porcentajes de afectación desde "no daño" (0%) hasta "pérdida total" (100%). Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. (ANLA, 2018).

Zona verde: Espacio de carácter permanente de dominio público o privado y/o uso público, que hace parte del espacio público efectivo establecido con el objeto de incrementar la generación y sostenimiento ecosistémico de la ciudad y de garantizar el espacio mínimo vital para el desarrollo de los elementos naturales que cumplen funciones de pulmón verde para la ciudad. (Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C, 2010).

4.2 ABREVIATURAS

Las abreviaturas consideradas en el presente PMAS, son las siguientes:

AAC: Autoridad Ambiental Competente

AEIA: Área de Especial Interés Ambiental

AID: Área de Influencia Directa

AII: Área de Influencia Indirecta

ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

Av.: Avenida

Ac: Avenida Calle

Ak: Avenida carrera

BDH: Banco Central Hipotecario

BEI: Banco Europeo de Inversiones

BIC: Bienes de Interés Cultural

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BM: Banco Mundial

CAL: Comisión Ambiental Local

CAMACOL: Cámara Colombiana de Construcción

CAR: Corporación Autónoma Regional

CCB: Cámara de Comercio de Bogotá

CCLPE: Consejo Consecutivo Local de Política Educativa.

CCNNA: Consejo Consecutivo de Niños, Niñas y Adolescentes

CDC: Centro de Desarrollo Comunitario

CDI: Centros de Desarrollo Infantil

CDSS: Consejo Distrital y Locales de Sabios y Sabias

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CER: Corredor Ecológico de Ronda

CIIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme

CINTEL: Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

CIT: Comités de Integración Territorial

CLPH: Consejo Local de Propiedad Horizontal

CLB: Consejo Local de la Bicicleta

CLM: Comisión Local de Movilidad

CLGR: Consejo Local

CLACP: Consejo Local de Arte Cultura y Patrimonio

CLD: Consejo Local de Discapacidad

CLOPS: Consejo Local de Política Social

CLSS: Consejo Local de Sabios y sabias

CLSM: Consejo Local de Seguridad para las mujeres

CLPYBA: Consejo Local de Protección y bienestar Animal

COLEV: Red del Buen Trato Comité Operativo Local de Envejecimiento y Vejez

COLE: Comité Operativo Local de Etnias

COLFA: Comité Operativo Local de Familia

COLJ: Comité Operativo Local de Juventud

COLMYEG: Comité Operativo Local de Mujer y Equidad de Genero

CORPOPATRIMONIO: Corporación Cívica de Propietarios para la Defensa de Los Bienes de Interés Cultural

COVID-19: Virus SARS-CoV-2

CPL: Consejo de Planeación Local

CRAC: Centros de Rehabilitación para adultos ciegos

CREA: Centros de Formación y Creación Artística

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DIMF: Desarrollo Infantil en Medio Familiar

DRAFE: Consejo Local de Deporte Recreación, Actividad Física, Parques Escenarios y Equipamientos Recreativos y Deportivos

EAAB: Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá

EEP: Estructura Ecológica Principal

EIAS: Estudio de Impacto Ambiental y Social

EPS: Entidades Prestadoras de Salud

EMB: Empresa Metro de Bogotá

EMB_2017: Encuesta Multipropósito 2017

ESMAD: Escuadrón Móvil Antidisturbios

ETB: Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá

FONDETUR: Fondo de Desarrollo Turístico de Bogotá

FUGA: Fundación Gilberto Álzate Avendaño

HIMAT: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras

ISO: Organización Internacional de Normalización

ICA: Índice de Calidad de Agua

ICANH: Instituto Colombiano de Antropología e Historia

IDARTES: Instituto Distrital de las Artes

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDIGER: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

IDPC: Instituto Distrital de Patrimonio Cultural

IDU: Instituto de Desarrollo Urbano

IE: Instituciones educativas

IED: Institución Educativa Distrital

IPES: Instituto Para la Economía Social

IPS: Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud

IDRD. Instituto Distrital de Recreación y Deporte

ICBF: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar

IDPAC: Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal

IDT: Instituto Distrital de Turismo

INEM: Institutos Nacionales de Educación Media

IRCA: Índice de Riesgo de Calidad del Agua

JAL: Junta de Acción Local

J.A.C: Junta de Acción Comunal

JBB: Jardín Botánico de Bogotá

Km: Kilómetro

LGBTI: Población: Lesbianas, Gay, Bisexuales, Transgeneristas e Intersexuales

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

MISE: Modelos de Servicios Empresariales

ML1: Metro Línea 1 SAS

NTC: Normas Técnicas Colombianas

NPS: Niveles de Presión Sonora

OFB: Orquesta Filarmónica de Bogotá

OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series

OIT: Organización Internacional del Trabajo

ONG: Organización no Gubernamental

PBI: Producto Bruto Interno

PEA: Población Económicamente Activa

PET: Población en Edad de Trabajar

PEDH: Parque Ecológico Distrital de Humedal

PLMB: Primera Línea del Metro de Bogotá

PMAS: Plan de Manejo Ambiental y Social

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

POMCA: Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

PONAL: Policía Nacional

POT: Plan de Ordenamiento Territorial

PPPS: Paraderos, paralibros y paraparques

PQRS: Petición, quejas, reclamos o sugerencias

PST´s: Prestadores de Servicios Turísticos

RCD: Residuos de Construcción y Demolición

RIAPI: Mesa Ruta Integral de Atención a la Primera Infancia

RMCAB: Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá.

SAN: Comité de Seguridad Alimentaria y Nutricional

SDA: Secretaría Distrital de Ambiente

SDDE: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

SDIS: Secretaría Distrital de Integración Social

SDP: Secretaría Distrital de Planeación

SED: Secretaría de Educación del Distrito

SENA: Servicio Nacional de Aprendizaje

S.I.A: Sistema de Información Ambiental del Distrito Capital.

SIAC: Sistema de Información Ambiental de Colombia

SIC: Sitios de Interés Cultural

SIDA: Síndrome de inmunodeficiencia adquirida

SLIS: Subdirección Local para la Integración Social

SIM: Servicios Integrales para la Movilidad

SPD: Servicio Público Domiciliario

SMMLV: Salario Mínimo Mensual Legal Vigente

SIMAT: Sistema de Matriculas Estudiantil

SIMUR: Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbano Regional

SISBEN: Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales

SITP: Sistema Integrado de Transporte Público

SGSSS: Sistema General de Seguridad Social en Salud

SIGAU: Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano

SIB: Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia

SIRE: sistema de información para la gestión de riesgos y cambio climático

SVCA: Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire

TD: Tasa de Desempleo

TGP: Tasa Global de participación

TI: Tecnologías de Información

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

TO: Tasa de Ocupación

UAESP: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

UNAD: Universidad Nacional Abierta y a Distancia

UNCRD: Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional

UPA: Unidad Primaria de Atención

UPZ: Unidades de Planeamiento Zonal

URI: Unidad de Reacción Inmediata

VIS: Vivienda de Interés Social

ZMPA: Zona de Manejo y Preservación Ambiental

5 RESPONSABLES

El Concesionario Metro Línea 1, cuenta con una estructura organizacional que le permite asegurar el cumplimiento y la implementación de las actividades de Gestión Ambiental, Social, de Salud y Seguridad requeridas para el desarrollo del Proyecto, dando cumplimiento a las salvaguardas de la Banca Multilateral (ver numerales 6.2.3 a 6.2.5 donde se describen las políticas aplicables de cada banca), en referencia a contar con profesionales con experiencia adecuada en el desarrollo de este tipo de estudios.

En un primer nivel se cuenta con el personal contratado directamente por el Concesionario, el cuál lidera los estudios, gestiones y trámite de permisos y licencias, lidera la implementación de los Sistemas y representa al Proyecto frente a la Empresa Metro de Bogotá e Interventoría.

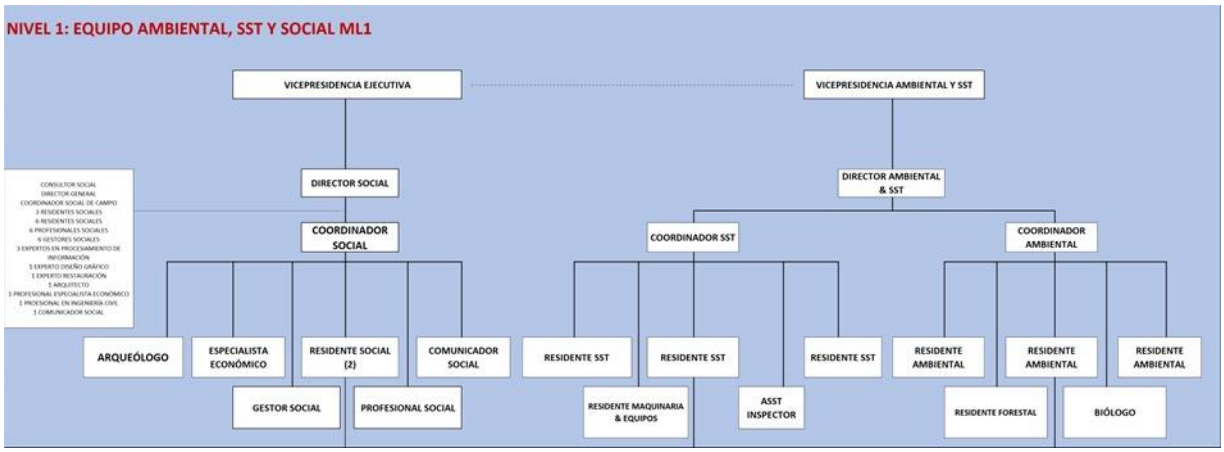


Figura 3 Organigrama Equipo Ambiental, Social y SST – Concesionario

Fuente: Metro Línea 1, 2022

Es preciso señalar que el personal relacionado anteriormente es el proyectado por el Concesionario con el fin de dar cumplimiento al Apéndice Técnico 15, para la supervisión de las actividades que realizarán las empresas contratitas. En caso de requerirse, este personal estará conformado por un grupo, con el debido liderazgo que se relaciona, que permita la supervisión eficiente de las actividades que ejecutará el personal contratista, quien a su vez deberá cumplir con lo estipulado en el AT15 y las políticas de la Banca Multilateral.

En un segundo nivel se encuentra el personal del Contratista, el cual se encarga de la implementación en obra, de la gestión ambiental, social y de salud y seguridad en el trabajo y que además se rige por el Manual de Contratistas (ver L1T1-CON-AMB-PN-0013_A04 / Manual del Contratista y Matriz de Requisitos SST, como herramienta de seguimiento de contratistas.

Tabla 3 – Equipo Ambiental, Social y SST del Personal Contratista estimado para el PMAS

Equipo Ambiental, Social y SST del Personal Contratista	Número estimado de Trabajadores
Residente Ambiental	1
Ingeniero Forestal	1
Residente Salud Y Seguridad En El Trabajo	1
Residente Maquinaria Y Equipos	1
Biólogo	1
Arqueólogo	1
Inspector SSTA (1 por cada 50 Trabajadores)	(1 Por Cada 50 Trabajadores)

Fuente: Metro Línea 1, 2022

Para la elaboración del presente PMAS, el Concesionario Metro Línea 1 contó con el apoyo del Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, el cual está conformado con la siguiente estructura organizacional.

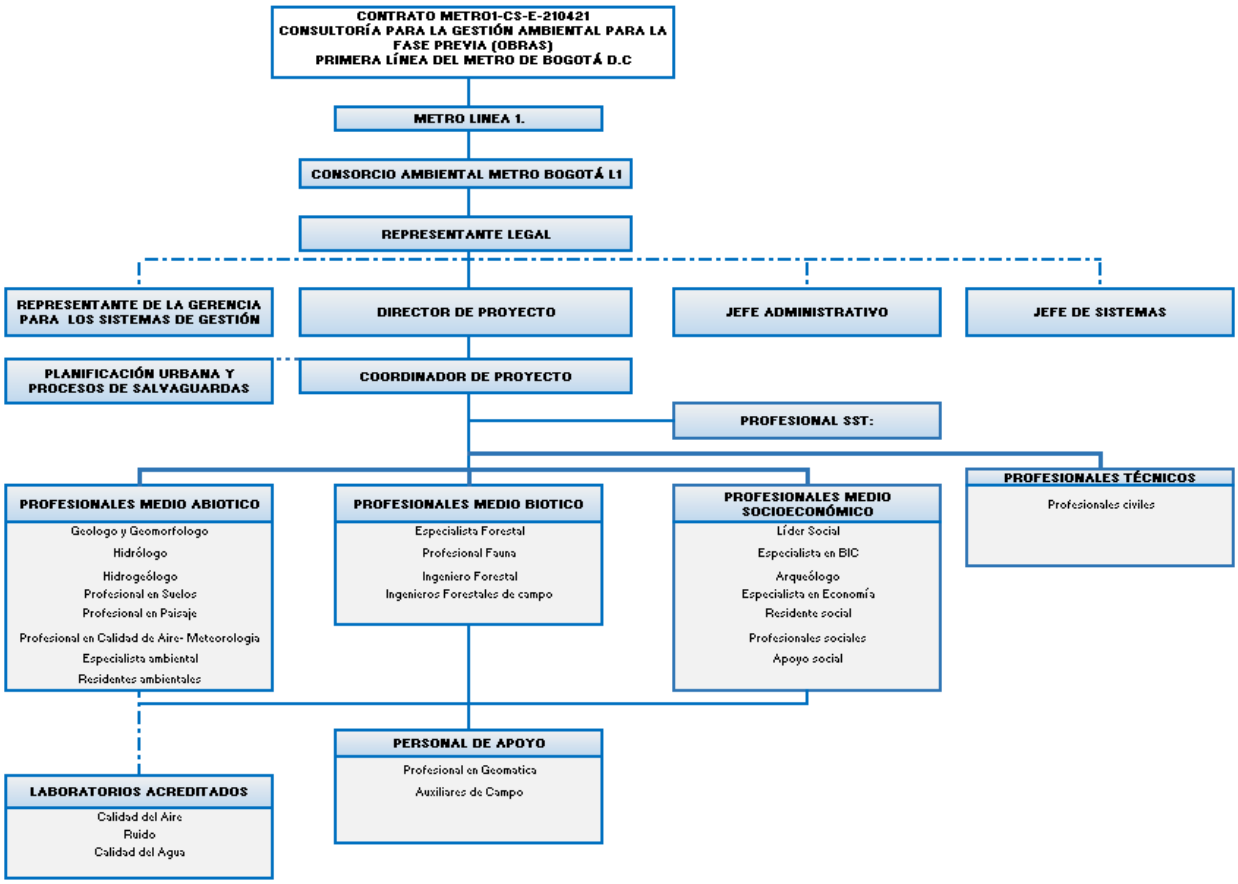


Figura 4 Organigrama Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El Contratista deberá incluir como parte de su Personal Clave, a los siguientes profesionales:

Tabla 4 – Personal mínimo por parte del contratista

Personal	Requisitos mínimos
Residente Ambiental	**Profesión:** Ingeniero Ambiental, Ingeniero Civil, Ingeniero de Vías, Administrador Ambiental, o similares. Con especialización en el área ambiental, con seis (6) años de experiencia general, de los cuales cuatro (4) años deben corresponder al manejo ambiental de construcción de obras de infraestructura vial. Para los casos en que los exija la normatividad, la experiencia general se contará a partir de la fecha de expedición de la matricula profesional.
Inspector Ambiental y SST Cantidad: mínimo uno (1) por cada cincuenta (50) trabajadores	**Profesión:** Tecnólogo en Seguridad y Salud en el Trabajo (antes programa de Salud Ocupacional) con cinco (5) años de experiencia general de los cuales tres (3) años deben corresponder a experiencia específica en el acompañamiento de la implementación de Sistemas de Gestión Integral de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo y Ambiental en la construcción de obras de infraestructura, manejo de actividades de alto riesgo (trabajo en alturas, izaje de cargas, trabajos en espacios confinados y trabajos con energías peligrosas). La experiencia general se contará a partir de la expedición de la licencia en Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual deberá estar vigente.

Personal	Requisitos mínimos
	Adicionalmente, el profesional deberá contar con los siguientes certificados vigentes: ► Certificado de aprobación del Curso de capacitación virtual obligatorio de cincuenta (50) horas y/o 20 horas. sobre SG SST. (Art 2.2.4.6.35 Decreto 1072/ 15). ► Coordinador Trabajo en Alturas y formación en Trabajo Seguro en Alturas mínimo 80 horas. ► Capacitación o formación como Brigadista: atención de Primeros Auxilios y control de incendios.
Inspector de maquinaria, equipos y vehículos.	**Profesión:** Ingeniero Mecánico con tres (03) años de experiencia general y dos (02) años de experiencia específica como inspector de maquinaria, equipo y vehículos en proyectos de construcción de infraestructura vial. La experiencia general para cada profesión se computará según lo determine la Ley Aplicable. Este Inspector deberá cumplir con todos los reportes semanales y mensuales requeridos para ML1 y deberá reportar toda maquinaria y equipo antes de iniciar trabajos en el frente de trabajo.
Residente SST	**Profesión:** Ingeniero Ambiental, Ingeniero Civil, Ingeniero Industrial o carreras afines, con especialización o magister en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo (antes programas de Salud Ocupacional), con seis (6) años de experiencia general y cuatro (4) años de experiencia específica en manejo de Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en e l Trabajo (antes programa de Salud Ocupacional) en la construcción de infraestructura vial como residente en SST. La experiencia específica se contará a partir de la expedición de la licencia en Seguridad y Salud en el Trabajo (Salud Ocupacional), la cual deberá estar vigente. Adicionalmente, el profesional deberá contar con los siguientes certificados vigentes: ► Certificado de aprobación del Curso de capacitación virtual obligatorio de cincuenta (50) horas y/o 20 horas sobre SG SST, (Art 2.2.4.6.35 Decreto 1072/15) ► Coordinador Trabajo en Alturas mínimo 80 horas.
Brigada de Orden, Aseo y Limpieza	Se debe estimar una cuadrilla exclusiva para el manejo de cada una de las actividades específicas a desarrollar dentro de la ejecución del contrato.

Fuente: Concesionario Metro Línea 1, 2021

5.1 PROFESIONALES QUE PARTICIPARON EN EL PMAS

A continuación, se listan los profesionales que participaron en la elaboración de este PMAS.

Tabla 5 – Profesionales que participaron en el PMAS

Nombre	Profesión	Cargo
Profesionales del Concesionario ML1		
Edgar Ricaurte	Ingeniero ambiental	Residente ambiental
Wilson Castañeda	Ingeniero ambiental	Residente ambiental
Oscar Rincón	Ingeniero ambiental	Residente ambiental
Juan Andrés Rodríguez	Biólogo	Biólogo
Ludwin Ruiz	Ingeniero ambiental, Especialista en salud y seguridad en el trabajo	Residente SST
Claudia Marcela Díaz	Ingeniera ambiental	Coordinadora Ambiental
Jesús Beltrán	Ingeniera forestal	Coordinador Biótico
Alexandra Corredor	Trabajadora social	Directora Social
Judith Hernández	Arqueóloga	Coordinadora Arqueología
Liliana Molina	Ingeniera ambiental, Especialista en salud y seguridad en el trabajo	Coordinadora SST

Nombre	Profesión	Cargo
Oscar Avella	Ingeniero ambiental	Director Ambiental y SST
Profesionales del Consorcio Ambiental Metro de Bogotá L1		
Daniel Bastidas	Ingeniero civil, Especialista en gestión integral de proyectos	Profesional Civil
Héctor López	Ingeniero ambiental	Profesional Ambiental
Jeimy Alejandra Celis	Ingeniera ambiental	Profesional Ambiental
Gilma Llinet Ruiz	Ingeniera ambiental	Residente Ambiental
Laura Naranjo	Ingeniera ambiental	Profesional Ambiental
Mario Martínez	Geólogo	Profesional Geosférico
Orlando Correa	Ingeniero Ambiental Magister en Hidrogeología Ambiental Magister en Gerencia del Desarrollo de Proyectos	Profesional Hidrogeología
Mónica Zambrano	Bióloga	Bióloga
Yehiny Medina	Ingeniera forestal	Profesional SIG
Jaime Adrián Rodríguez	Ingeniero agrónomo, Especialista en geomática	Profesional SIG
Kris Romero	Ingeniera Industrial y Tecnóloga en seguridad y salud ocupacional	Profesional SST
Esperanza Hernández	Ingeniera ambiental y sanitaria, especialista en seguridad y salud ocupacional	Profesional SST
Amanda Naranjo	Trabajadora social	Residente social
Angélica Parra	Trabajadora social	Profesional social
Gina Sanguino	Trabajadora social	Profesional social
Ana Paola Cortés	Economista	Profesional economista
Hugo Gélvez	Ingeniero forestal	Coordinador Biótico
Hernán Quintero	Sociólogo	Especialista Social
Constanza Mora	Ingeniera ambiental y sanitaria	Coordinadora
Deisy Cote	Ingeniera biotecnológica, Especialista en Evaluación Ambiental de Proyectos, Magister en gestión ambiental	Coordinadora
Mauricio Maldonado	Ingeniero civil	Director del Proyecto

Fuente: Concesionario ML1 y Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

6 REFERENCIAS

A continuación, se relacionan las referencias contractuales, normativas y documentales relacionadas con la elaboración del PMAS para la construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68.

6.1 CONTRACTUALES

Las referencias contractuales corresponden al Contrato No. 163 de 2019 PMLB entre la Empresa Metro de Bogotá S.A. y el Concesionario Metro Línea 1 S.A.S. y los respectivos Apéndices Técnicos, principalmente el Apéndice Técnico No 14 – Gestión Social y Apéndice Técnico No 15 - Gestión Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo y su Anexo 1; el “Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo -SST” y el Estudio de Impacto Ambiental y Social elaborado por el (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)

6.2 NORMATIVAS

En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A04, se presenta la normatividad a considerar en la ejecución del presente PMAS. En el marco normativo se indica para los componentes de: Seguridad y Salud en el Trabajo – SST; Social y Ambiental las normas Nacionales aplicables y las políticas y estándares de las Bancas Internacionales.

6.2.1 Permisos y Licencias requeridas para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68

Para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68, se requiere el trámite de los permisos y licencias presentados en la Tabla 6. Asimismo, se relaciona el alcance de los permisos, en caso de aplicar en el marco del PMAS para el traslado de redes, del EIAS o de este PMAS.

Tabla 6 – Permisos y Licencias Requeridos para el PMAS y alcance en otros estudios

Permiso requerido	Autoridad que lo expide	Alcance de los trámites o permisos en diferentes estudios			
			PMAS Av 68	PMAS Redes	EIAS
Permiso de tratamiento silviculturales	SDA	Se cuenta con la Resolución 03464 del 3 de agosto del 2022, por la cual se autorizan tratamientos silviculturales en espacio público y se adoptan otras determinaciones. Este permiso se ejecutará en el marco del Plan de manejo ambiental y social para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB teniendo en cuenta que las actividades asociadas al traslado y relocalización de redes que se desarrollarán en el sector de la Av. 68 con primero de Mayo se realizarán de manera anticipada a las actividades que se relacionan en el presente PMAS de la Av. 68. Se destaca que del total de individuos arbóreos solicitados en el marco de la Resolución 03464 de 2022, algunos se afectarán por las actividades de redes y otros por las actividades asociadas a la construcción de los puentes; sin embargo, los tratamientos autorizados se ejecutarán en el marco del PMAS de redes.		X	
Acta de aprobación diseño paisajístico	Jardín Botánico de Bogotá	Se cuenta con el Acta WR 1225 del 2022 en donde el Jardín Botánico realiza la aprobación de los diseños. Esta acta corresponde únicamente al diseño paisajístico aprobado en marco del desarrollo del PMAS para la construcción de los puentes de la Av. 68 con Primera de mayo.	X		
Plan de manejo de epifitas vasculares y No vasculares	SDA	Este documento fue radicado el 22 de agosto con número 2022ER213047 de 2022 ante la SDA Este plan de manejo se ejecutará en el marco del desarrollo de todo el proyecto en general, es decir se aplicará en el marco del PMAS para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB, el PMAS para la construcción de los Puentes de la Avenida Primero de mayo con Avenida 68 y el EIAS de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB).	X	X	X
Plan de Manejo de Fauna Silvestre	SDA	Este documento se encuentra aprobado por la SDA mediante Radicado 2022EE168423 del 07 de Julio de 2022. Este plan de manejo se ejecutará en el marco del desarrollo de todo el proyecto en general, es decir se aplicará en el marco de el Plan de manejo ambiental y social para el traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes de la PLMB, el Plan de manejo ambiental y social para la construcción de los Puentes de la Avenida Primero de mayo con Avenida 68 y el Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB).	X	X	X

Permiso requerido	Autoridad que lo expide	Alcance de los trámites o permisos en diferentes estudios			
			PMAS Av 68	PMAS Redes	EIAS
Permisos de Trabajo Nocturno	Alcaldía local	Corresponderá a un permiso tramitado por ML1 en el marco de este PMAS, para el desarrollo de las actividades requeridas en obra en horario nocturno. Actualmente existe autorización de obra en horario nocturno por parte de la alcaldía local de Kennedy y alcaldía local de Puente Aranda para la construcción de redes (en el marco del PMAS de Redes) en el área de influencia de este estudio, pero se tramitará para este PMAS una nueva solicitud.	X		
Plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición (PG RCD)	SDA	Actualizado y radicado Este documento se encuentra aprobado por la SDA mediante radicado 2022EE75545 del 5 de abril de 2022. Se empleará el PIN RCD existente para las obras del Metro, sin embargo, el radicado ante la SDA con la actualización del PG RCD para este PMAS se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A10.	X	X	X
Permiso de publicidad exterior visual	SDA	Otorgado Mediante radicado 2022ER227523 del 5 de septiembre de 2022, la SDA otorga el registro de publicidad exterior visual tipo valla de obra convencional por una vigencia de 2 años o por la duración de la obra (en respuesta a solicitud de ML1 a SDA realizada mediante comunicado L1T1- CON-CE-22-2726 del 16 de agosto de 2022).	X		
Plan de Manejo de Tránsito	SDM	A continuación, se mencionan los PMT aprobados en el marco de este PMAS, sin embargo, estos podrán ser objeto de actualización o solicitud de otros, de acuerdo con el avance en los diseños. La SDM (radicado 202261201600802) autoriza PMT para cierre total de anden nor-occidental con implementación de sendero peatonal en calzada sobre 2 metros de carril occidental de la conectante noroccidental para actividades silviculturales asociadas a las obras de la PLMB (1-ago-2022 al 27-oct-2022), mediante Consolidado de Obras de Infraestructura (**COI) 27** del 7 de julio de 2022 La SDM (radicado 202261202696382) autoriza PMT **para entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental** (acceso por la calzada lenta sentido sur- norte) para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-ago-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022 La SDM (radicado 202261202696382) autoriza PMT para **cierre parcial de separador oriental** para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022	X		

Permiso requerido	Autoridad que lo expide	Alcance de los trámites o permisos en diferentes estudios			
			PMAS Av 68	PMAS Redes	EIAS
		La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT **para entrada de volquetas al separador occidental costado occidental (acceso por la calzada lenta sentido norte-sur)** para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022. La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT **para cierre parcial del separador occidental** para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022. La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT **para entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur-norte)** para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022. La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT **para cierre parcial de separador occidental** para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022 (ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A05 / %_4 PMT)			
Plan de manejo arqueológico para el polígono específico Bosa-Teusaquillo[2]	ICANH	Mediante Resolución No. 1483 del 9 de septiembre de 2022, el ICANH aprueba y autoriza la implementación del Plan de manejo arqueológico para un polígono específico. Esta autorización aplica tanto para parte del EIAS, como para este PMAS.	X		X

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

[2] Debido al traslape de este proyecto con el Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida Congreso Eucarístico, se debe ejecutar el plan de manejo arqueológico que ya está aprobado por el ICANH para el proyecto en superposición, aprobado mediante la Resolución 314 del 19 de marzo del 2021 y modificado a través de las Resoluciones 686 del 01 de junio del 2021 y 923 del 19 de julio de 2021.

6.2.2 Políticas de Salvaguardas activadas del Banco Mundial – BM que aplican al Proyecto

Durante la ejecución de las actividades para la construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68, el Concesionario ML1, garantiza el cumplimiento de las salvaguardas del banco Mundial, a través de los Programas de Manejo ambiental así:

Tabla 7 – Políticas de salvaguardas del Banco Mundial aplicables al proyecto

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
Evaluación Ambiental - OP 4.01	Esta salvaguarda tiene como objetivo garantizar una adecuada evaluación ambiental y social de los proyectos con financiamiento del Banco Mundial. Incluye pautas para la categorización inicial, evaluación, consulta pública y divulgación, y capacidad institucional. Permite la toma de decisiones sobre la evaluación de riesgos e impactos ambientales potenciales dentro del área de influencia del proyecto y el establecimiento de medidas ambientales y sociales para asegurar la gestión sostenible del proyecto.	PMAS. Capítulo 7.5. Identificación y Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales PMAS. Capítulo 8.4 Identificación, Análisis y Evaluación de Impactos Sociales PMAS. Capitulo No 7.6 Programas de Manejo Ambiental, 7.6.1.1. Programa de cumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales PM_GA_01
Hábitats Naturales - OP 4.04	Esta salvaguarda busca promover la conservación de hábitats naturales, y otras medidas para proteger, mantener y rehabilitar hábitats naturales en proyectos financiados por el Banco Mundial.	Esta salvaguarda no aplica para este PMAS en el sentido que las áreas identificadas corresponden a territorios intervenidos en la ciudad de Bogotá D.C.
Manejo de Plagas - OP 4.09	Esta política contiene lineamientos para la gestión de plagas, incluyendo estrategias de promoción de métodos de control biológico y reducción de la dependencia de biocidas sintéticos.	Programa de Manejo de Fauna urbana PM_B_01
Recursos Físicos y Culturales - OP 4.11	Esta salvaguarda, orienta las medidas de manejo, con el fin de mitigar los impactos negativos sobre los recursos físicos y culturales de los proyectos que financia. Aborda los recursos físicos y culturales que se definen como objetos móviles o inmuebles, sitios, estructuras, grupos de estructuras, y características naturales y paisajes que tienen características arqueológicas, paleontológicas, significado histórico, arquitectónico, religioso, estético u otro significado cultural.	PMAS. Numeral 8.5.13 Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural – Incluye procedimiento para el manejo de hallazgos fortuitos en caso de su hallazgo.
Reasentamiento Involuntario (OP/BP 4.12)	Esta política busca mitigar los riesgos económicos y sociales que puede sufrir la población en los casos de reasentamiento físico involuntario.	En el marco de la pérdida de los activos o del acceso a los activos y la perdida de las fuentes de ingresos o de los medios de subsistencia, ya sea que los

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
		afectados deban trasladarse a otro lugar o no.

Fuente: Metro Línea 1, 2021 (Tomado de EIAS (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)), Actualizado por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

6.2.3 Política de salvaguardas del Banco Interamericano de Desarrollo – BID para el Proyecto

A través de los programas de manejo ambiental, el Concesionario ML1 garantizará el cumplimiento de la Política de salvaguardas activadas por el Banco Interamericano de Desarrollo – BID. A continuación, se relaciona cual es el objetivo de cada salvaguarda aplicable, así como cada programa mediante el cual se garantizará su cumplimiento.

Tabla 8 – Normatividad y Políticas de Salvaguardas Activadas del Banco Interamericano de Desarrollo - BID

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardas: OP-703: (B.01, B.02, B.03, B.04, B.05, B.06, B.07, B-08, B-09, B.10, B.11, B.15 y B.17)	La Política contiene tres objetivos específicos: (i). Potenciar la generación de beneficios de desarrollo de largo plazo para los países miembros, a través de resultados y metas de sostenibilidad ambiental, así como del fortalecimiento de las capacidades de gestión ambiental de los países miembros prestatarios, (ii) asegurar que todas las operaciones y actividades del Banco sean ambientalmente sostenibles e (iii) incentivar la responsabilidad ambiental corporativa dentro del mismo Banco. La política contiene directivas de salvaguardias específicas que están dirigidas hacia: El cumplimiento de las políticas del Banco (B.1) El cumplimiento de la legislación y regulaciones nacionales (B.2) La preevaluación y clasificación de las operaciones (B.3), Otros factores de riesgo, relacionados a la capacidad institucional (B.4) Los requerimientos de evaluación ambiental (B.5) Los requerimientos de consulta (B.6), Los aspectos de supervisión y cumplimiento (B.7) Los impactos transfronterizos (B.8), La protección de hábitats naturales y sitios culturales (B.9), La gestión de materiales peligrosos (B.10), La prevención y reducción de la contaminación (B.11) Aspectos relacionados a las operaciones con cofinanciamiento (B.15) Aspectos relacionados a Adquisiciones	PMAS. Capítulo 7.6 Programas De Manejo Ambiental PMAS. Capítulo 7.7 Plan De Seguimiento Y Monitoreo Ambiental
Política de Gestión del Riesgo de Desastres Naturales - OP-704	La política tiene como propósito orientar la acción de la institución para asistir a sus prestatarios en la reducción de riesgos derivados de amenazas naturales y en la gestión de desastres, a fin de favorecer el logro de sus objetivos de desarrollo económico y social. La política prevé dos cursos de acción que se refieren a: (i) la prevención y mitigación de desastres que tengan lugar como resultado de amenazas naturales, mediante la programación y una labor proactiva en los proyectos a nivel regional, nacional y local, y (ii) la intervención posterior para hacer frente a los efectos de los fenómenos naturales y a los daños materiales	PMAS. Capítulo 7.6 Programas De Manejo Ambiental PMAS. Capítulo 7.7 Plan De Seguimiento Y Monitoreo Ambiental

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
	(como derrumbes de estructuras o explosiones) causados por accidentes tecnológicos u otros tipos de desastre dimanados de la actividad humana.	
Política Operativa sobre Reasentamiento Involuntario - OP-710:	Esta política abarca todo desplazamiento físico involuntario de personas causado por un proyecto del Banco. El objetivo de la política es minimizar alteraciones perjudiciales en el modo de vida de las personas que viven en la zona de influencia del proyecto, evitando o disminuyendo la necesidad de desplazamiento físico, y asegurando que, en caso de ser necesario el desplazamiento, las personas sean tratadas de manera equitativa y, cuando sea factible, participen de los beneficios que ofrece el proyecto que requiere su reasentamiento.	El reasentamiento de las unidades sociales afectadas por la adquisición predial para la construcción de la PLMB se hará de acuerdo con la Resolución 190 de 2021 “Por medio de la cual se adopta el Plan de Reasentamiento General para la Primera Línea del Metro de Bogotá, como Política de Reasentamiento y de Gestión Social para el proyecto PLMB” y que cuenta con No Objeción de la Banca Multilateral. En caso de requerirse adquisición predial en el marco de este PMAS, se deberá aplicar el respectivo Plan de Reasentamiento.[3]
Igualdad de Género en el Desarrollo - OP-761	El objetivo de la Política es fortalecer la respuesta del Banco a los objetivos y compromisos de sus países miembros en América Latina y el Caribe de promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer. La Política identifica dos líneas de acción: (i) la acción proactiva, que promueve activamente la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer a través de todas las intervenciones de desarrollo del Banco; y (ii) la acción preventiva, que integra salvaguardias a fin de prevenir o mitigar los impactos negativos sobre mujeres u hombres por razones de género, como resultado de la acción del Banco a través de sus operaciones financieras.	PMAS. Programas de Gestión Social Numerales: Programa de participación ciudadana Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana de la primera línea del metro Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana de la primera línea del metro de Bogotá Programa de cultura movilidad sostenible Programa de inclusión social laboral Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal

[3] El Plan de Reasentamiento se encuentra cargado en la página web de la Empresa Metro de Bogotá en el siguiente enlace: https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/GS-DR-001-Politica-de-reasentamiento-y-gestion-social-para-el-proyecto-PLMB_V.02.pdf

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
		Programa de manejo para ocupantes del espacio público (componente de ventas informales),
Política de Acceso a la Información - OP-102	Mediante esta Política el Banco busca maximizar el acceso a los documentos e información que produce o está en su posesión que no está en la lista de excepciones. Esta Política es un instrumento para incrementar los estándares de transparencia del Banco al más alto nivel de las prácticas internacionales.	Este PMAS, junto con otros documentos ambientales y sociales relativos al Programa, se publicará en el sitio web de la EMB y del BID.

Fuente: Metro Línea 1, 2021 (Tomado de EIAS (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), Actualizado por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

6.2.4 Política del Banco Europeo de Inversiones – BEI para el Proyecto

Los estándares activados por el Banco Europeo de Inversiones – BEI, serán cumplidos durante la ejecución de las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68; a través de los programas de manejo ambiental como se indica en la Tabla 9 y Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A04.

Tabla 9 – Estándares Activados del Banco Europeo de Inversiones - BEI

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
1. Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales.	Resalta la importancia de gestionar los impactos y riesgos ambientales y sociales a lo largo de la vida de un proyecto, a través de la aplicación del principio de precaución. Este estándar busca la aplicación de medidas ambientales y sociales, para fomentar la mejora continua; asimismo, incluye los requisitos para la participación y divulgación de las partes interesadas en todo el Vida del proyecto.	PMAS Capítulo 7.5. Identificación y Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales PMAS. Capítulo, 7.6 Programas De Manejo Ambiental PMAS. Capítulo 8.5 Programas Del Plan De Manejo Social
2. Prevención y reducción de la contaminación	El objetivo de este estándar es prevenir y minimizar la contaminación procedente de las actividades propias del proyecto; así como, el uso eficiente de los recursos naturales implementando las mejores prácticas de gestión ambiental.	PMAS. Capítulo 7.6 Programas De Manejo Ambiental

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
3. Biodiversidad y Ecosistemas	Menciona las medidas que se deben desarrollar a lo largo de un proyecto, con el fin de proteger y conservar los ecosistemas. El estándar se aplica a todos hábitats, sean o no previamente intervenidos o protegidos.	Programa de Manejo de Fauna Urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote PM_B_03 Programa de manejo silvicultural PM_B_04 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje PM_B_05
4. Cambio climático	Menciona las medidas que se deben desarrollar en el proyecto para no contribuir al cambio climático.	Programa de manejo de Gases Efecto Invernadero PM_AB_11
5. Patrimonio Cultural	Tiene como objetivo la identificación, gestión y protección del patrimonio cultural tangible e intangible que puede verse afectado por actividades del proyecto.	PMAS. Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural
6. Reasentamiento involuntario	Tiene por objeto el respeto y protección de los derechos de propiedad y vivienda adecuada de las personas y comunidades afectadas por el desarrollo del proyecto. Busca mitigar cualquier impacto negativo, derivado de su pérdida de activos o restricciones de uso del suelo. Asimismo, busca ayudar a todas las personas afectadas por el desarrollo del proyecto, con el fin de mejorar o restaurar sus medios de subsistencia y compensar adecuadamente las pérdidas incurridas.	El reasentamiento de las unidades sociales afectadas por la adquisición predial para la construcción de la PLMB se hará de acuerdo con la Resolución 190 de 2021 “Por medio de la cual se adopta el Plan de Reasentamiento General para la Primera Línea del Metro de Bogotá, como Política de Reasentamiento y de Gestión Social para el proyecto PLMB” y que cuenta con No Objeción de la Banca Multilateral. En caso de requerirse adquisición predial en el marco de este PMAS, se deberá aplicar el respectivo Plan de Reasentamiento[4]
7. Derechos e intereses de grupos vulnerables	Busca que los promotores mantengan un diálogo abierto, transparente y responsable con todas las comunidades afectadas por el desarrollo del proyecto.	PMAS. Numerales: Programa de información y comunicación pública PM_SE_01

[4] El Plan de Reasentamiento se encuentra cargado en la página web de la Empresa Metro de Bogotá en el siguiente enlace: https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/GS-DR-001-Politica-de-reasentamiento-y-gestion-social-para-el-proyecto-PLMB_V.02.pdf

Políticas / Normas de desempeño	Principios / Objetivos	Secciones y Programas del PMAS que atienden el cumplimiento
	Tiene como objetivo acoger las necesidades de todos los grupos poblacionales.	Programa metro escucha, Metro resuelve PM_SE_02 Programa de participación ciudadana PM_SE_03 Programa de inclusión socio laboral PM_SE_05 Programa de manejo para los ocupantes del espacio público (componente de ventas informales) PM_SE_10
7. Normas laborales	Tiene como objetivo, asegurar que los promotores de los proyectos cumplan con las normas fundamentales del trabajo establecidas por la Organización Internacional del Trabajo y con las normas y Leyes nacionales en materia laboral.	PMAS. Capítulo, 7.8 Sistema De Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo Anexo No. 15 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST
10. Seguridad y Salud Pública y de los Trabajadores;	Busca que los promotores protejan y aseguren la salud pública y laboral; así como, proteger la dignidad de la comunidad afectada en relación con las actividades ejecutadas en el desarrollo del proyecto, con especial atención a los grupos vulnerables.	PMAS. Programa, 7.8 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Anexo No. 15 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST

Fuente: Metro Línea 1, 2021 (Tomado de EIAS (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), Actualizado por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

6.3 DOCUMENTALES

A continuación, se presentan las referencias documentales que se tendrán en cuenta para la elaboración de este documento:

Tabla 10 – Referencia Documentales para la Elaboración del Documento

Nombre	Autor	Año
Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad	IFC	2007
Guía general sobre medioambiente, salud y seguridad	Banco Mundial	2007
Guías de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción.	Secretaría Distrital de Ambiente	2013
Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra.	Secretaría Distrital de Ambiente	2015

Nombre	Autor	Año
Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa.	Secretaría Distrital de Ambiente	2017
Manual de Seguimiento y Control Ambiental y SST de la EMB	EMB	2017
Gestión del desempeño ambiental y social de los contratistas. Nota sobre Buenas Prácticas	IFC	2017
Protocolo para el manejo de la avifauna en los tratamientos de silvicultura del arbolado urbano en el Distrito Capital	Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.	2017
Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá	Secretaría Distrital de Ambiente – Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.	2018
Environmental and Social Standards	EIB	2018
Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia	MADS y ANLA	2018
Procedimiento de Medición de la Satisfacción del usuario y las Partes Interesadas	EMB	2018
Procedimiento para la atención al Ciudadano	EMB	2018
Política de servicio al ciudadano	EMB	2018
Estructura técnica del tramo 1 de la primera línea del metro de Bogotá (PLMB). Gestión Ambiental y Social, Estudio de Impacto Ambiental y Social.	EMB	2019
Nota Técnica del Banco Mundial – Consideraciones de COVID en Obras Civiles	Banco Mundial	2019
Guía para la elaboración e implementación del protocolo de manejo de fauna silvestre en proyectos del sector de la construcción en Bogotá	SDA	2019
Norma Técnica NS-038 Manual de manejo de impacto ambiental y urbano	EAAB	2020
Manual de seguimiento y control de la gestión social	ML1	2021
Código de Conducta	ML1	2021

Fuente: Metro Línea 1, 2021 y Actualizada por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

6.4 MARCO INSTITUCIONAL

A continuación, se relaciona el marco Institucional, involucrado en el PMAS para la construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68.

Tabla 11 – Marco Institucional del Proyecto

Categoría	Nombre de la Entidad	Relación	Rol en el proyecto
Gobierno local	Alcaldía Mayor de Bogotá	Directo	Entidad encargada de la administración de la ciudad de Bogotá en donde está ubicado el proyecto
Gobierno local	Secretaria Distrital de Ambiente - SDA	Directo	Autoridad ambiental para la jurisdicción urbana de Bogotá que corresponde al proyecto. Otorga permisos ambientales y aprueba planes, tales como Plan de Manejo de Fauna Urbana, Plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición, Permiso de Ocupación de Cauce - POC y Trámite de Solicitud de Lineamientos de Intervención en Zona de Manejo y Preservación Ambiental – ZMPA y Permiso de aprovechamiento forestal
Gobierno local	Jardín Botánico de Bogotá	Directo	Entidad encargada de la diversidad de especies vegetales para el proyecto
Gobierno local	Secretaria Distrital de Movilidad	Directo	Autoridad de movilidad en Bogotá encargada de la aprobación de los PMT para el proyecto
Gobierno local	Instituto Distrital de Patrimonio Cultural	Directo	Entidad pública que emite las licencias de intervención y ocupación del espacio público e intervenciones de bienes muebles y monumentos
Gobierno local	Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH	Directo	Entidad encargada de emitir la aprobación del Programa de Arqueología Preventiva, y ante quien se gestiona en caso de encontrar bienes del patrimonio arqueológico de manera fortuita
Gobierno Local	Instituto de Desarrollo Urbano - IDU	Directo	Institución destinada a ejercer obras viales y de espacio público para el desarrollo urbano de Bogotá
Gobierno Local	Empresa de Transporte del Tercer Milenio - TRANSMILENIO S. A	Directo	Sociedad pública que realiza la gestión, organización y planeación del sistema de transporte público masivo urbano de pasajeros en Bogotá, D.C. (Sistema TransMilenio) y su área de influencia bajo la modalidad de transporte terrestre automotor.
Gobierno local	Unidad de Servicios Públicos - UAESP	Directo	La UAESP garantiza la prestación de servicios públicos de aseo y alumbrado de Bogotá. Dirige las obras de recolección de residuos, barrido y limpieza en la ciudad, así como la disposición final de residuos sólidos.

Categoría	Nombre de la Entidad	Relación	Rol en el proyecto
Gobierno local	Alcaldía Menor de Kennedy	Directo	Entidades encargadas de la administración de la localidad donde transcurre el proyecto, a lo largo de los seis (6) tramos
Gobierno Local	Alcaldía Menor de Puente Aranda	Directo	
Gobierno Local	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER	Directo	Entidad Distrital encargada de los lineamientos relacionados con el riesgo de desastres y los efectos del cambio climático relacionados con el proyecto
Gobierno Local	Empresa Metro de Bogotá	Directo	Empresa que realiza la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento, y administración del material rodante
Inversionista Multilateral	Banca Multilateral (Banco Mundial - BID - Banco Europeo)	Directo	Inversionistas y garantes del cumplimiento de las políticas y salvaguardas de la Banca Multilateral
Empresa Privada	Consorcio Consultores PMO	Directo	Realiza la Consultoría especializada en gerencia de proyectos (PMO) para asesorar a la EMB en la planeación, coordinación, seguimiento y control del proyecto de la PLMB Tramo 1
Concesionario constructor y operador	Concesionario METRO LÍNEA 1 S.A.S.,	Directo	Concesionaria denominada METRO LÍNEA 1 S.A.S., quien actualmente es la responsable de la inversión, financiamiento, diseño, construcción, suministro, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Bogotá
Subcontratista	Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1	Directo	Desarrolla y propone los estudios ambientales presentados en el marco de este PMAS.
Subcontratista	WSP	Directo	Realiza los diseños de las intervenciones a redes
Gobierno local	Secretaria de Integración Social	Indirecto	Entidad del Distrito encargada de liderar y formular las políticas sociales del Distrito Capital para la integración social de las personas, las familias y las comunidades, con especial atención para aquellas que están en mayor situación de pobreza y vulnerabilidad;
Gobierno local	Secretaria Distrital de Planeación	Indirecto	Entidad que orienta y lidera la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial,

Categoría	Nombre de la Entidad	Relación	Rol en el proyecto
			económica, social y ambiental del Distrito Capital. Además, emite conceptos de usos permisos del suelo en predios
Gobierno local	Secretaria Distrital de la Mujer	Indirecto	Entidad que efectúa la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de la Política Pública de Mujeres y Equidad de Género, así como la transversalización de los enfoques de derechos de las mujeres, de género y diferencial, en los planes, programas, proyectos y políticas públicas distritales, para la protección, garantía y materialización de los derechos humanos de las mujeres en las diferencias y diversidades que las constituyen
Gobierno local	Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal	Indirecto	establecimiento público del orden distrital, cuyo objeto es garantizar el derecho a la participación ciudadana y propiciar el fortalecimiento de las organizaciones sociales, atendiendo las políticas, planes y programas que se definan en estas materias.
Gobierno local	Instituto para la Economía Social IPES	Indirecto	Instituto que incrementa el potencial productivo de las personas que ejercen actividades de la economía informal, actividades que se desarrollan en el área de influencia.
Gobierno local	Instituto Distrital de Turismo IDT	Indirecto	Es la entidad encargada de la promoción de la actividad turística de la Ciudad
Gobierno local	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER	Indirecto	Entidad Distrital encargada de los lineamientos relacionados con el riesgo de desastres y los efectos del cambio climático y se relaciona con el área de influencia del proyecto
Gobierno local	Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público - DADEP	Indirecto	Departamento de inspección, vigilancia, regulación y control del espacio público del distrito capital, así como de administración de los bienes inmuebles, y la conformación del inventario general del patrimonio inmobiliario distrital.

Fuente: Metro Línea 1, 2021 y Actualizada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7 DESARROLLO MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO

7.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS

7.1.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra sobre la Av. Primero de Mayo entre la carrera 68D y la carrera 52C, incluyendo las zonas oriental y occidental del interior de la glorieta de la Av.68, en donde se realizará la construcción de dos (2) puentes vehiculares de tres (3) carriles cada uno, por donde transitarán los vehículos en cada sentido sobre la Avenida Primero de Mayo. También, se proyecta la demolición del puente vehicular existente debido a que genera interferencia con el trazado de la infraestructura del metro.

En la Figura 5 se puede observar la localización del área de influencia de las obras de la Av. Carrera 68.

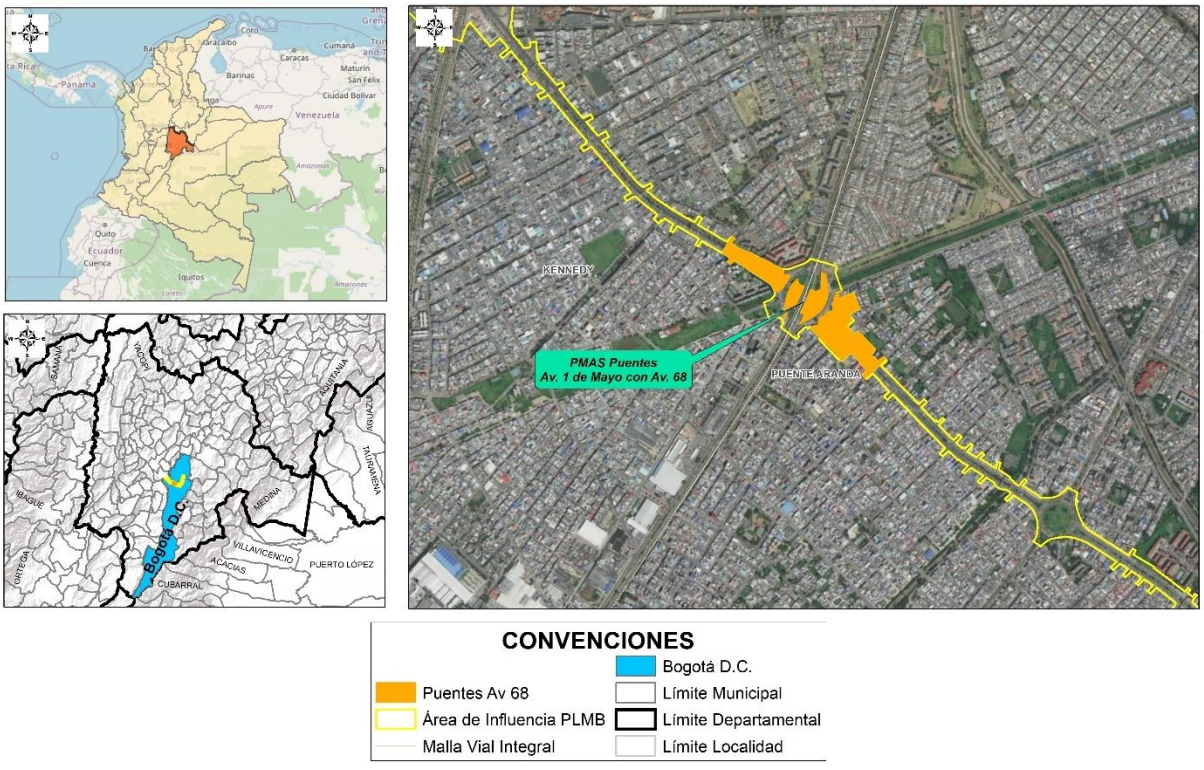


Figura 5 Localización área de influencia Avenida Primero de Mayo con Avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

Los límites del área de influencia de las obras se describen a continuación:

- Norte: Av. Carrera 68 y Transversal 53.
- Sur: Av. Carrera 68, Calle 27, 29 y 30 Sur.

- Este: Carrera 52C y Carrera 52B.
- Oeste: Carrera 68D, Carrera 68F y Transversal 68 B

El PMAS proyecta su finalización en el año 2025 (ver numeral 7.1.4 Cronograma de actividades), sin embargo, en el año 2028, cuando entre en funcionamiento la PLMB, esta obra se interconectará con el sistema de transporte masivo Transmilenio. El alcance de este PMAS corresponde al escenario del año 2025 con la construcción de los puentes vehiculares de la Av. Primero de Mayo desde la Carrera 68F hasta la Carrera 52B. Las actividades que se realizarán incluyen el desarrollo de las disciplinas de Geotecnia, Estructuras, Diseño Geométrico de Vías, Urbanismo, Paisajismo, Pavimentos y Drenajes.

7.1.1.1 Estado Actual

En la Figura 6 se presenta el límite de intervención del proyecto. Es importante hacer claridad que el área de influencia directa físico biótico es de 5,10 Ha y que corresponde al límite de intervención de las obras a ejecutar por el proyecto. Adicionalmente se presentan las áreas de influencia directa del medio socioeconómico e indirecta de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

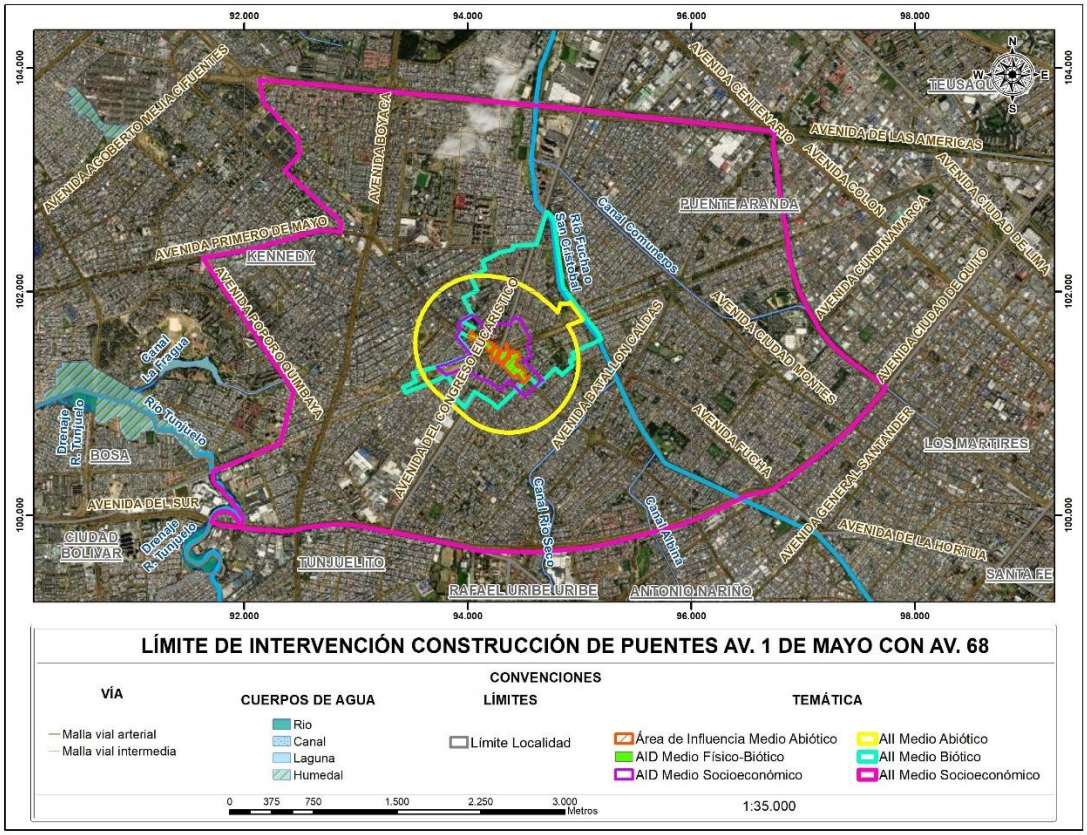


Figura 6 Áreas de influencia - Construcción de puentes Avenida Primero de Mayo con Avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

La Avenida Primero de Mayo con Avenida 68 es una zona mayoritariamente residencial, se presentan varios conjuntos de edificios sobre la zona occidental de la glorieta, adicionalmente, se pueden encontrar viviendas de varios niveles que cuentan con establecimientos comerciales en el primer nivel y el resto de los niveles de la vivienda tienen un uso netamente residencial. Sobre el costado nororiental de la glorieta se encuentra el parque Tejar, donde está localizado un CAI de la Policía Nacional.

En el área de influencia se cuenta con un área considerable de zonas verdes, así como la presencia de varios individuos arbóreos, estimando que la afectación por la construcción de los puentes afectara 102 individuos arbóreos. En el área de influencia directa hay 23 sumideros que entregan el agua al alcantarillado pluvial. La localización de los sumideros se registra en la Figura 7.

Sobre la zona oriental de la glorieta, en los costados de la Av. Primero de mayo se encuentran los predios en donde se realizó la demolición de las estructuras y donde se realizará la construcción de la estación No.7 de la PLMB. Como también, el colegio Luis Vargas Tejada Sede B. En la zona de la glorieta se presentan varios cerramientos, lo cuales corresponden al campamento y a la zona de parqueo que actualmente se utilizan para las obras de traslado de redes anticipadas del acueducto y la construcción del sistema de transporte masivo Transmilenio sobre la Av. Carrera 68.

En la Tabla 12 se presenta el registro fotográfico del estado actual del puente vehicular existente de la Av. Primero de Mayo, así como de la glorieta de la Av. 68.

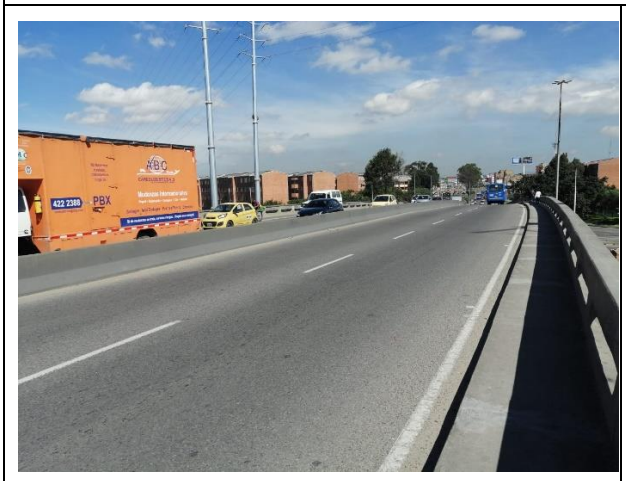
Tabla 12 – Registro fotográfico estado actual Av. 68





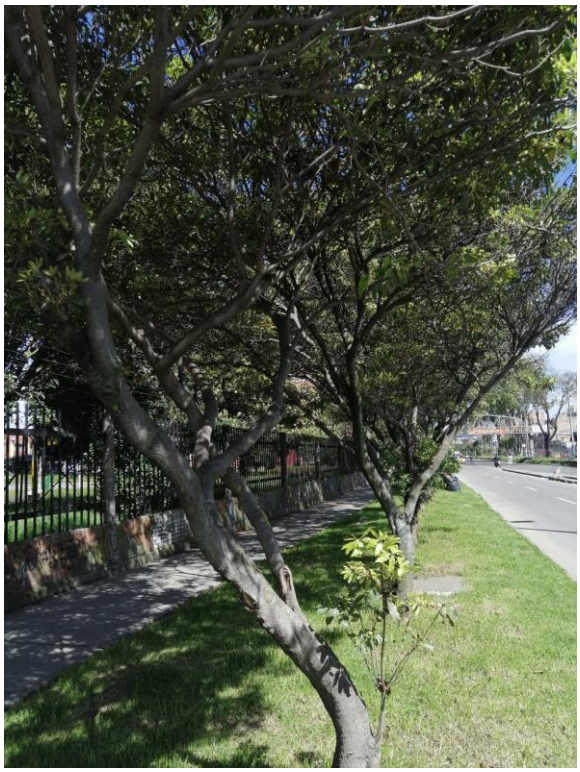
Fotos aéreas



<table>
<tr><td colspan="2">Costado norte glorieta Av. 68</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Costado sur glorieta Av. 68</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Puente vehicular Av. Primero de Mayo – Av. 68
Sentido oriente occidente</td><td>Puente vehicular Av. Primero de Mayo – Av. 68
Sentido occidente oriente</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Glorieta Av. 68 sentido norte sur</td><td>Carril central Av. 68 sentido norte sur</td></tr>
</table>

	
Carril central Av. 68 sentido sur norte	Glorieta Av. 68 sentido sur norte
	
IED Luis Vargas Tejada Sede B	IED Luis Vargas Tejada Sede B
	
Parque Tejar y CAI Policía Nacional	Parque Tejar

	
Unidad residencial “El Pensil” Costado noroccidental	Conjunto residencial “El Pensil” Costado suroccidental
	
Predios demolidos para la estación No.7 de la PLMB	Predios demolidos para la estación No.7 de la PLMB
	
Obras del Traslado anticipado de redes Acueducto	Obra para la construcción de la troncal de la Avenida 68

	
Individuo arbóreo	Individuo arbóreo
	
Sumidero	Sumidero

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 7 se presenta la localización de los sumideros que se encuentran dentro del área de intervención y en el área aledaña, los cuales deberán contar con todas las medidas que se especifican en los programas de manejo.



Figura 7 Localización sumideros

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.1.2 Superposición de proyectos

Durante la construcción de los puentes de la Av. 68 con Av. Primero de Mayo y la demolición del puente existente, se presentará simultaneidad con otras obras en el área de influencia del proyecto (ver Figura 8).

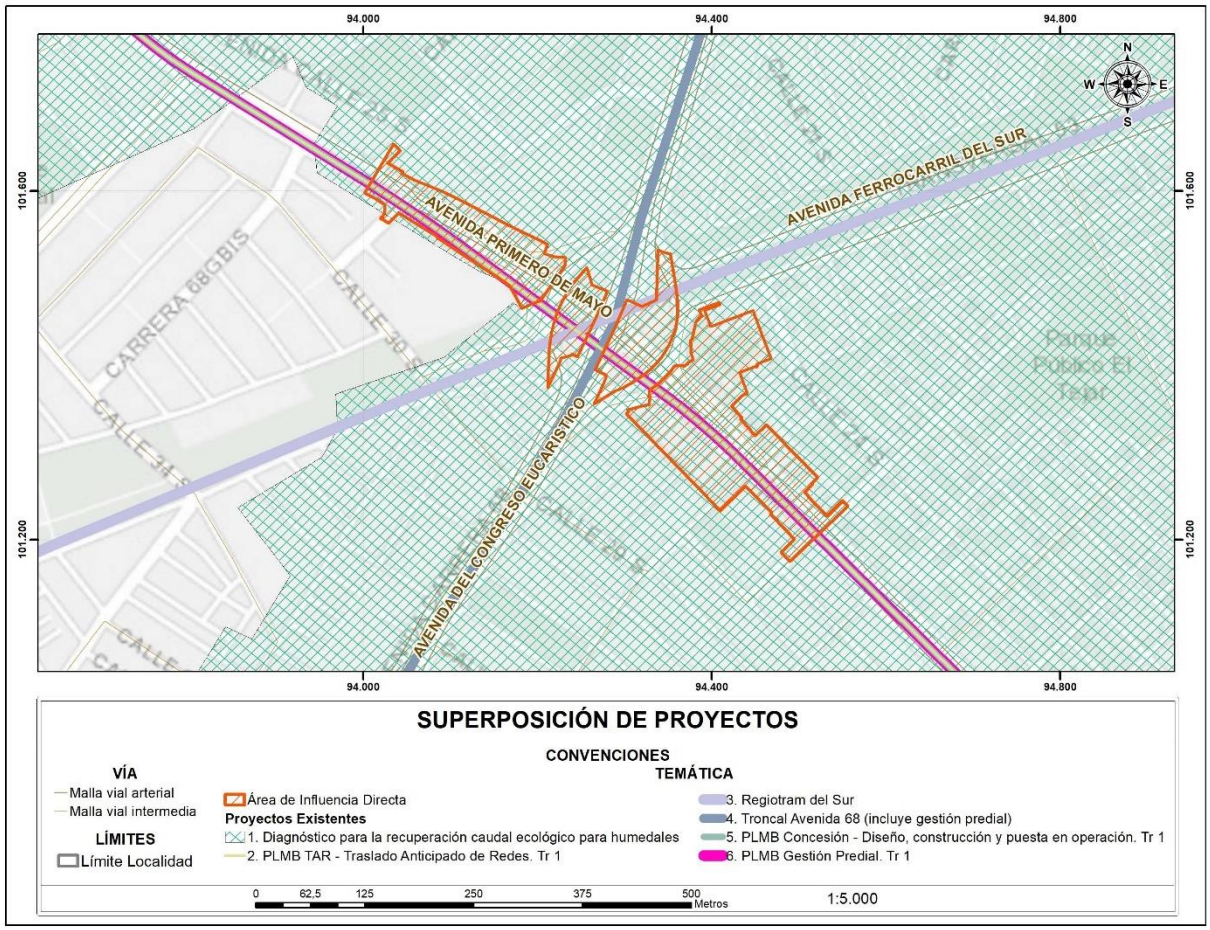


Figura 8 Superposición de proyectos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.1.2.1 Diagnóstico para la recuperación caudal ecológico para humedales

Es un proyecto incluido en el plan de desarrollo distrital del 2020 al 2024 en el que se realizan acciones que permitan restaurar, rehabilitar o recuperar a 370 nuevas hectáreas degradadas en la estructura ecológica principal y áreas de interés ambiental, con 450.000 individuos vegetales. Como también se busca priorizar áreas de alto interés ecológico como áreas protegidas declaradas en el área urbana y rural, corredores ecológicos, zonas de protección de la biodiversidad, áreas estratégicas para la conectividad ecológica, áreas de alto riesgo no mitigable y otras áreas de interés ambiental o proyectos regionales, para ser intervenidas integralmente en el marco de la Política Nacional de Restauración, Política Distrital de Humedales, protocolos de restauración Distrital y de Humedales, manuales y guías técnicas de la SDA. Por lo que se pueden generar intervenciones en el área de influencia durante el desarrollo de las actividades, durante el tiempo previsto.

7.1.1.2.2 Traslado anticipado de redes (TAR)

El Plan de Traslado Anticipado de Redes (TAR) consiste en el traslado de redes matrices o redes principales de los distintos tipos de servicios. En el área de influencia se encontraba una red principal de energía eléctrica que fue trasladada para dar paso a las obras que se van a ejecutar. Por otra parte, se encuentra en la fase final de intervención la red matriz de acueducto Silencio – Casablanca, la cual fue intervenida para dar paso a las pilas de cimentación de la PLMB. Esta se encuentra localizada en el centro de la glorieta en dirección hacia la carrera 68B.

7.1.1.2.3 Regiotram del sur

El Regiotram del sur se encuentra actualmente en estudios de prefactibilidad, y plantea la construcción de un tren de cercanías el cual inicia su trayecto desde la calle 22 con carrera 36 cerca a la Av. de las Américas y finalizaría su trayecto en el municipio de Sibaté, al sur de la ciudad de Bogotá. Pasaría por siete (7) localidades de Bogotá, el municipio de Soacha y Sibaté y contaría con 23 Km de longitud. Este proyecto pasaría por el centro de la glorieta de la Av. Primero de Mayo con Av. 68 por la actual Av. Ferrocarril o Transversal 53.

7.1.1.2.4 Troncal Transmilenio Av. 68

Se proyecta la construcción de la troncal de Transmilenio de la Av. 68, la cual tendrá su inicio desde la Av. 68 con Autopista Sur, hasta la Calle 100 con carrera 7. El proyecto está dividido en 9 grupos de construcción, contará con una longitud total de 19 Km, 21 estaciones, 542.000 m2 de espacio público nuevo, 52.000 m2 de nueva jardinería y beneficiará a cerca 1’200.000 personas de 10 localidades. El proyecto tendrá una superposición con el área central de la glorieta donde se intervendrán los carriles centrales en sentido sur norte y norte sur y se realizará la construcción de un puente peatonal y de un deprimido que conectará con la estación No.7 de la PLMB. Este sector se encuentra comprendido en el grupo 1, el cual cuenta con un avance aproximado del 6%, proyectando la finalización de este grupo en el **2025.**

El concesionario ML1 ha realizado acercamientos con este proyecto, tal como la armonización del PMAS con relación al componente forestal y diseño paisajístico que se desarrolló el 30 de junio de 2022 y se encuentra a detalle en el numeral 7.1.5 Armonización Proyecto Av. 68 IDU-345-2020 (ver anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09/9_5/C). Y la reunión general de armonización se efectuó el 19 de julio de 2022 (ver anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A11 / 11_1 Superposición / Actas armonización). De acuerdo con lo consolidado en el acta, no se prevén conflictos entre el PMT del proyecto y el de la Troncal de Transmilenio, asimismo, estas son objeto de aprobación por parte de la Secretaría de Movilidad. Si bien, se identifican áreas ocupadas temporalmente por la Troncal de Transmilenio, tales como el parqueadero de maquinarias (en la glorieta) que se restituirán en noviembre de 2022 y otras en 2024, éstas no interfieren con las áreas proyectadas a construir por ML1. Por otra parte, se identifican actividades de construcción que se ejecutarán simultáneamente, para esto, ML1 y el proyecto en superposición deberán mantener canales de comunicación de acuerdo con el cronograma de actividades (ver numeral 7.6.1.2. Programa de coordinación interinstitucional PM_GA_02).

7.1.1.2.5 Diseño, construcción y puesta en marcha de la PLMB

Durante el tiempo que se realice la construcción de los puentes y la demolición del puente existente, se realizarán simultáneamente las actividades de diseño, construcción y puesta en marcha de la PLMB en el área de influencia establecida, teniendo en cuenta que esta obra es necesaria para la construcción del viaducto se prevé que durante el desarrollo del proyecto se ejecuten actividades simultáneas de construcción de las distintas estructuras que conforman la PLMB.

7.1.1.2.6 Gestión predial PLMB

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán actividades sincronizas de gestión predial propias de la construcción de la PLMB, sin embargo, en el área de intervención se cuenta con una gestión predial prácticamente completa, existe la posibilidad de que se deban adelantar labores adicionales, por lo que deberán ser desarrolladas durante el tiempo en que se prevé sean construidos los puentes y la demolición del puente existente.

7.1.2 Descripción de las obras

La obra consiste en adecuar la intersección de la Av. 1 de mayo con Av. 68, mediante la construcción de dos puentes vehiculares, el puente existente será demolido para darle paso a la construcción del viaducto de la PLMB, como se muestra en la Figura 9.

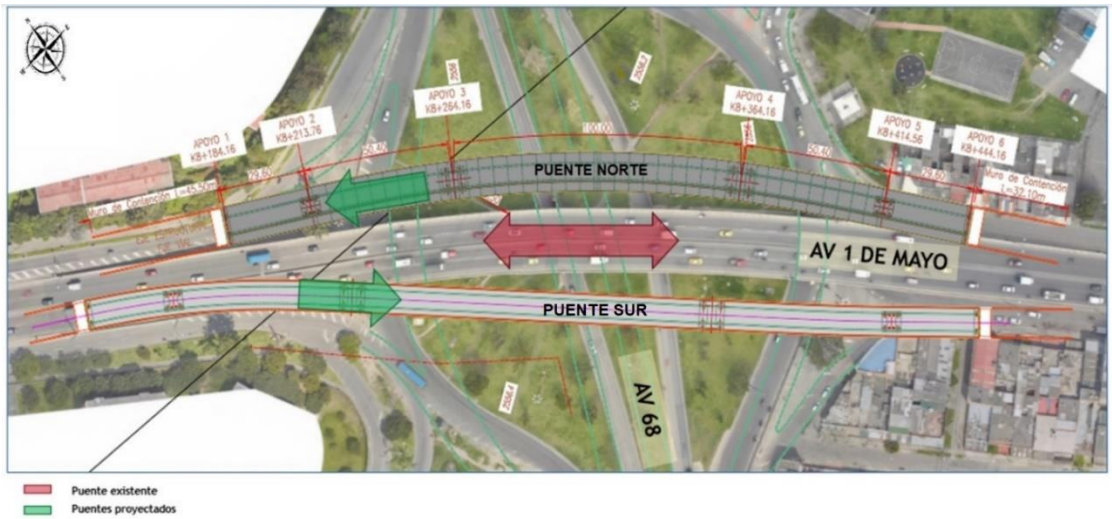


Figura 9 Esquema puente vehicular existente, puentes vehiculares proyectados

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

A continuación, se presenta un resumen de las actividades que serán ejecutadas. Las obras iniciarán con la construcción del puente norte, ya que la construcción podrá realizarse sobre el espacio público sin afectar el tráfico del puente existente, permitiendo que se continue usando el puente, posteriormente se demolerá el puente existente, ya que la construcción del costado occidental del puente sur se

encuentra proyectado sobre una parte del puente existente, por lo tanto, es indispensable realizar la demolición del puente existente, desviar el tráfico sobre el puente norte y se finaliza con la construcción del puente sur. Las dimensiones de los distintos elementos que constituyen los puentes se describirán más detalladamente en el numeral de cada actividad.

El puente norte tendrá una longitud aproximada de 260 m, estará compuesto de 6 apoyos y 5 vanos de longitud variable. Los apoyos 1 y 6 se localizarán en los extremos del puente, los apoyos 2 y 5 se ubicarán a 29,6 m de los apoyos 1 y 6, los apoyos 3 y 4 estarán a 50 m de los apoyos 2 y 5, finalmente, la longitud del vano intermedio será de 100 m, como se puede observar en la Figura 10:

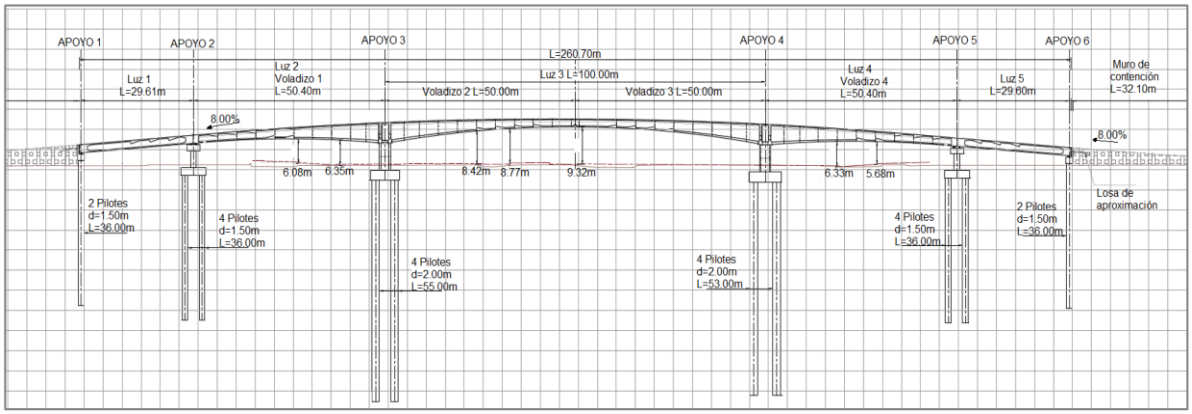


Figura 10 Esquema Puente Norte

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El puente norte contará con una cimentación profunda, mediante la construcción de pilotes agrupados en dados rectangulares. Para los apoyos 2, 3, 4 y 5 se realizará la construcción de pilas rectangulares de altura variable; en el caso de las pilas de los apoyos 3 y 4 serán huecas y con un área mayor, en la parte superior de estas pilas se construirá una dovela que será parte de la superestructura para conformar un elemento monolítico, en los apoyos 2 y 5 se construirán pilas macizas de menor área a las proyectadas para las pilas de los apoyos 3 y 4, sobre las que se construirán una viga capitel en la que estará simplemente apoyada la superestructura mediante soportes elastoméricos de neopreno.

Para los apoyos 1 y 6 se realizará la construcción de un estribo sobre el que estará apoyada la superestructura del puente mediante soportes elastoméricos de neopreno, se construirán las losas de aproximación, que constan de un relleno y estructura en material granular, la construcción de muros de contención a los costados y la capa de rodadura sobre la estructura de material granular.

La superestructura constituida por dovelas construidas mediante el método de voladizos sucesivos, proyecta una sección transversal hueca, con altura libre que varía en función a su peso y con una placa superior que contará con un ancho de 13 m, este método constructivo será utilizado para las dovelas que se construirán entre los apoyos 2 a 5, las vigas de los extremos del puente serán construidas sobre cimbra, de la cual se deberá realizar un análisis un análisis estructural de los apoyos que sean instalados, considerando los elementos por soportar durante la construcción de la viga cajón.

Al finalizar la construcción del puente norte, una vez cumpla con las condiciones necesarias para entrar en funcionamiento, se realizará la demolición y desmantelamiento del puente vehicular existente.

Para el desarrollo de la demolición se preparará el terreno para el manejo de materiales, elementos estructurales, entrada de maquinaria y equipo necesario para el proceso, posteriormente, se realizará el montaje e instalación de andamios bajo la estructura superior del puente existente con el fin de que se pueda cortar la viga principal en varias partes de tamaño que permita su disposición y traslado, utilizando una sierra de alambre. Posterior al corte se realizará el desmonte de las partes mediante el izaje con grúa con el fin de ubicar cada elemento a nivel de suelo para completar su demolición.

Este procedimiento deberá realizarse hasta finalizar el desmonte y demolición de la estructura superior, posteriormente se procederá a retirar las pilas mediante cortes de bloque, los cuales serán desmontados a nivel de piso con ayuda de una grúa y demolidos con un martillo rompedor, al llegar a la base de las pilas, se excava y se demuele en el lugar de acuerdo con las necesidades de funcionamiento de la zona. Para finalizar el procedimiento se realizará la limpieza y restauración del sitio, según corresponda.

Al finalizar la demolición del puente existente se procederá con la construcción del puente sur, que tendrá una longitud de 306 m y tendrá una distribución similar al puente norte, contando con 6 apoyos y 5 vanos. Para el puente sur los apoyos 1 y 6 se localizarán en los extremos del puente, los apoyos 2 y 5 se localizarán a 29.6 m de los apoyos 1 y 6, los apoyos 3 y 4 estarán a 62.5 m de los apoyos 2 y 5, por último, la longitud del vano intermedio será de 125 m, como se observa en la Figura 11:

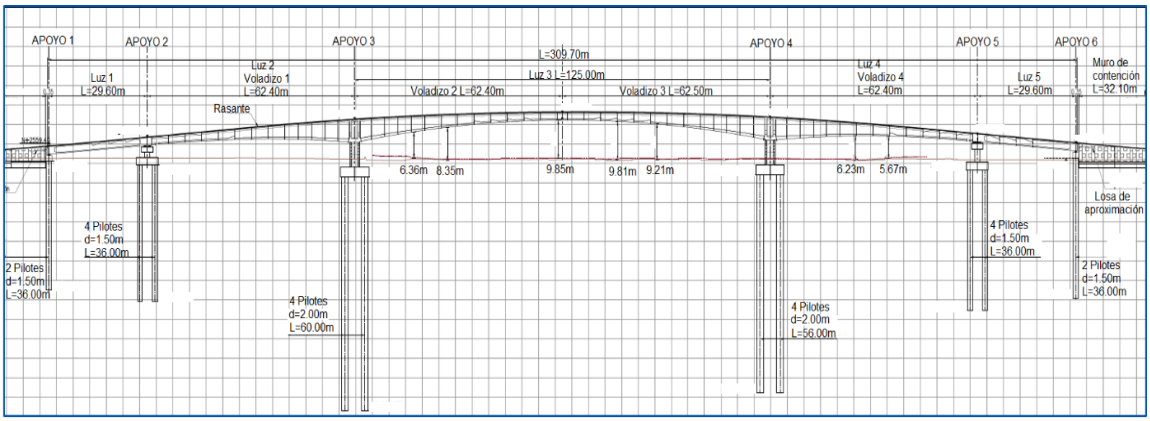


Figura 11 Esquema Puente Sur

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El método constructivo del puente sur será muy similar al del puente norte, varían las distancias de los vanos y de las losas de aproximación, así como la profundidad de los pilotes y las dimensiones de los distintos elementos que conforman la subestructura y la superestructura del puente.

El estado de los permisos que serán necesarios para el desarrollo de las distintas actividades descritas a continuación se presenta en el numeral 6.2.1 Permisos y Licencias requeridas para las actividades de construcción de los puentes de la Avenida Primero de Mayo con Avenida 68.

En la Figura 12 se presentan las actividades que serán ejecutadas para la construcción de los puentes norte y sur:

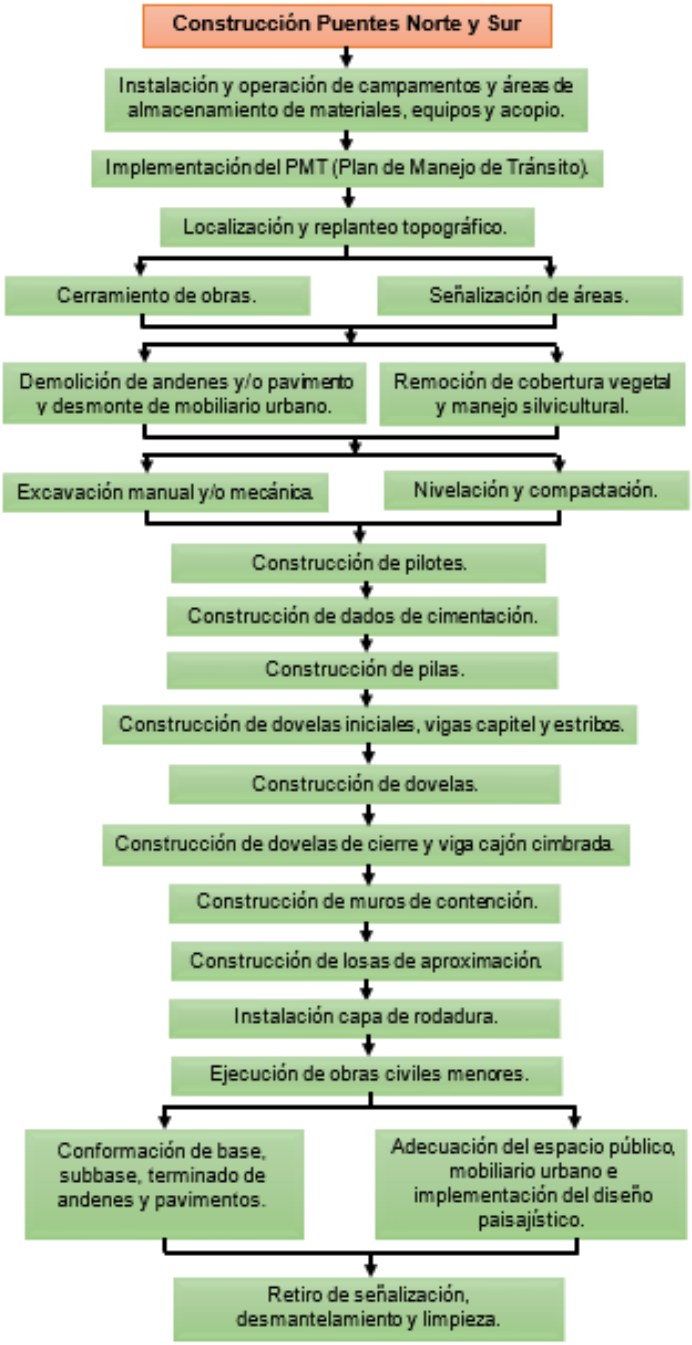


Figura 12 Actividades para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av.68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 13 se presentan las actividades que serán ejecutadas para la demolición del puente vehicular existente:

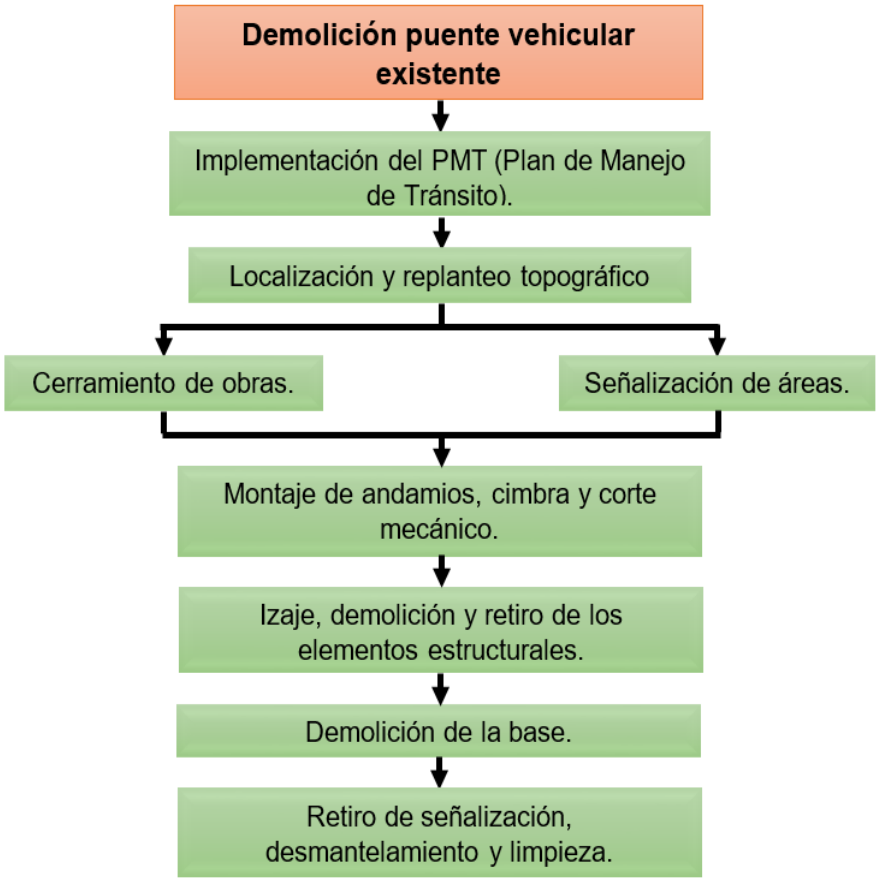


Figura 13 Actividades de demolición puente vehicular existente de la Av. Primero de mayo con Av.68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

A continuación, se describen cada una de las actividades que serán ejecutadas en el desarrollo de la construcción de los puentes de la avenida Primero de mayo con avenida 68:

7.1.2.1 Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio

Antes del inicio de las actividades constructivas es necesario realizar algunas actividades previas de adecuación y aislamiento.

Dentro de estas actividades se presenta la instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio. Se adecuarán dos zonas para el funcionamiento del campamento y áreas de almacenamiento, como se puede observar en la Figura 14, la instalación de los

campamentos es realizada sobre zona verde de la glorieta, asegurando que no se presenta algún tipo de afectación económica o social por el uso de este espacio en particular.



Figura 14 Localización campamentos y áreas de almacenamiento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

La primera adecuación será localizada sobre la actual zona verde del costado oriental de la glorieta, frente al CAI de la Policía Nacional, esta zona se adecuará para ser utilizada como área de parqueo de maquinaria realizando el cerramiento en lamina metálica, así mismo, se adecuará una zona de acopio de materiales y se instalarán dos contenedores destinados para el almacenamiento de repuestos, para la entrada a esta zona de campamento se realizará la construcción del sistema para el lavado de llantas. Esta zona contará con un área aproximada de 572,33 m2. Ver la Figura 15.

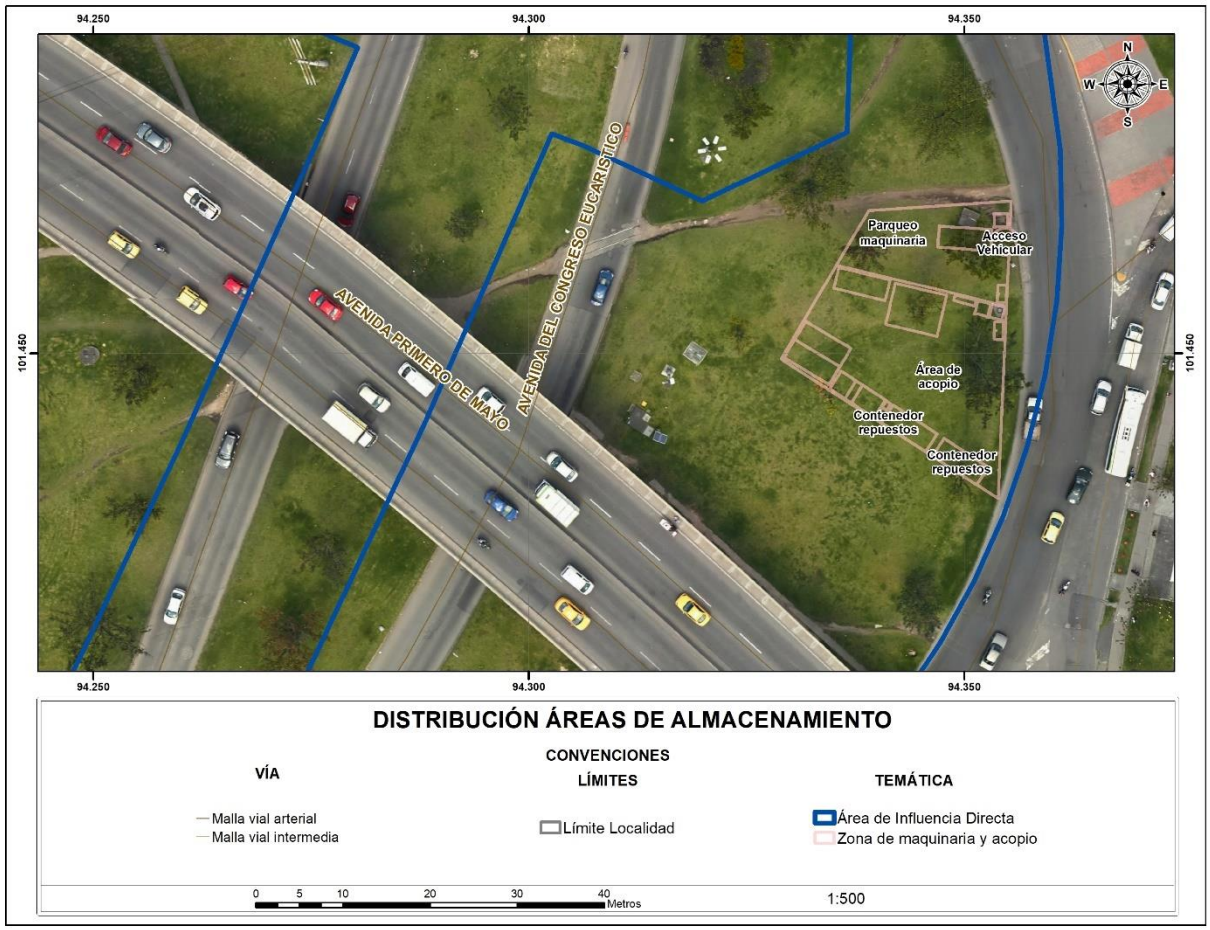


Figura 15 Distribución áreas de almacenamiento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

El segundo espacio se localizará en la zona verde de la glorieta sobre el costado occidental, se adecuará como campamento de obra que contará con un cerramiento metálico y contará con la instalación de 7 contenedores, distribuidos uno al lado del otro; 3 de los contenedores serán utilizados como oficinas, 2 se destinarán para ser usados como vestier, 1 será usado como almacén de insumos y el último como contenedor de mecánicos. Se adecuará una zona de baños, estos serán portátiles y contarán con las respectivas medidas de manejo y limpieza, cumpliendo con la cantidad de unidades dependiendo del número de usuarios, adicionalmente se incluirá un área destinada al lavado de manos. De la misma forma se instalará un tanque para el almacenamiento de agua y una planta eléctrica que servirá para el funcionamiento de equipos eléctricos dentro del campamento. Esta zona contará con un área aproximada de 1621,1 m2. En la Figura 16 se detalla la distribución del campamento. Para el desarrollo de esta actividad será necesario el transporte de materiales y estructuras tales como contenedores que serán instalados sobre el terreno, por lo que no se estima que para el desarrollo de esta actividad se presenten vibraciones relevantes, que puedan generar afectaciones.



Figura 16 Distribución áreas de campamento

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En caso de necesitarse la adecuación de otra zona para el correcto desarrollo de las actividades, esta será incluida, ajustándose a los espacios destinados para el uso y adecuación del campamento.

En caso de que sea requerida una locación adicional a la presentada anteriormente, para la instalación de otro campamento se notificará previamente a Interventoría y se presentará toda la información correspondiente:

- Localización
- Vías de acceso y conexión con el área de Obra.
- Plano arquitectónico con la identificación de áreas.
- Descripción general de las actividades a realizar en este lugar.
- Consumo de servicios públicos.
- Manejo de Residuos Reciclables y no reciclables.

- Manejo de residuos peligrosos
- Rutas de evacuación y punto de emergencias.
- Zonas de parqueo.
- Manejo de materiales en caso de aplicar.

En la Tabla 13 se presentan las generalidades para la actividad de Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio:

Tabla 13 – Generalidades actividad de Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio

Generalidades actividad de Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio
Duración de la actividad: 1 mes
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Campamento prefabricado, Carpa, Tablas, Durmientes, Puntillas, plástico, entre otros materiales.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Se pueden generar residuos peligrosos ocasionados por derrames de combustibles o por sustancias generadas a partir de mantenimientos correctivos en equipo o maquinaria. También por el uso de pintura para la demarcación de las zonas de instalación.
Equipo menor: Pala, pico, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Grúa telescópica, Carro grúa, volquetas y cama baja.
Sustancias químicas: ACPM, gasolina, Pintura.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

A continuación, en la Figura 17 se presenta el proceso para la Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio:

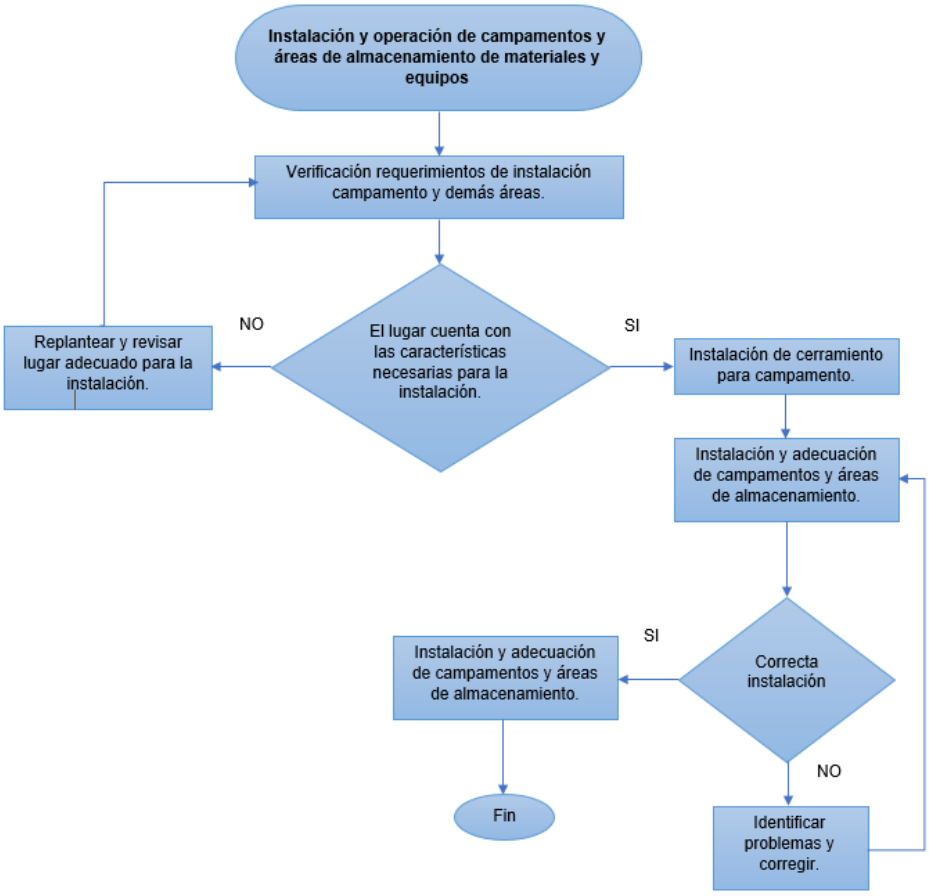


Figura 17 Diagrama Instalación y Operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 14 se presentan los impactos y riesgos generados por la instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 14 – Impactos, programas y permisos aplicables a la instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento

Actividad	Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora

Actividad	Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos
	Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer (Generación de residuos peligrosos) Generación de olores ofensivos Afectación a la estructura ecológica principal Modificación de las coberturas vegetales y/o zonas verdes Afectación a especies vegetales en veda Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Afectación de hábitats Alteración de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida. Afectación en la movilidad vehicular y peatonal
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM_AB_02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_05 Programa de manejo de aceites usados PM_AB_06 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM_AB_09 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Programa de manejo de instalaciones temporales PM_AB_15 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico afectación paisajística PM_B_02 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote PM_B_03 Programa de manejo silvicultural PM_B_04 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje PM_B_05 Programa de manejo de epifitas vasculares y No vasculares PM_B_06stión para el uso eficiente del agua PM_AB_16
Permisos aplicables para la actividad de instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos	
Permisos y licencias de proveedores de materiales Permiso de tratamiento silvicultural	

Actividad	Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos
Plan de manejo de epifitas vasculares y no vasculares (SDA) Plan de manejo de Fauna silvestre (SDA) Permisos del Gestor de Reciclaje El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.2 Implementación del Plan de Manejo de Tránsito (PMT)

Para el desarrollo de las actividades que serán ejecutadas sobre la Av. Primero de Mayo con Av. 68 se plantea la implementación de un PMT que será dividido en varias fases, contando con distintos niveles de impacto, teniendo en cuenta la forma en la que se prevé la construcción de los puentes y la demolición del puente existente. Se estima que, de acuerdo con el nivel de impacto, la implementación de los PMT afectará la cotidianidad, las costumbres, modos de vida y la movilidad vehicular y peatonal de las personas.

A continuación, se mencionan los PMT aprobados en el marco de este PMAS, sin embargo, estos podrán ser objeto de actualización de acuerdo con los diseños.

La SDM (radicado 202261201600802) autoriza PMT para cierre total de anden nor-occidental con implementación de sendero peatonal en calzada sobre 2 metros de carril occidental de la conectante noroccidental para actividades silviculturales asociadas a las obras de la PLMB (1-ago-2022 al 27-oct-2022), mediante Consolidado de Obras de Infraestructura (COI) 27 del 7 de julio de 2022

La SDM (radicado 202261202696382) autoriza PMT para entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur- norte) para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-ago-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022

La SDM (radicado 202261202696382) autoriza PMT para cierre parcial de separador oriental para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022

La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT para entrada de volquetas al separador occidental costado occidental (acceso por la calzada lenta sentido norte-sur) para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022.

La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT para cierre parcial del separador occidental para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022.

La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT para entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur-norte) para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022.

La SDM (radicado 202261202735962) autoriza PMT para cierre parcial de separador occidental para obras preliminares y adecuación del terreno para la construcción de cimentación y pilas de los puentes vehiculares asociados a las obras de la PLMB, (1-oct-2022 al 2-feb-2023), mediante COI 39 del 29 de septiembre de 2022.

- Fase 0

Para la fase 0 se aplicará un PMT de bajo impacto que se encuentra aprobado y será implementado para el manejo silvicultural de los individuos arbóreos presentes en la Av. 68, consiste en el cierre de andenes y cruce de calzada. El cierre de los andenes será sectorizado a medida que se vaya realizando la intervención a los diferentes arboles allí presentes, teniendo una duración de aproximadamente 1 mes durante la ejecución de las labores silviculturales, al realizar el cierre de andenes se redirigirá el tráfico peatonal en las otras direcciones sobre la glorieta y se permitirá el paso de peatones si la situación así lo amerita. Esta fase comenzó con la implementación el 08 de septiembre de 2022, con la aprobación del inicio de tratamientos silviculturales, posterior a la No Objeción del PMAS de traslado, protección, reubicación y/o gestión de redes.

Es preciso señalar que este PMT hace parte del PMAS de Redes y no de este PMAS, sin embargo, se relaciona para dar claridad al manejo silvicultural que también fue analizado en dicho PMAS.

En la Figura 18 se presenta la señalización que será implementada para el PMT sobre el costado noroccidental:

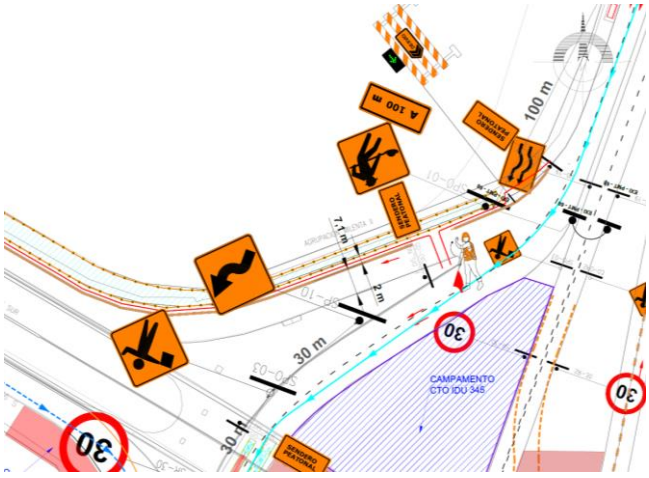


Figura 18 PMT manejo silvicultural

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

- Fase 1

La fase 1 implementará el PMT para la construcción del puente norte y se dividirá en 2 partes. Inicialmente se realizará la ejecución de la parte 1 considerada de impacto bajo, ya qué no se generarán cierres permanentes de las calzadas o de las aceras durante la construcción de las pilas centrales del puente, teniendo en cuenta que el área de intervención en este punto se encuentra sobre la zona verde de la glorieta y las afectaciones que puedan generarse serán momentáneas por la entrada y salida de vehículos a las vías. En la Figura 19 se observa el área de afectación durante esta primera parte de construcción.

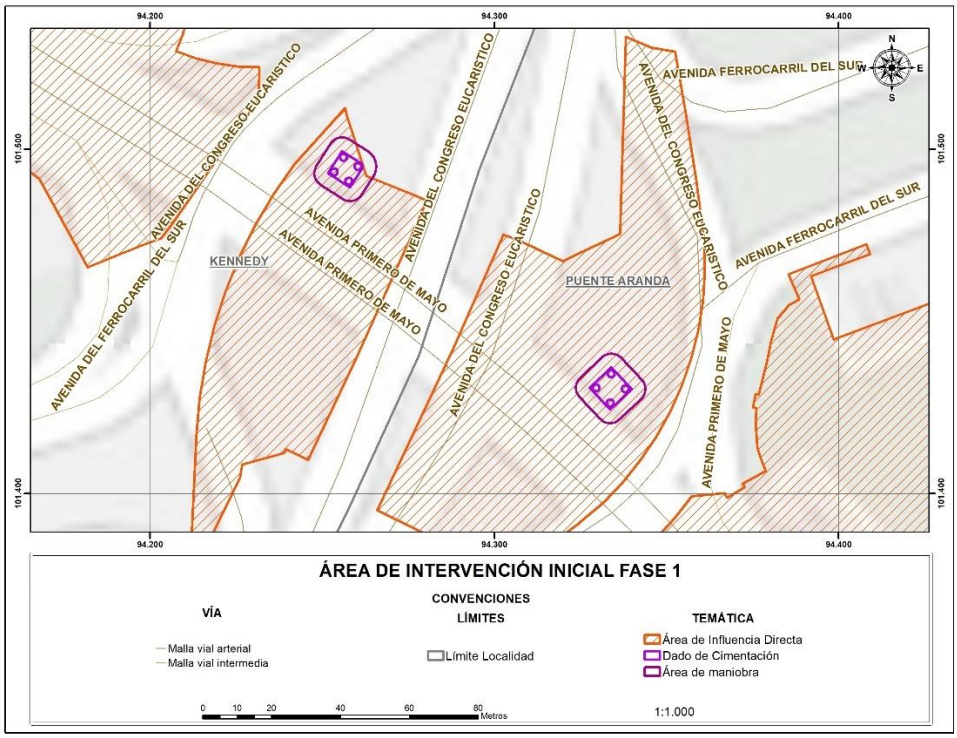


Figura 19 Área de intervención inicial Fase 1

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

La parte 2 de la implementación del PMT se realizará al iniciar la construcción de las pilas laterales del puente por lo que se realizarán cierres parciales de las zonas de construcción para la entrada y salida de vehículos, adicionalmente, se producirán impactos importantes durante esta etapa, ya que se realizará el cierre de la conexión nororiental de la Av. Primero de Mayo con la glorieta de la Av. 68 hacia el norte, así mismo, se realizará el cierre de la conexión noroccidental de la Av. 68 con la Av. 1 de mayo. Las dos serán inhabilitadas y cerradas.

El PMT propuesto plantea dos desvíos para reemplazar el funcionamiento de las dos conexiones, el primero se realizará desde la Av. Primero de Mayo por la carrera 52 hacia el nororiente siguiendo por la transversal 52 hasta llegar la Calle 16 Sur, continúa hacia el norte hasta llegar a la Transversal 53 en

donde se realizará el retorno y sigue por esta avenida hacia el occidente hasta llegar a la glorieta de la Av.68, retoma el camino hacia el norte.

Igualmente, el segundo desvío se realizará por el cierre de la conectante noroccidental, tomándolo sobre la Av. 68 hacia la Calle 22 Sur, continuando por la Transversal 68C y la Calle 23 Sur hacia el occidente, para finalmente girar por la Carrera 68F y tomar la Av.1 de mayo hacia el occidente. Estos desvíos tendrán lugar durante aproximadamente 16 y 24 meses es decir durante la construcción del puente norte.

En la Figura 20 se puede observar el área de intervención para la construcción de las pilas laterales durante la parte 2 de la fase 1 para la implementación del PMT.

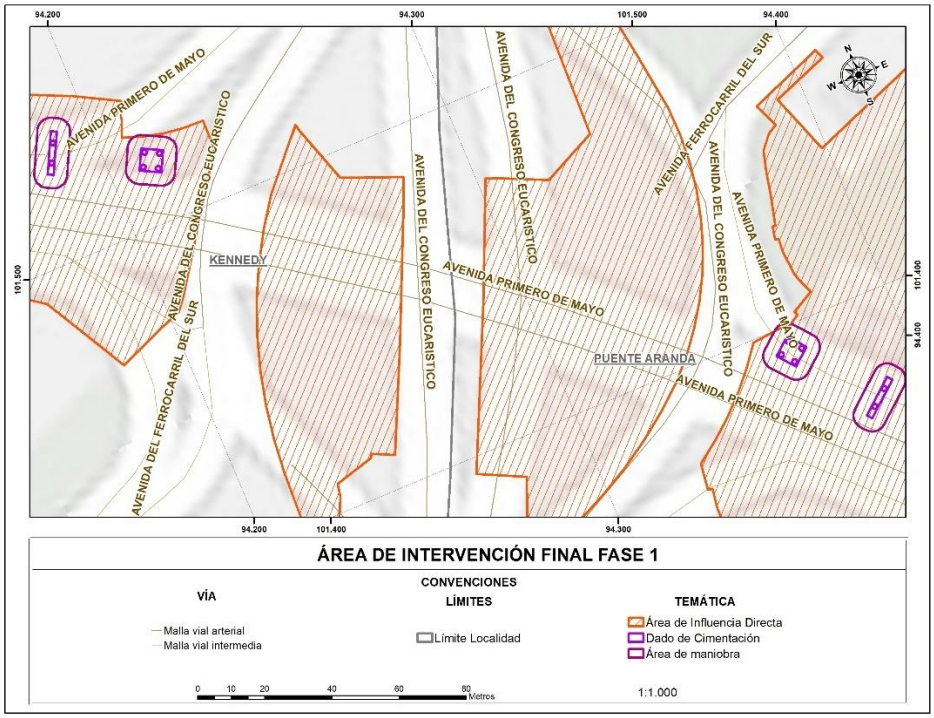


Figura 20 Área de intervención final Fase 1

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

- Fase 2

La fase 2 corresponde a la implementación del PMT durante la demolición del puente vehicular, que tendrá un impacto medio, no se permitirá el tránsito vehicular sobre el puente existente y se hará un desvío hacia el puente norte que fue construido previamente, permitiendo el paso de tráfico en los dos sentidos. Para la intervención de esta área se realizará una adecuación sobre la vía y desviar el tráfico, conservando la suficiente distancia que permita disminuir los problemas de movilidad. En la Figura 21 se presenta el área de intervención durante la fase 2 del PMT.

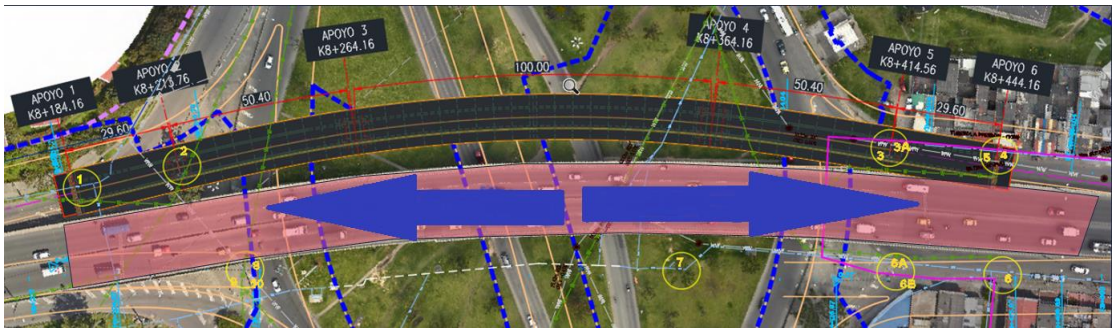


Figura 21 Área de intervención Fase 2

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

- Fase 3

La fase 3 corresponde a la implementación del PMT durante la construcción del nuevo puente vehicular sur, el cual será dividido en 2 partes, así como la fase 1 del presente PMT, Durante la primera parte de la fase 3 se implementará un PMT de medio impacto teniendo en cuenta que la intervención se realizará sobre la zona central de la glorieta y la zona dura al costado de la glorieta, por lo que se podría cerrar uno de los carriles de la vía externa de la glorieta y no se tendría paso peatonal en ese sector. Durante la implementación del PMT para la fase 3 se mantendrá el paso en las dos direcciones sobre el puente norte, por lo que se tendrá el respectivo desvió para que el tráfico vehicular transite sobre el puente previamente construido.

En la Figura 22 se presenta el área de intervención inicial para la fase 3:

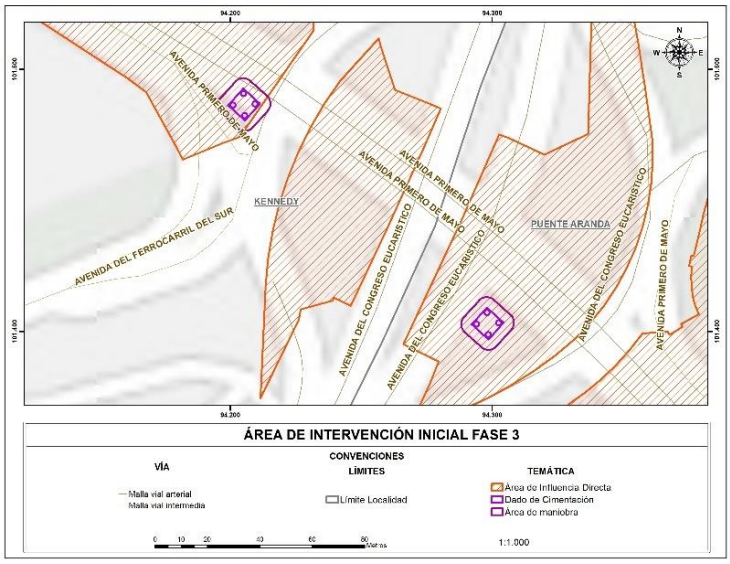


Figura 22 Área de intervención inicial Fase 3

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Para la segunda parte de la fase 3 se presenta una implmentación del PMT en donde se realizarán desvios teniendo en cuenta el cierre de las conectantes que se tienen por el costado sur, la cual viene de la Av. Primero de Mayo por el occidente y conecta con la Av. 68 hacia el sur y la conectante de la Av. 68 que viene del sur hacia la . Primero de Mayo que continua hacia el oriente. El primer desvio se realizará por desde la avenida 1 de mayo girando por la carrera 68G Bis, continuando por la calle 34 Sur hacia el oriente, siguiendo por la diagonal 34 sur, para continuar por la carrera 68A, para girar finalmente por la diagonal 35A Sur para tomar la Av. 68 hacia el sur. Por otra parte el segundo desvio se realizará por la Av. 68, tomando la calle 30 Sur hacia el oriente hasta la carrera 52C, donde se gira hasta llegar la Av. Primero de Mayo para continuar hacia el oriente. Estos desvíos tendrán lugar durante aproximadamente 16 y 24 meses durante la construcción del puente sur.

Para el desarrollo de la actividad es necesario el uso de vehiculos de transporte que lleven los materiales, tales como señales y elementos de manejo de trafico como lo son los maletines, cinta de señalización, etc.

En la Figura 23 se presenta el área de intervención para la fase 3 etapa final del PMT:

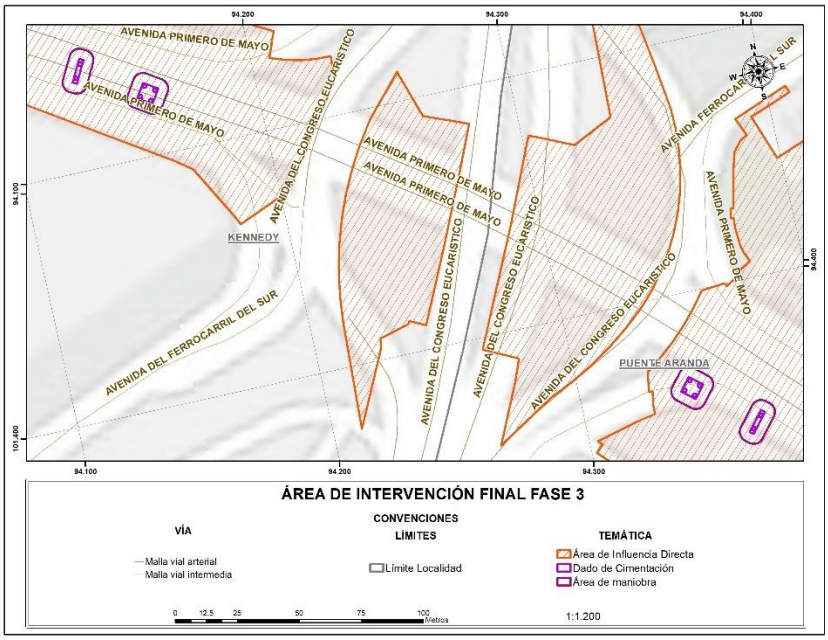


Figura 23 Área de intervención final Fase 3

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 15 se presentan las generalidades para la actividad de Implementación del Plan de Manejo de Tránsito:

Tabla 15 – Generalidades actividad de Implementación del Plan de Manejo de Tránsito

Generalidades actividad de Implementación del Plan de Manejo de Tránsito
Duración de la actividad: 0.5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur. Adicionalmente para esta actividad es indispensable contar con residente ambiental, residente SST, inspector SST, residente social, gestores sociales, profesionales sociales y comunicador social.
Consumo de recursos: Señales verticales y horizontales, Delineadores tubulares, Cinta de señalización, Maletines, Barricadas, Conos, Canecas, Cemento y Agregados.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Se pueden generar residuos peligrosos por derrames causados por la maquinaría o por algún inconveniente que se presente debido al uso de otras sustancias químicas durante el desarrollo de la actividad.
Equipo menor: Pala, pico, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Minicargador, camiones.
Sustancias químicas: ACPM, gasolina, Pintura acrílica, Solventes.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 24 se presenta al diagrama con el proceso de aprobación del PMT previo a su implementación.

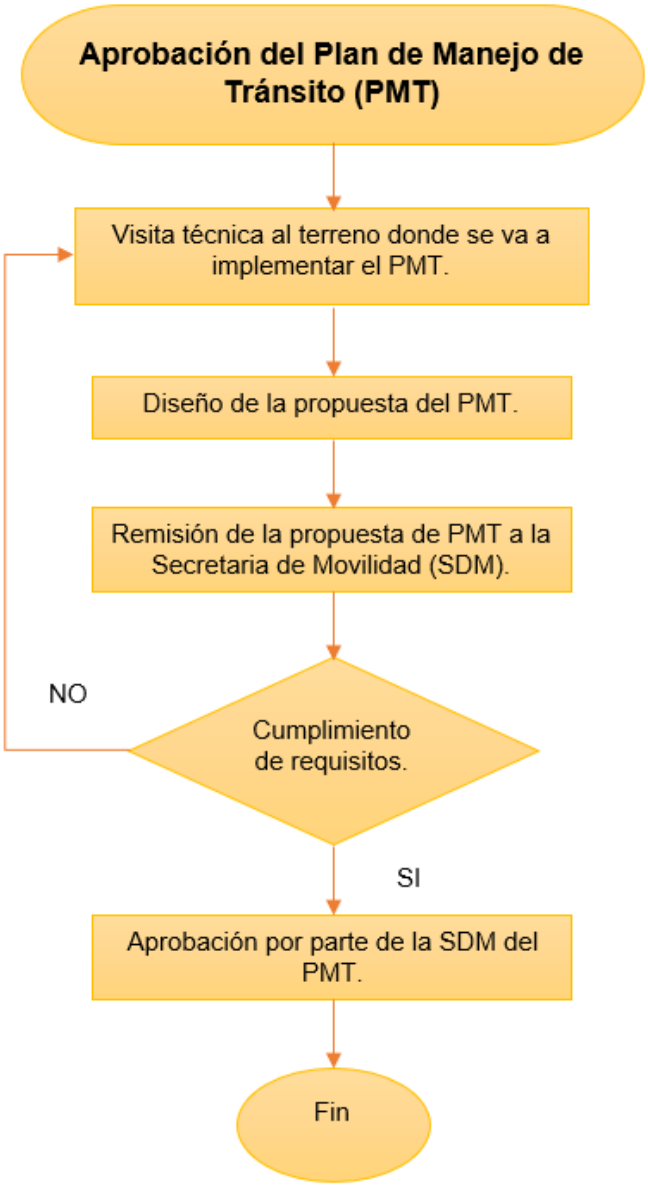


Figura 24 Diagrama Aprobación del PMT

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 25 se presenta al diagrama con el proceso de implementación del PMT.

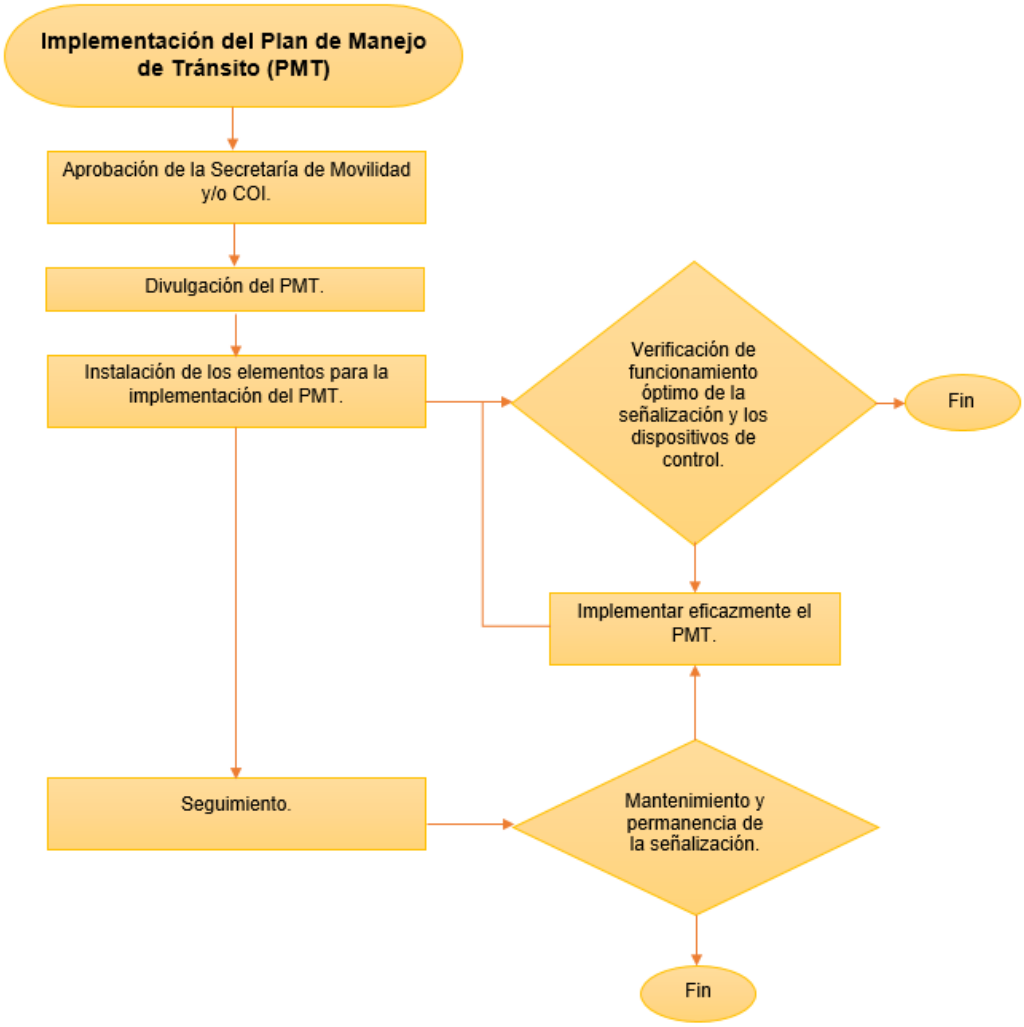


Figura 25 Diagrama Implementación del PMT

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 16 se presentan los impactos y riesgos generados por la Implementación del PMT, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 16 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Implementación del PMT

Actividad	Implementación del Plan de Manejo de Tránsito (PMT)
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Alteración de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida. Afectación en la movilidad vehicular y peatonal

Actividad	Implementación del Plan de Manejo de Tránsito (PMT)
Programas De Manejo Ambiental	Manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo silvicultural PM_B_04 Programa de manejo de epifitas vasculares y no vasculares PM_B_06
Permisos aplicables para la actividad de Implementación del Plan de Manejo de Tránsito (PMT)	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos del Gestor de Reciclaje Plan de Manejo de Fauna silvestre Plan de manejo de epifitas vasculares y No vasculares El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.3 Localización y Replanteo topográfico

Las actividades de localización y replanteo serán realizadas con ayuda de una estación total de topografía. Estas actividades se realizan con el fin de marcar puntos específicos haciendo uso de referencias visibles y definir distancias entre los diferentes espacios que se encuentran destinados para la ejecución de las obras que se ejecutarán dentro del marco del presente PMAS, evitando de esta forma, errores o inconvenientes de posicionamiento durante el desarrollo de cada actividad. Se calcula que se realizarán aproximadamente 1847,08 m de localización y replanteo previo a la ejecución de las obras.

Mediante el uso del nivel y la mira topográfica se realizará la medición de los niveles, teniendo en cuenta que la mayoría de las actividades se ejecutan a una altura especifica o bajo el nivel del suelo actual, por lo que es imprescindible medir los niveles para las distintas actividades. En la Fotografía 1 se puede observar un ejemplo durante la ejecución de esta actividad:



Fotografía 1 Actividades de topografía

Fuente: (Tomás, 2022)

En la Tabla 17 se presentan las generalidades para la actividad de Localización y replanteo topográfico:

Tabla 17 – Generalidades actividad de Localización y replanteo topográfico

Generalidades actividad de Localización y replanteo topográfico
Duración de la actividad: 28 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Estacas, hilo, puntillas.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad no se proyecta generación de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Se podría generar algún tipo de residuo si se tiene un inconveniente con la pintura utilizada durante el desarrollo de la actividad.
Equipo menor: Estación total de topografía, prisma, nivel, mira.
Equipo mayor: N/A.
Sustancias químicas: Pintura.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 26 se presenta al diagrama con el desarrollo de la actividad de localización y replanteo topográfico:

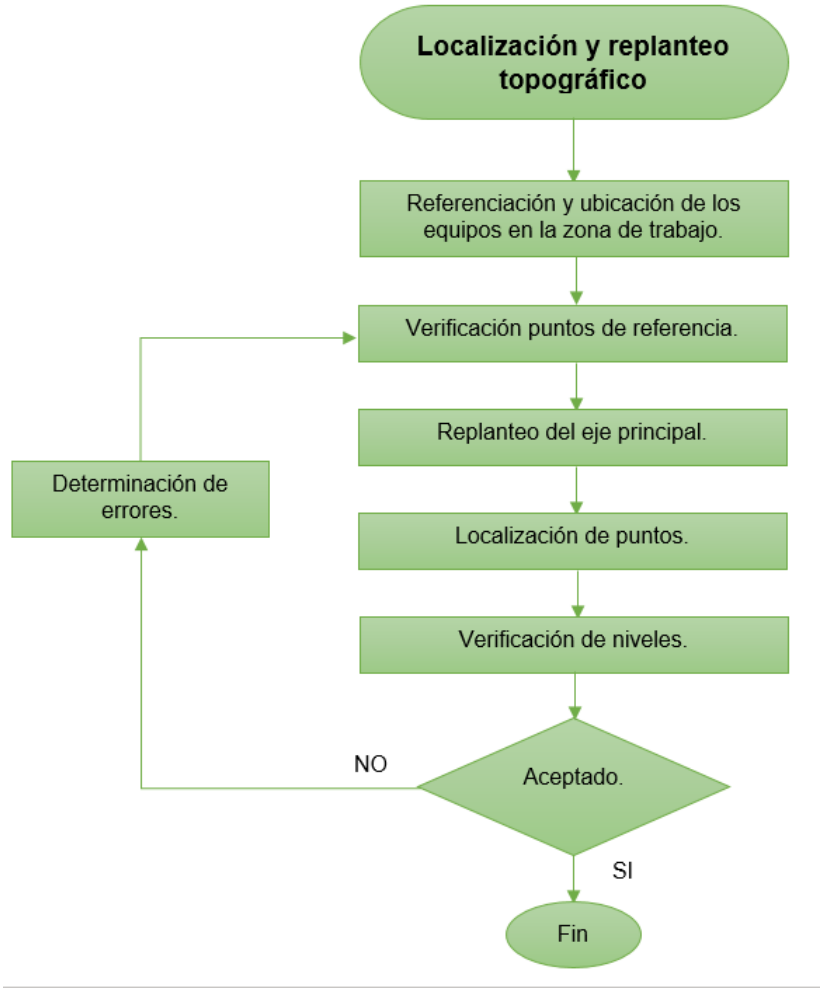


Figura 26 Diagrama Localización y replanteo topográfico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 18 se presentan los impactos y riesgos generados por localización y replanteo topográfico, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 18 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Localización y replanteo

Actividad	Localización y Replanteo Topográfico
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03
Permisos aplicables para la actividad de Localización y replanteo topográfico	
Permiso de trabajo Nocturno	

Permisos del Gestor de Reciclaje El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.4 Cerramiento y señalización de áreas

7.1.2.4.1 Cerramiento de obras

Previo al desarrollo de las obras se realizará un cerramiento con el fin de aislar el área de intervención, evitando de esta forma que personal no autorizado ingrese a la zona donde se desarrollarán las actividades, adicionalmente, se busca evitar que se produzcan accidentes o daños a civiles o terceros que puedan estar cerca de la zona de intervención. Se estima la instalación de aproximadamente 1230 ml de cerramiento metálico, teniendo en cuenta el proceso constructivo de los puentes y de demolición del puente existente.

El cerramiento seguirá todos los lineamientos establecidos en el Manual de Marca de la Empresa Metro de Bogotá, se realizará con parales y paneles metálicos que permitan minimizar el impacto de las obras.

A continuación, en la Fotografía 2 se presenta el cerramiento que será empleado durante la ejecución de las obras de la construcción de los puentes de la Av. Primero de mayo con Av. 68:

<table>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Cerramiento metálico</td></tr>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Cerramiento con cinta de señalización</td><td>Cinta de señalización Manual de Marca EMB</td></tr>
</table>

Fotografía 2 Cerramiento de obra para la Av. 68

Fuente: (Aedes Urbis, 2022) y (El Penol Antioquía, 2022)

En la Tabla 19 se presentan las generalidades para la actividad de cerramiento de obras:

Tabla 19 – Generalidades actividad de cerramiento de obras

Generalidades actividad de cerramiento de obras
Duración de la actividad: 0,5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Cinta de señalización, delineadores tubulares, parales metálicos, paneles metálicos, pernos, tornillos, puntillas, concreto.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: N/A.
Equipo menor: Pala, pico, martillo, taladro eléctrico y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Volquetas y camiones.
Sustancias químicas: N/A.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 27 se muestra el diagrama con el procedimiento de instalación para el cerramiento de obras:

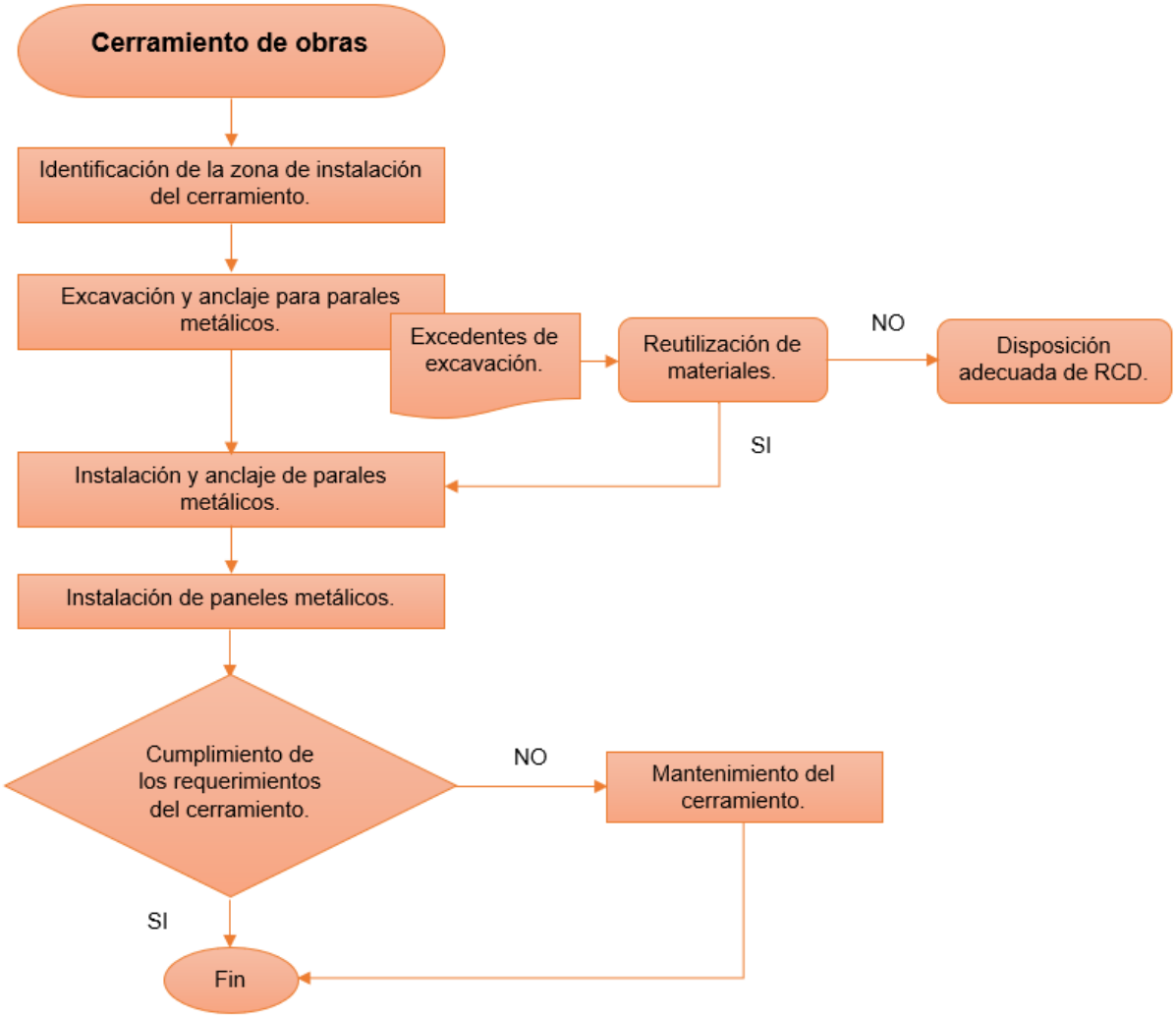


Figura 27 Diagrama Cerramiento de obras

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 20 se presentan los impactos y riesgos generados por la instalación de cerramiento de obras, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 20 – Impactos, programas y permisos aplicables al cerramiento de obras

Actividad	Cerramiento de obras
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración en la percepción visual del paisaje Alteración a los niveles de presión sonora
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de ruido PM-AB-11

Actividad	Cerramiento de obras
	Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01
Permisos aplicables para la actividad de cerramiento de obras	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos del Gestor de Reciclaje Plan de Manejo de Fauna Plan de Manejo de Tráfico	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.4.2 Señalización de áreas

En todas las áreas que sean intervenidas se instalará la respectiva señalización, con el fin de evitar accidentes o afectaciones al personal propio de la obra, así como de terceros que se encuentren o pasen cerca de las zonas en las que se realizarán las labores.

Se deben señalizar todas las zonas en las que se realicen instalaciones temporales, ya sean campamentos, carpas, almacenes zonas de acopio de materiales, zonas de mantenimiento y zonas parqueadero de vehículos y maquinaria, especificando rutas de paso, entradas, salidas y cualquier otra información relevante para el correcto desarrollo de las actividades. De la misma forma, se deben señalizar zonas de disposición de residuos, ya sean sólidos reciclables, no aprovechables, sustancias químicas o cualquier otro tipo de residuos.

Finalmente, se debe realizar la correcta señalización de botiquín, camilla, zona de enfermería y de elementos básicos para el control de incendios.

En la Fotografía 3 se presenta un ejemplo de señalización que se emplea durante el desarrollo de actividades de construcción:





Fotografía 3 Señalización de obra

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 21 se presentan las generalidades para la actividad de señalización de áreas:

Tabla 21 – Generalidades actividad de señalización de áreas

Generalidades actividad de señalización de áreas
Duración de la actividad: 0,5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Señales verticales, material seleccionado, delineadores tubulares, cinta de señalización, barricadas, maletines plásticos, señales plásticas entre otros.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD y el material proveniente de la excavación será reutilizado para el anclaje de las señales instaladas cuando así se requiera.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: N/A.
Equipo menor: Pala, pico, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Camiones.
Sustancias químicas: N/A.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 28 se describe el diagrama con el procedimiento para la señalización de áreas:

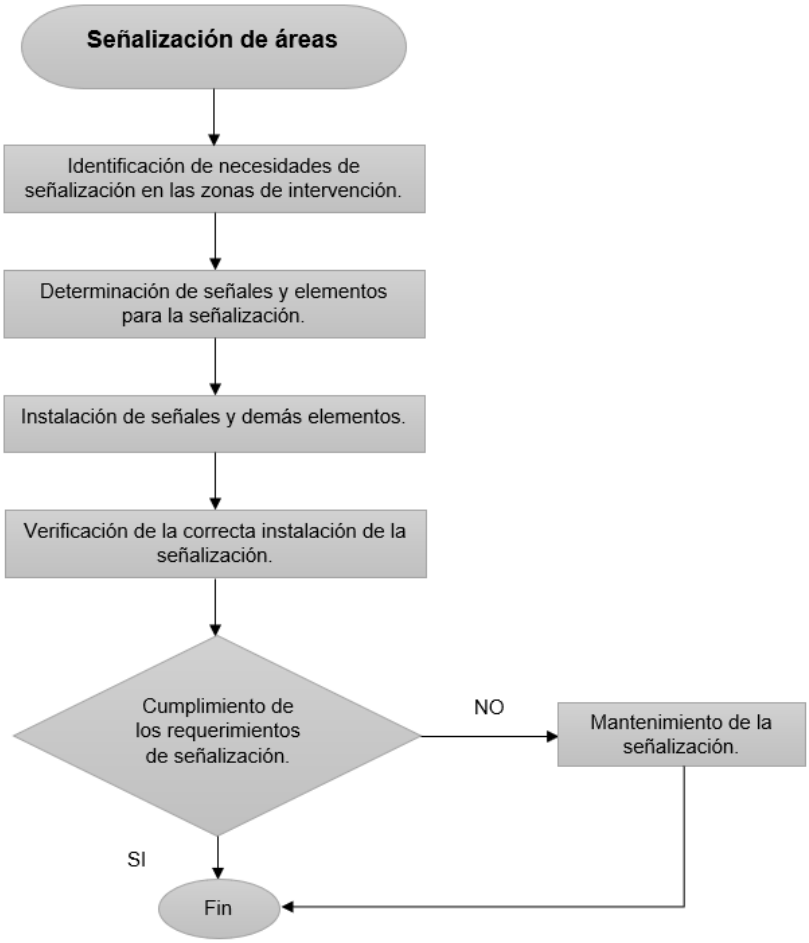


Figura 28 Diagrama Señalización de áreas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 22 se presentan los impactos y riesgos generados por la señalización de áreas, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 22 – Impactos, programas y permisos aplicables a la señalización de áreas

Actividad	Señalización de áreas
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración en la percepción visual del paisaje Alteración a los niveles de presión sonora
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de ruido PM-AB-11

Actividad	Señalización de áreas
	Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01
Permisos aplicables para la actividad de señalización de áreas	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos del Gestor de Reciclaje Plan de Manejo de Fauna Plan de Manejo de Tráfico El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.5 Demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano

Previo a la ejecución de las obras se realizará la demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano existente, esta actividad consiste en el retiro de la superficie dura manualmente o mediante el uso de maquinaria y/o equipos mecánicos, acorde con los espesores de la superficie. Se estima la demolición de aproximadamente 10826,3 m2 de superficies duras, representados en las zonas duras donde se construirá la cimentación y la zona de las conectantes existentes.

Al finalizar la actividad de demolición ya sea del concreto, asfalto o adoquines, se procederá a realizar el traslado de material a la zona de acopio localizada en el campamento para este procedimiento, esto si el material puede ser reutilizado en el desarrollo de otra actividad, en caso de que cierta cantidad o todo el material no pueda ser reutilizado se procederá con el retiro del material, para que pueda ser dispuesto de manera adecuada conforme a la ley ambiental actual. Es posible que en las zonas de demolición se cuente con la presencia de mobiliario urbano, el cual deberá ser desmontado y dispuesto correctamente llevándolos a los sitios de disposición aprobados previamente por la interventoría mediante el uso de los vehículos respectivos, o ubicándolo en las zonas de acopio que fueron asignadas dentro del campamento en caso de que pueda ser reutilizado.

Se contempla que los proveedores elegidos para la disposición de materiales cuentan con una capacidad de carga suficiente para recibir el volumen de residuos de construcción y demolición a generar por el proyecto. Se presenta el caso de CEMEX COLOMBIA S.A., sitio de disposición en el que el ingreso promedio de RCD mensual es de 120.000 m3 y cuenta con una proyección de aumento de un 3% anual durante un periodo de 15 años. Conforme a esto y partiendo de la base de que la construcción de los puentes y demolición del existente producirá aproximadamente 25.110,93 m3 de RCD; se prevé que se cuenta con la capacidad necesaria en donde disponer el volumen de RCD a generar. Sin embargo, se relacionan otros proveedores, los cuales deberán suministrar la información de capacidad de disposición, previo al inicio de actividades, la información de los sitios de disposición de RCD se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_4.

Teniendo en cuenta que la demolición de andenes y pavimentos se realizará solo en las zonas donde se construirá la cimentación y el acceso a los puentes., por lo que no se estiman grandes volúmenes de RCD producto de esta actividad. El área afectada estará delimitada por el respectivo cerramiento.

En la Fotografía 4 se presenta un ejemplo de demolición mecánica de pavimentos:



Fotografía 4 Demolición de andenes y/o pavimentos

Fuente: (El Quindiano, 2022)

En la Tabla 23 se presentan las generalidades para la actividad de demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano:

Tabla 23 – Generalidades actividad de demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano

Generalidades actividad de demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano
Duración de la actividad: 6 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 1848.11 m3 RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pico, martillo neumático y demás herramienta menor.

Equipo mayor: Cortador a de pavimento, Compresor, Mangueras, Taladros, Retroexcavadora, Minicargador, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 29 se presenta el diagrama con el procedimiento para la actividad de demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte del mobiliario urbano:

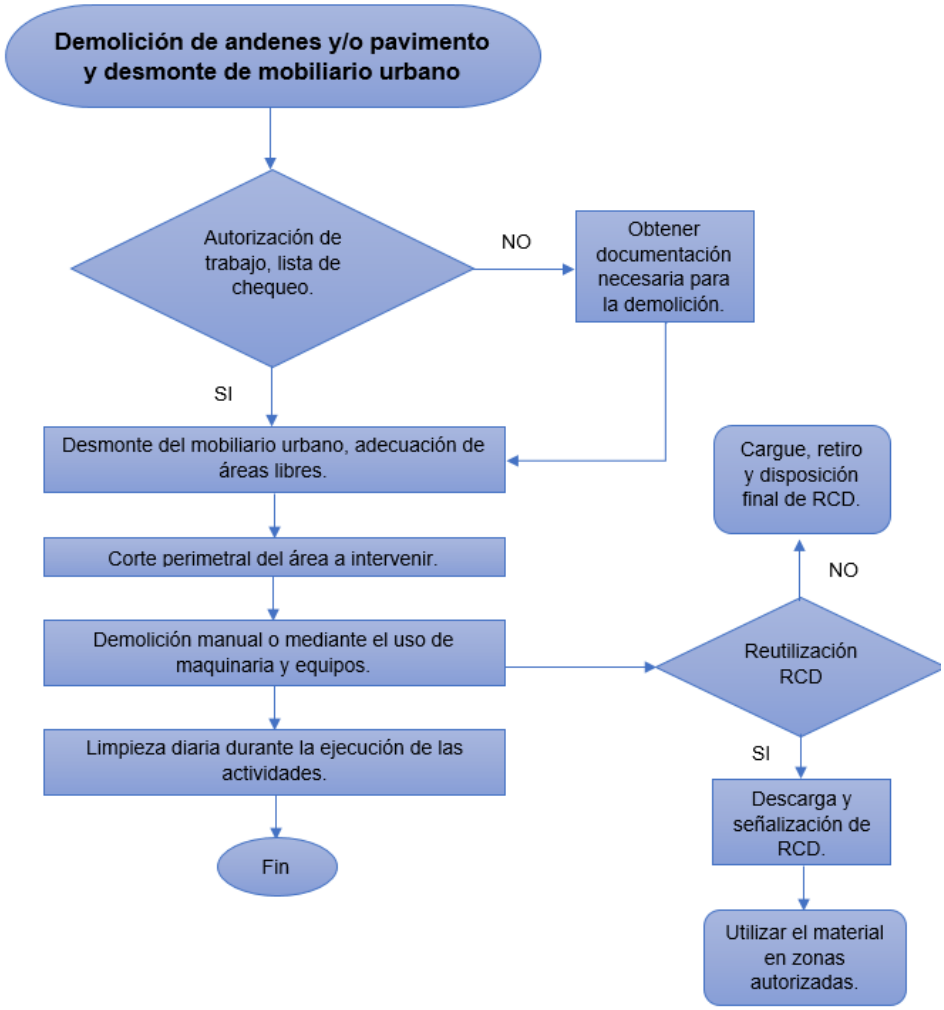


Figura 29 Diagrama Demolición de andenes y/o pavimento y desmonte de mobiliario urbano

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 24 se presentan los impactos y riesgos generados por la demolición de andenes y/o pavimentos y desmonte de mobiliario urbano, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 24 – Impactos, programas y permisos aplicables a la demolición de andenes y/o pavimentos

Actividad	Demolición de Andenes y/o Pavimentos y desmonte de mobiliario urbano
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Aumento de la cantidad de residuos a disponer (Generación de residuos peligrosos) Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_05 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-06 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-09 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Programa de manejo de fauna urbana PMB-01
Permisos aplicables para la actividad de Demolición de Andenes y/o Pavimentos y desmonte de mobiliario urbano	
Plan de Manejo de Tráfico Permiso de trabajo nocturno Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Plan de Manejo de Fauna Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos del Gestor de Reciclaje Valla informativa El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.6 Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural

Durante la fase previa a la ejecución de las obras se realizará la remoción de cobertura vegetal y se realizará el manejo silvicultural que corresponda de acuerdo con las características y necesidades para cada uno de los individuos arbóreos.

Teniendo en cuenta que la cimentación y pilas serán construidas en su mayoría dentro de la zona interna de la glorieta existente, se realizará el descapote de tal manera que se pueda retirar la cobertura vegetal y pueda ser almacenada y/o llevada a un proveedor autorizado con el fin de que pueda ser reutilizada o para darle el manejo correspondiente. El descapote será realizado por medio de maquinaria o de forma manual conservando la integridad de la cobertura vegetal de la mejor manera posible, estimando que se removerá 623,23 m^3 aproximadamente. Este material será transportado mediante volquetas.

De igual manera, deberá realizarse el manejo de los individuos arbóreos teniendo en cuenta que dentro del área de influencia podrán verse afectados ejemplares de diversas especies. Conforme con lo dispuesto en la Resolución 03464 del 3 de agosto de 2022, por la cual se autorizaron los tratamientos silviculturales para 138 individuos arbóreos, en la Tabla 25 se presenta el listado de las especies y cantidad de individuos de acuerdo con los tratamientos aprobados por la resolución.

Tabla 25 – Resumen de las especies a remover, trasladar y a manejar en el área Res. 03464 de 2022

Nombre común	Nombre científico	Bloqueo y traslado	Conservar	Tala	Tratamiento integral	Total
Acacia morada	*Acacia baileyana*			1		1
Acacia negra	*Acacia decurrens*			3	1	4
Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*			2		2
Aliso	*Alnus acuminata*			1		1
Araucaria	*Araucaria excelsa*			2		2
Boj	*Buxus sempervirens*			1		1
Eucalipto de flor	*Callistemon citrinuss*		1	3		4
Mandarina	*Citrus reticulata blanco*	1				1
Naranjo	*Citrus sinensis*	1				1
Gaque	*Clusia multiflora*			1		1
Holly liso	*Cotoneaster panosa*		2	6		8
Eugenia	*Eugenia myrtifolia*	1		1		2
Caucho benjamín	*Ficus benjamina*	1	1			2
Caucho sabanero	*Ficus soatensis*			3		3
Caucho tequendama	*Ficus tequendamae*	2		3		5
Urapán	*Fraxinus chinensis*			6		6

Nombre común	Nombre científico	Bloqueo y traslado	Conservar	Tala	Tratamiento integral	Total
Fucsia boliviana	*Fuchsia boliviana*	1				1
Cayeno	*Hibiscus rosa-sinensis*	1	1			2
Arrayan blanco	*Myrcianthes leucoxyla*	1				1
Palma roebelenii	*Phoenix roebelinii*			2		2
Jazmín del cabo, laurel huesito	*Pittosporum undulatum*	6	2	23	18	49
Cerezo	*Prunus serotina*				1	1
Roble	*Quercus humboldtii*	1	1			2
Sauco	*Sambucus nigra*		1			1
Schefflera	*Schefflera monticola*		1			1
Falso pimiento	*Schinus molle*	1	2	4		7
Chicala	*Tecoma stans*	9	1	13		23
Palma Yuca	*Yucca elephantipes*		2	1	1	4
	Total	**26**	**15**	**76**	**21**	**138**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

El manejo que se le dará a los individuos arbóreos se puede ver más ampliamente en el capítulo 7.4, más específicamente en los capítulos 7.4.6 y 7.4.7.

En la Figura 30 se presenta un ejemplo de cómo se realizaría la remoción de cobertura vegetal.

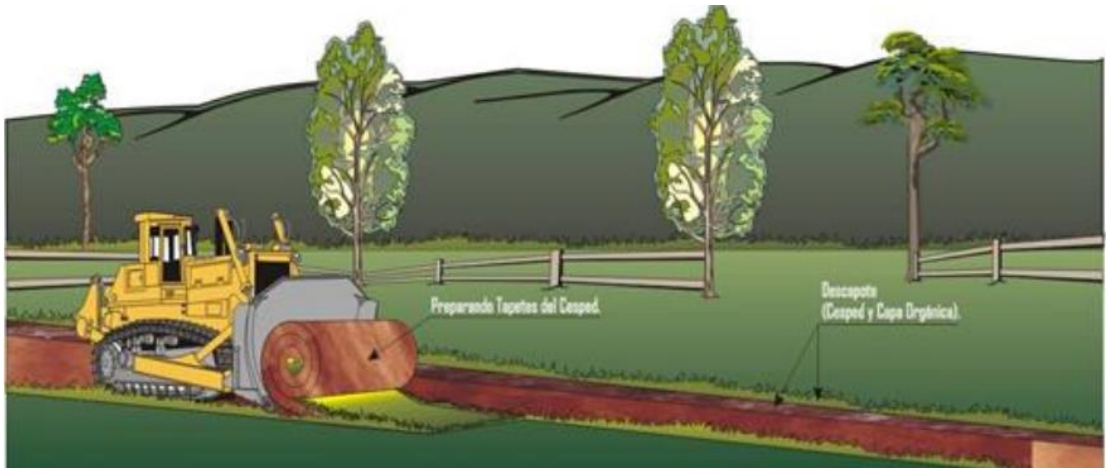


Figura 30 Remoción de cobertura vegetal

Fuente: (Tomi digital, 2022)

En la Tabla 26 se presentan las generalidades para la actividad de remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural:

Tabla 26 – Generalidades actividad de Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural

Generalidades actividad de Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural
Duración de la actividad: 2 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 623,23 m3 RCD aproximadamente.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pico y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Bulldozer, minicargador, volqueta.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 31 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural:

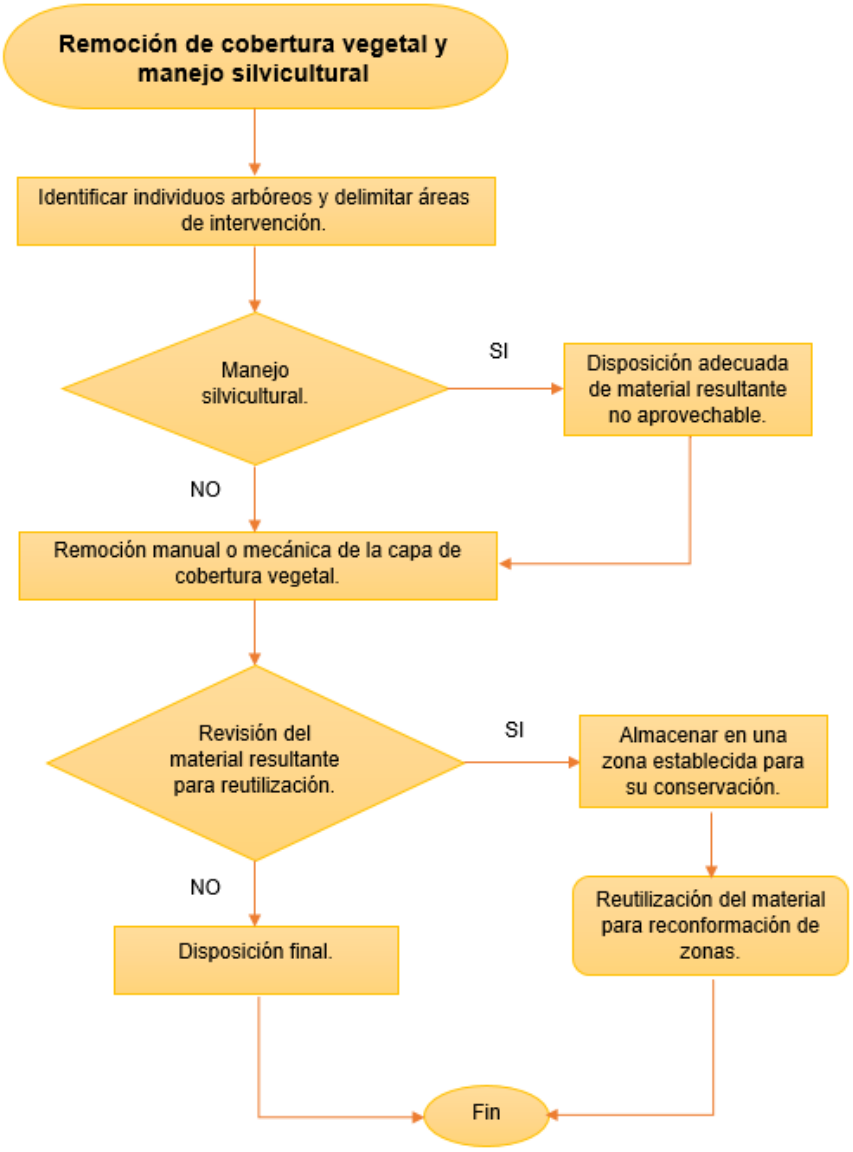


Figura 31 Diagrama Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 27se presentan los impactos y riesgos generados por la remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 27 – Impactos, programas y permisos aplicables a la remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural

Actividad	Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Afectación a la estructura ecológica principal Modificación de las coberturas vegetales y/o zonas verdes Afectación a especies vegetales en veda Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Afectación de hábitats
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM-AB-12 Programa de manejo de rondas hídricas sumideros y cuerpos de aguas superficiales PM-AB-13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Programa de manejo de instalaciones temporales PM_AB_15 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico afectación paisajística PM_B_02 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote PM_B_03 Programa de manejo silvicultural PM_B_04 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje PM_B_05 Programa de manejo de epifitas vasculares y No vasculares PM_B_06
Permisos aplicables para la actividad de Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural	
Plan de Manejo de Tráfico	

Actividad	Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural
Permiso de trabajo nocturno	
Permiso de tratamiento silvicultural y tramite de imposición de medidas para especies en veda (árboles y epifitas) SDA	
Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD	
Salvoconducto de movilización	
Autorización de sitios de traslado o Compensaciones	
Plan de Manejo de Fauna Silvestre	
PIN del generador de RCD	
Permisos y licencias proveedores de materiales	
Permisos del Gestor de Reciclaje	
El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.7 Excavación manual y/o mecánica

Para las labores de cimentación del puente y demolición del puente existente se deberán realizar actividades de excavación, ya sea manual o mecánica, dependiendo del tipo de actividad que se va a ejecutar.

Inicialmente se realizará la perforación para los pilotes los cuales tienen diámetros de 1.5m a 2m y una profundidad de entre 36 a 60m, continuando con la excavación para los dados de cimentación los cuales serán de (8,6x8,6)m y 2,5m de profundidad y de (6,6x6,6)m y 2m de profundidad dependiendo del apoyo, puede ser mecánica o manual, del mismo modo se realizará excavación para la posterior construcción del urbanismo e implementación del paisajismo, teniendo profundidades de excavación diferentes para los distintos puntos que serán intervenidos, dependiendo de las obras que se realicen. Igualmente, para el desarrollo de la demolición de cimientos del puente existente se realizarán labores de excavación alrededor de estos elementos, estimando excavaciones de (3x3) m, de (6x6) m con profundidades de 2m. Se estima un volumen de excavación total de 18286,24 m3.

No se identifican suelos contaminados en las zonas que serán intervenidas, sin embargo, en caso de que el material retirado tenga alguna característica que pueda determinar que el suelo este contaminado se aplicarán todas las medidas que se especifican en el numeral 7.6.2.8. Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados.

El material resultante de la excavación será reutilizado mínimo en un 30% y el material sobrante deberá ser llevado a un sitio autorizado por la autoridad ambiental competente para su debida disposición, con el fin de generar la menor afectación posible. El material de disposición será transportado mediante volquetas que cuenten con todos los requerimientos a los sitios previstos para la disposición. La información de los proveedores que pueden prestar el servicio de disposición de RCD se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_4.

En la Fotografía 5 se presenta un ejemplo de excavación mecánica:



Fotografía 5 Excavación mecánica

Fuente: (DeConceptos, 2022)

En la Tabla 28 se presentan las generalidades para la actividad de excavación manual y/o mecánica:

Tabla 28 – Generalidades actividad de Excavación Manual y/o mecánica

Generalidades actividad de Excavación Manual y/o mecánica
Duración de la actividad: 13 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 29714,45 m3 RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.

Equipo menor: Pala, pico y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Bulldozer, minicargador, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 32 se presenta el proceso para la ejecución de excavación manual y/o mecánica:

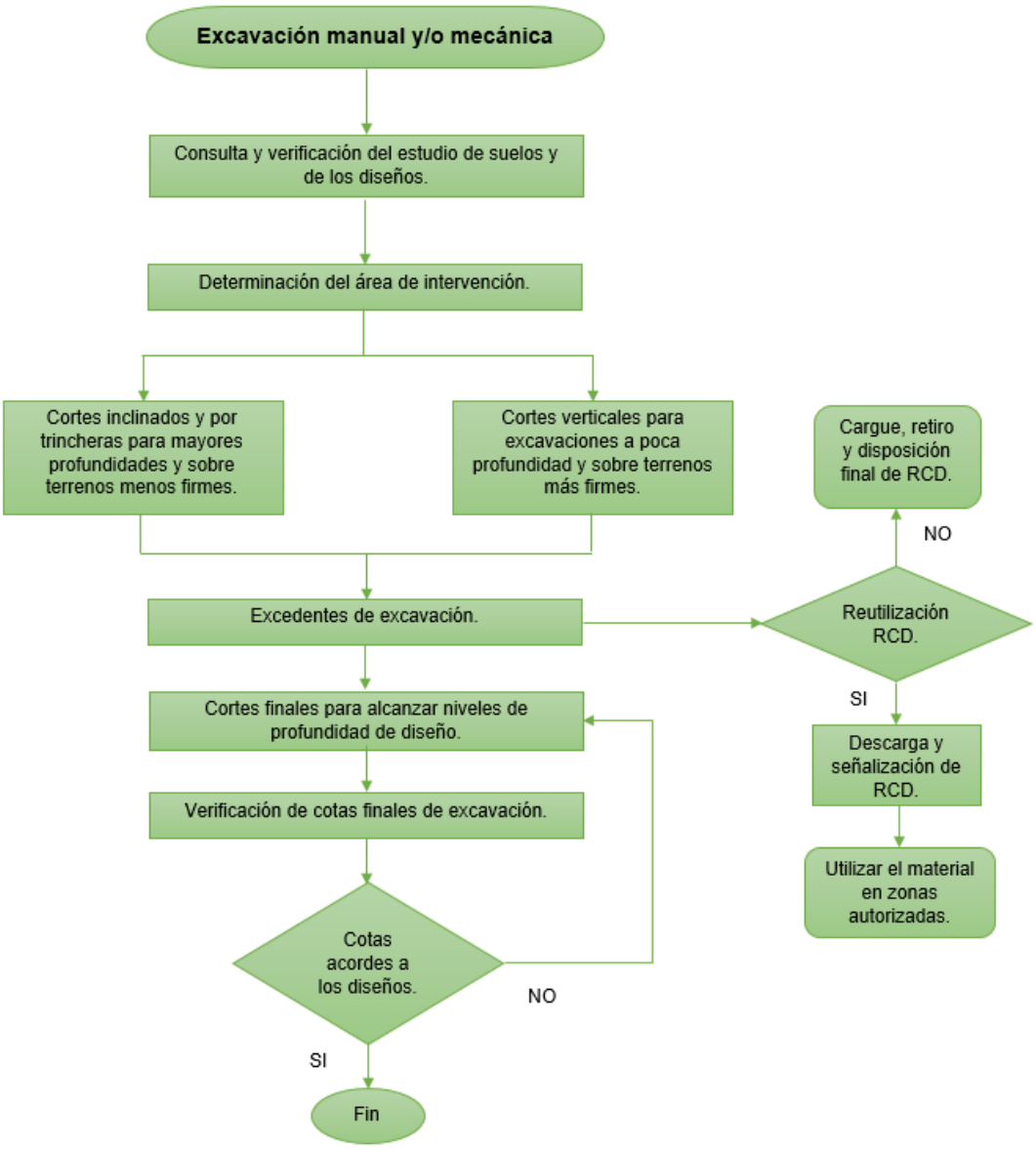


Figura 32 Diagrama Excavación manual y/o mecánica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 29 se presentan los impactos y riesgos generados por la excavación manual y/o mecánica, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 29 – Impactos, programas y permisos aplicables a la excavación manual y/o mecánica

Actividad	Excavación manual y/o mecánica
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Afectación a la estructura ecológica principal Modificación de las coberturas vegetales y/o zonas verdes Afectación a especies vegetales en veda Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Afectación de hábitats
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Programa de manejo de instalaciones temporales PM_AB_15 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17

Actividad	Excavación manual y/o mecánica
	Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02 Programa de manejo silvicultural PM_B_04 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje PM_B_05 Plan de manejo de epifitas vasculares y No vasculares PM_B_06
Permisos aplicables para la actividad de Excavación manual y/o mecánica	
Permiso de Trabajo Nocturno Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Plan de Manejo de Fauna Silvestre Plan de manejo de epifitas vasculares y No vasculares (SDA) Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.8 Nivelación y compactación

Esta actividad será realizada previo al inicio de las labores de cimentación, puede darse durante otras etapas de la construcción. Teniendo en cuenta que la nivelación y compactación será ejecutada para mejorar la capacidad portante del suelo donde será apoyada la maquinaria pesada y en caso de que el suelo natural y las condiciones climatológicas no permitan el normal uso de la maquinaria, deberá realizarse previamente esta actividad.

El material utilizado en la nivelación será en lo posible RCD proveniente de las actividades el cual cumpla con las capacidades de soporte necesarias, si se necesita material adicional de cantera este será transportado mediante vehículos autorizados. No se estima un volumen de material, ni una zona de intervención específica donde se realizará esta actividad, teniendo en cuenta que la ejecución depende de las condiciones propias del terreno en los distintos puntos.

La información de los proveedores de materiales granulares se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 6 se presenta un ejemplo de compactación de terreno: Fotografía 6 Nivelación y compactación



Fotografía 6 Nivelación y compactación

Fuente: (123RF, 2022)

En la Tabla 30 se presentan las generalidades para la actividad de nivelación y compactación:

Tabla 30 – Generalidades actividad de Nivelación y compactación

Generalidades actividad de Nivelación y compactación
Duración de la actividad: 1 mes
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pico y demás herramienta menor.

Equipo mayor: Retroexcavadora, Minicargador, Motoniveladora y Vibro compactador, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 33 se presenta el proceso para el desarrollo de la actividad de nivelación y compactación:

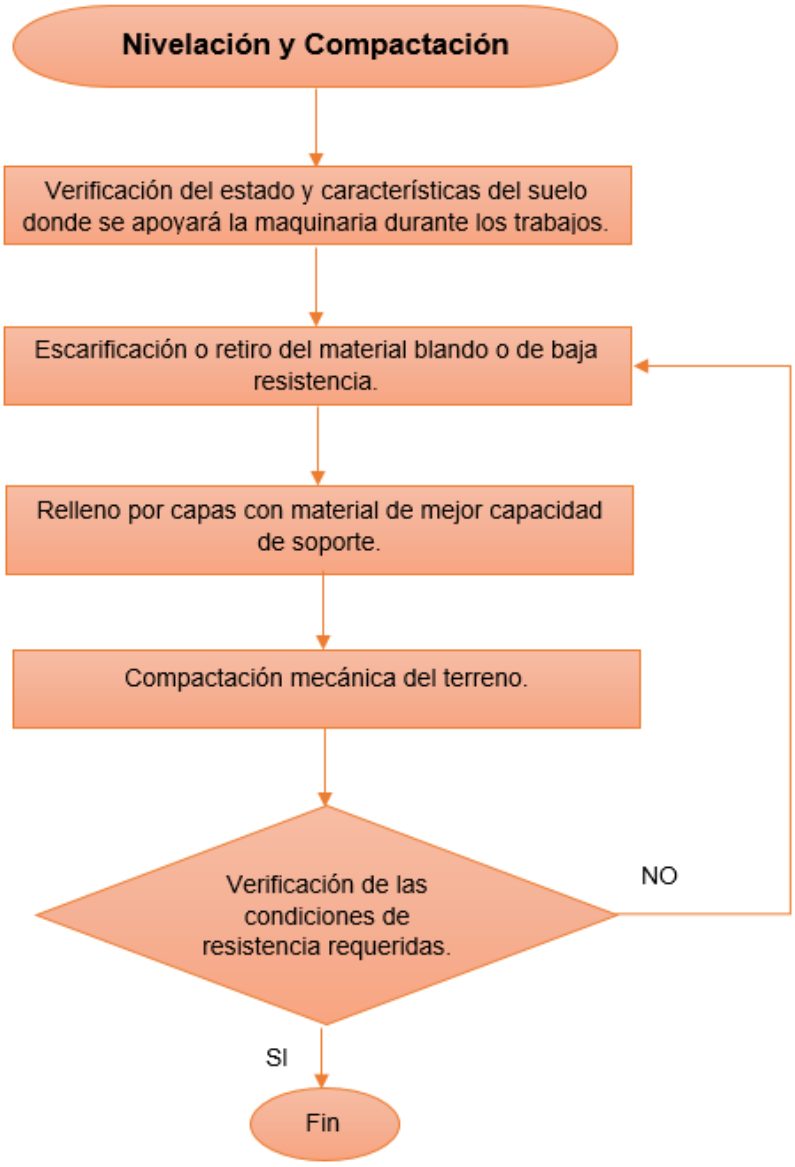


Figura 33 Diagrama Nivelación y compactación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 31 se presentan los impactos y riesgos generados por la nivelación y compactación, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 31 – Impactos, programas y permisos aplicables a la excavación manual y/o mecánica

Actividad	Nivelación y compactación
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a los niveles de presión sonora Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11
Permisos aplicables para la actividad de Nivelación y compactación	
Permiso de Trabajo Nocturno Autorización de sitios de traslado o Compensaciones Permisos y licencias proveedores de materiales Plan de Manejo de Fauna Silvestre Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.9 Construcción de cimentación y estructura de contención

7.1.2.9.1 Construcción de pilotes

La cimentación del puente norte y del puente sur estará constituida por pilotes profundos, localizados a diferentes profundidades y de diferentes medidas, de acuerdo con los diseños estructurales.

Para los dos puentes se presentan seis (6) apoyos como se puede observar en la Figura 34:

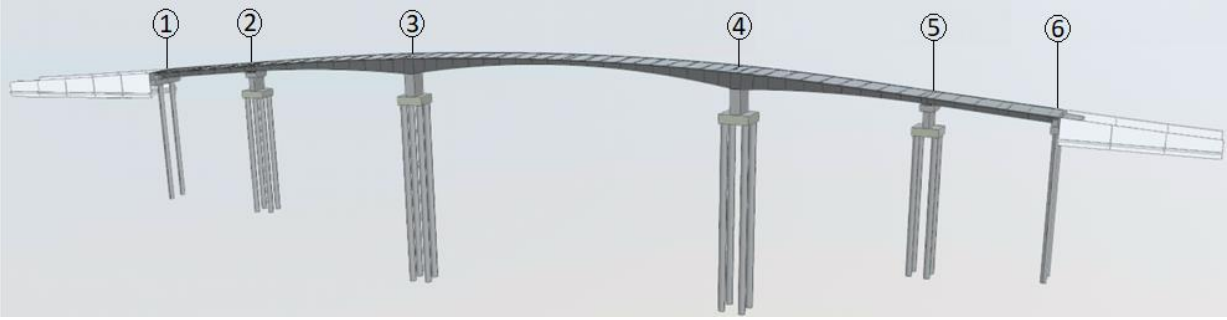


Figura 34 Localización pilas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

Para el puente norte en los apoyos 3 y 4 se construirán para cada uno, 4 pilotes de 2 m de diámetro, con una longitud de 53 m y 55 m respectivamente, para los apoyos 2 y 5 se construirán 4 pilotes para cada uno, con una longitud de 36 m y un diámetro de 1.5 m, finalmente, para los apoyos 1 y 6 se construirán dos pilotes de soporte para cada uno, con una longitud de 36 m y 1.5 m de diámetro.

Para el puente sur la longitud de los pilotes varía un poco con respecto al puente norte, los apoyos 3 y 4 contarán cada uno con 4 pilotes, de 60m y 56m de longitud, respectivamente, y con un diámetro de 2 m los apoyos 2 y 5 tendrán 4 pilotes cada uno, de 36 m longitud y un diámetro de 1.5 m. Finalmente, para los apoyos 1 y 6 se construirán 2 pilotes de 1.5 m diámetro y 33 m y 36 m de longitud, respectivamente, para estos apoyos, los pilotes servirán directamente como soporte de los estribos que serán construidos.

La construcción de los pilotes se realizará perforando mediante el uso de una máquina que retirará el material a la profundidad requerida, a continuación se instalará una camisa o se hará uso de lodo polimérico, se calcula que para la construcción de los puentes se usarán aproximadamente 3000 Kg de polímero, 550 Kg de floculante y 700L de soda caustica, los cuales deberán ser manejados y dispuestos de manera especial, como se indica en el anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A15 / 15_1 Plan SST – Av 68 / Anexo 8 y en los numerales 7.6.2.1 Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de demolición y excavación y 7.6.2.7 Programa de manejo de vertimientos. Este material es utilizado con el fin de evitar que se derrumbe o se dañe la excavación realizada, posteriormente, se armará e instalará el acero de refuerzo de acuerdo con los diseños y se aplicará el concreto con las especificaciones requeridas hasta llegar a la altura definida, retirando el lodo polimerico o la camisa de soporte. Los materiales necesarios serán transportados en vehiculos hasta el lugar de almacenamiento o donde serán utilizados, así como la maquinaria.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de los pilotes se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los sitios de disposición RCD con autorización por parte de la Autoridad Ambiental se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_4 Documentación sitios de disposición final

de RCDs y .la información y los proveedores de materiales se relacionan en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5 Documentación proveedores.

El metodo constructivo puede observarse brevemente en la Figura 35:

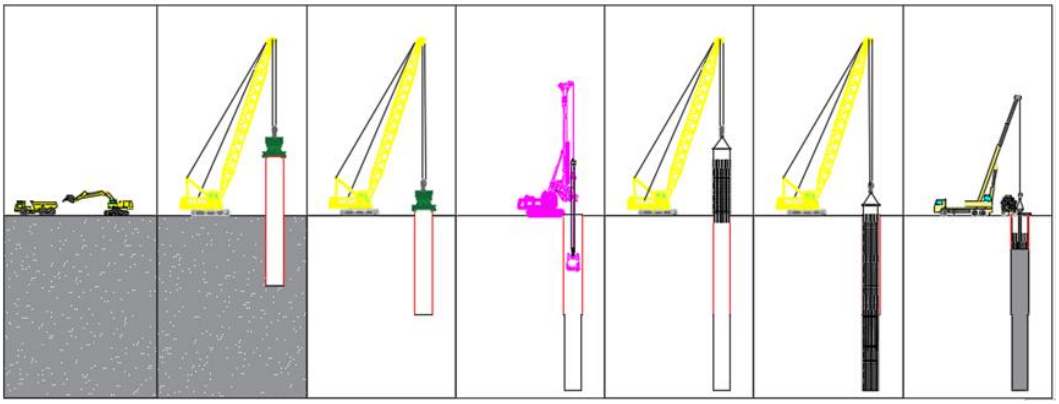


Figura 35 Método constructivo pilotes de cimentación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 32 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de pilotes:

Tabla 32 – Generalidades actividad de Construcción de pilotes

Generalidades actividad de Construcción de pilotes
Duración de la actividad: 5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, lodo polimerico, formaleta o camisa de acero, Agua, Alambre.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo de agua para el desarrollo de la actividad de 633.12 m3.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta mínima de RCD. Se aclara que los RCD producto del material de excavación se encuentran totalizados en la actividad de excavación.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria, el manejo de los lodos poliméricos.

Equipo menor: Pala, pico y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Grúa, Maquina de pilotaje, mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, lodo polimérico.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 36 se presenta el proceso de construcción de los pilotes de cimentación para los puentes norte y sur:

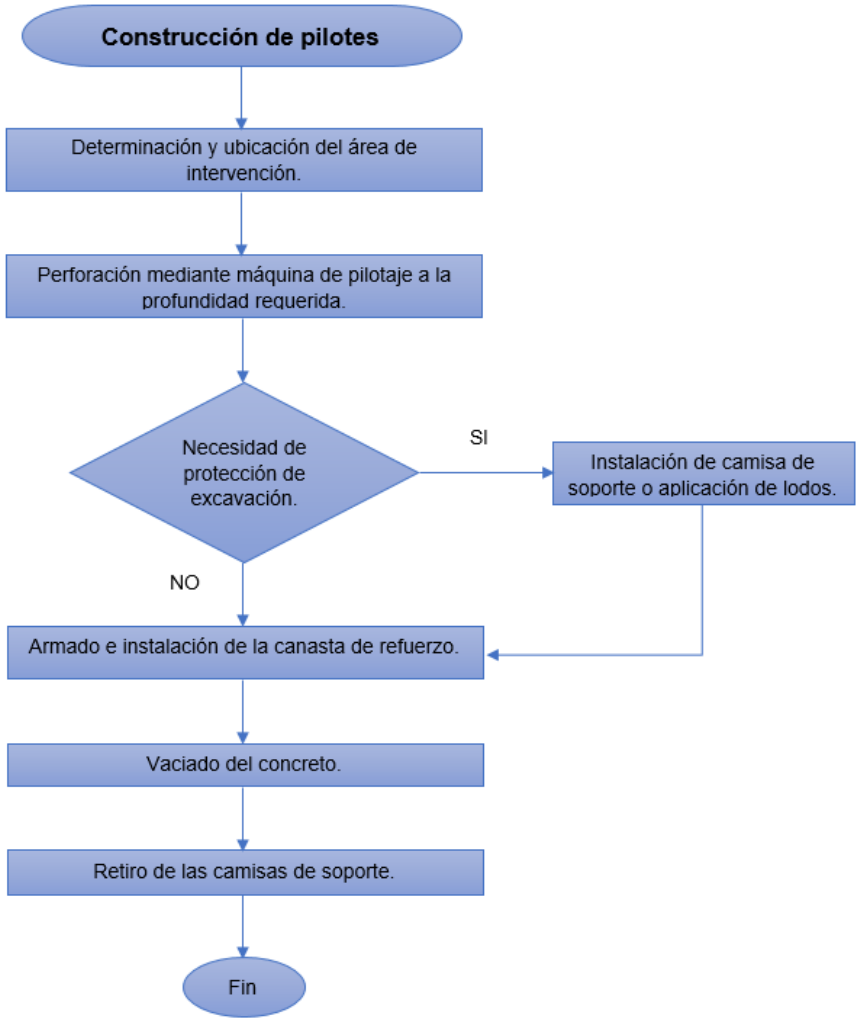


Figura 36 Diagrama Construcción de pilotes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 33 se presentan los impactos y riesgos generados la construcción de pilotes, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 33 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de pilotes

Actividad	Construcción de pilotes
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración a las condiciones geomorfológicas (Generación de vibraciones) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de pilotes	
Permiso de Trabajo Nocturno Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD	

Actividad	Construcción de pilotes
Permisos y licencias proveedores de materiales	
Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD	
Permisos Proveedor Suministro de Agua	
Permisos del Gestor de Reciclaje	
Permisos y Licencias Gestor RESPEL	
El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.9.2 Construcción dados de cimentación

Para poder dirigir las cargas producidas por la superestructura del puente a los pilotes de cimentación se realizará sobre cada grupo de pilotes la construcción de dados de cimentación enterrados. Teniendo en cuenta que el diámetro y cantidad de pilotes varía según el apoyo, las dimensiones de los dados de cimentación serán diferentes. Para el puente norte y para el puente sur las dimensiones de los dados son similares para los apoyos con la misma identificación, en los apoyos 3 y 4 se construirá un dado de cimentación de 8.6m x 8.6m y un espesor de 2.5m para cada uno, el cual estará enterrado 1.2m. Para los apoyos 2 y 5 se construirán dados de cimentación de 6.6m x 6.6m y un espesor de 2m, el cual estará enterrado 0.5m. Como se mencionó anteriormente, para los apoyos 1 y 6 no se construirán dados de cimentación, por el contrario, el estribo estará directamente apoyado sobre los pilotes a una altura aproximada de 0.7m sobre el nivel del piso.

Para la construcción de los dados de cimentación se realizará la instalación de un entibado que se denomina tablestacado, será instalado previo a la excavación y se enterrará alrededor del área de intervención de los dados evitando derrumbes y teniendo un mejor espacio de maniobra, los elementos para la instalación de este tipo de entibado serán en acero. Posteriormente se realizará la excavación de la zona donde será construido el dado de cimentación, continuando con el descabece de los pilotes construidos previamente, luego se procede a fundir el concreto pobre sobre el terreno fundido, continuando con el armado e instalación de acero, la instalación de la formaleta, el vaciado y vibrado de concreto y posteriormente desencofre y curado de los dados de cimentación. Los materiales provenientes de la excavación serán transportados a los sitios previstos en los vehículos autorizados.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de los dados de cimentación se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los sitios de disposición RCD con autorización por parte de la Autoridad Ambiental se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_4 Documentación sitios de disposición final de RCD y .la información y los proveedores de materiales se relacionan en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5 Documentación proveedores.

En la Figura 37 se presenta el esquema de excavación de los dados de cimentación para su construcción:

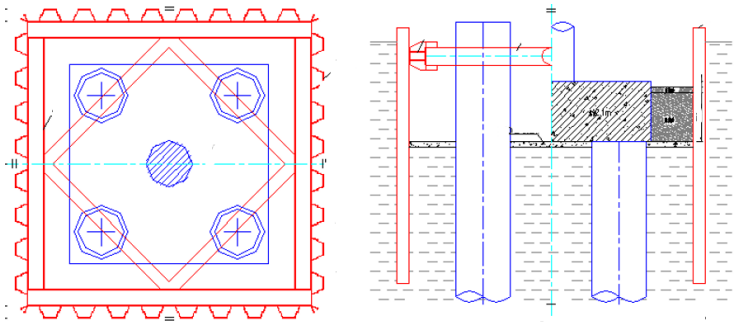


Figura 37 Esquema de excavación dados de cimentación

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 34 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de dados de cimentación:

Tabla 34 – Generalidades actividad de Construcción dados de cimentación

Generalidades actividad de Construcción dados de cimentación
Duración de la actividad: 6 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, table-estaca, formaleta, Alambre.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta mínima de RCD. Se aclara que los RCD producto del material de excavación se encuentran totalizados en la actividad de excavación.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pico, vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Grúa, Bulldozer, mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 38 se presenta el proceso de construcción para los dados de cimentación:

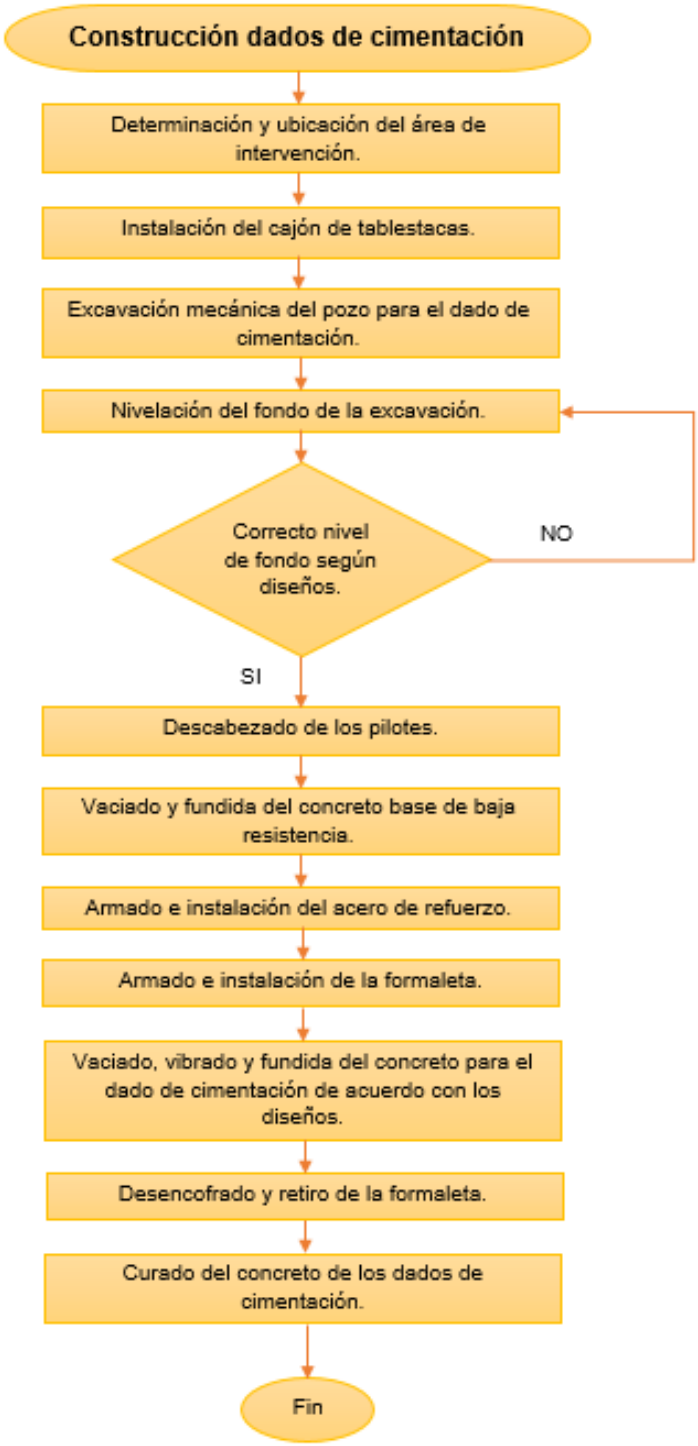


Figura 38 Diagrama Construcción dados de cimentación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 35 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de dados de cimentación, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 35 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dados de cimentación

Actividad	Construcción dados de cimentación
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración a las condiciones geomorfológicas (Generación de vibraciones) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02
Permisos aplicables para la actividad de Construcción dados de cimentación	

Actividad	Construcción dados de cimentación
Permiso de Trabajo Nocturno Salvoconducto de movilización Autorización de sitios de traslado o Compensaciones Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.9.3 Construcción de muros de contención

Los muros de contención son independientes a la estructura del puente, serán construidos en concreto reforzado como estructura de soporte para la losa de aproximación al puente, en los costados de cada puente. Para la conformación de cada una de las losas de aproximación, se realizará la construcción de 3 muros, que podrán denominarse muros laterales y posterior. Los muros laterales tendrán una longitud de 73,5m para las dos aproximaciones del puente norte y para la aproximación oriental del puente sur, mientras que la aproximación occidental del puente sur tendrá una longitud de 63m, la pendiente de cada aproximación será construida de acuerdo con la pendiente diseñada para la interconexión con el puente. El muro posterior varia para cada una de las aproximaciones, para el puente norte será de 6,08m para la aproximación occidental y de 5,64m para la aproximación oriental, por otra parte, la aproximación occidental del puente sur tendrá una altura de 4,62m y 5,08m en la aproximación oriental, la parte inferior de los muros estará enterrada aproximadamente 2.25m, los muros laterales y posteriores tendrán un espesor de 0,40m. Para evitar el volcamiento del muro, la zarpa del muro será corrida, es decir que no estará centrada, sino que estará ubicada hacia la zona interior de la aproximación y tendrá un ancho de entre 3m a 5,10m de ancho el cual aumentará a medida que los muros laterales aumentan de altura, los muros posteriores tendrán una zarpa de 5,10m de ancho y el espesor de todas las zarpas es de 50 cm.

Para la construcción deberá realizarse la excavación con el ancho requerido para la zarpa del muro y la profundidad que se requiera para su estabilidad, se realizará el vaciado de un concreto pobre de base, continuando con la instalación del acero de refuerzo y de formaleta, se procederá a fundir la zarpa, asegurando que se deja el acero amarrado desde la base para poder instalarlo al resto del muro, posteriormente, se instalará el acero de refuerzo faltante y la formaleta, finalizando con la fundida del muro de acuerdo con las especificadas de los diseños.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de los muros de contención se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 /

9_1. La información de los proveedores de materiales se relaciona en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5 Documentación proveedores.

En la Fotografía 7 se presenta un ejemplo de un muro de contención:



Fotografía 7 Construcción muro de contención

Fuente: (ArchiExpo, 2022)

En la Figura 38 se presenta el esquema del muro de contención que se será construido:

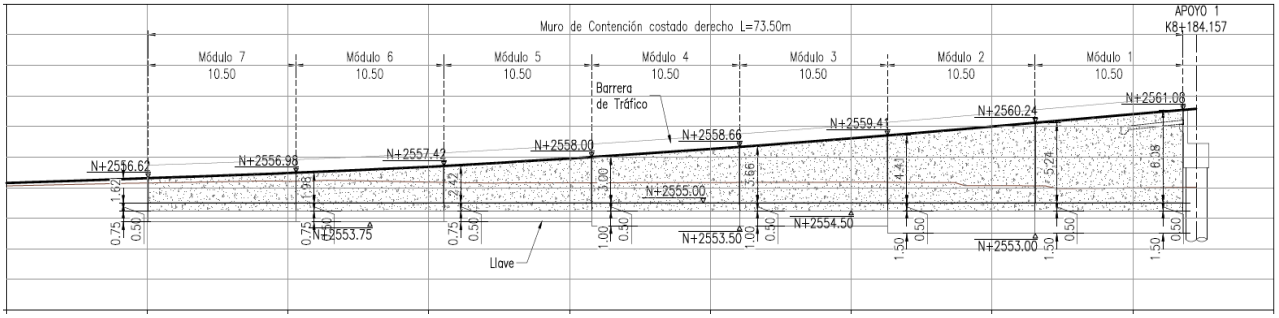


Figura 39 Esquema del muro de contención

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 36 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de muros de cimentación:

Tabla 36 – Generalidades actividad de Construcción de muros de cimentación

Generalidades actividad de Construcción de muros de cimentación
Duración de la actividad: 10 meses

Generalidades actividad de Construcción de muros de cimentación
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, formaleta, Alambre.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta mínima de RCD. Se aclara que los RCD producto del material de excavación se encuentran totalizados en la actividad de excavación.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria o el uso de desmoldante.
Equipo menor: Taladros, martillo, Vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, desmoldante.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 40 se presenta el procedimiento para la construcción del muro de contención:

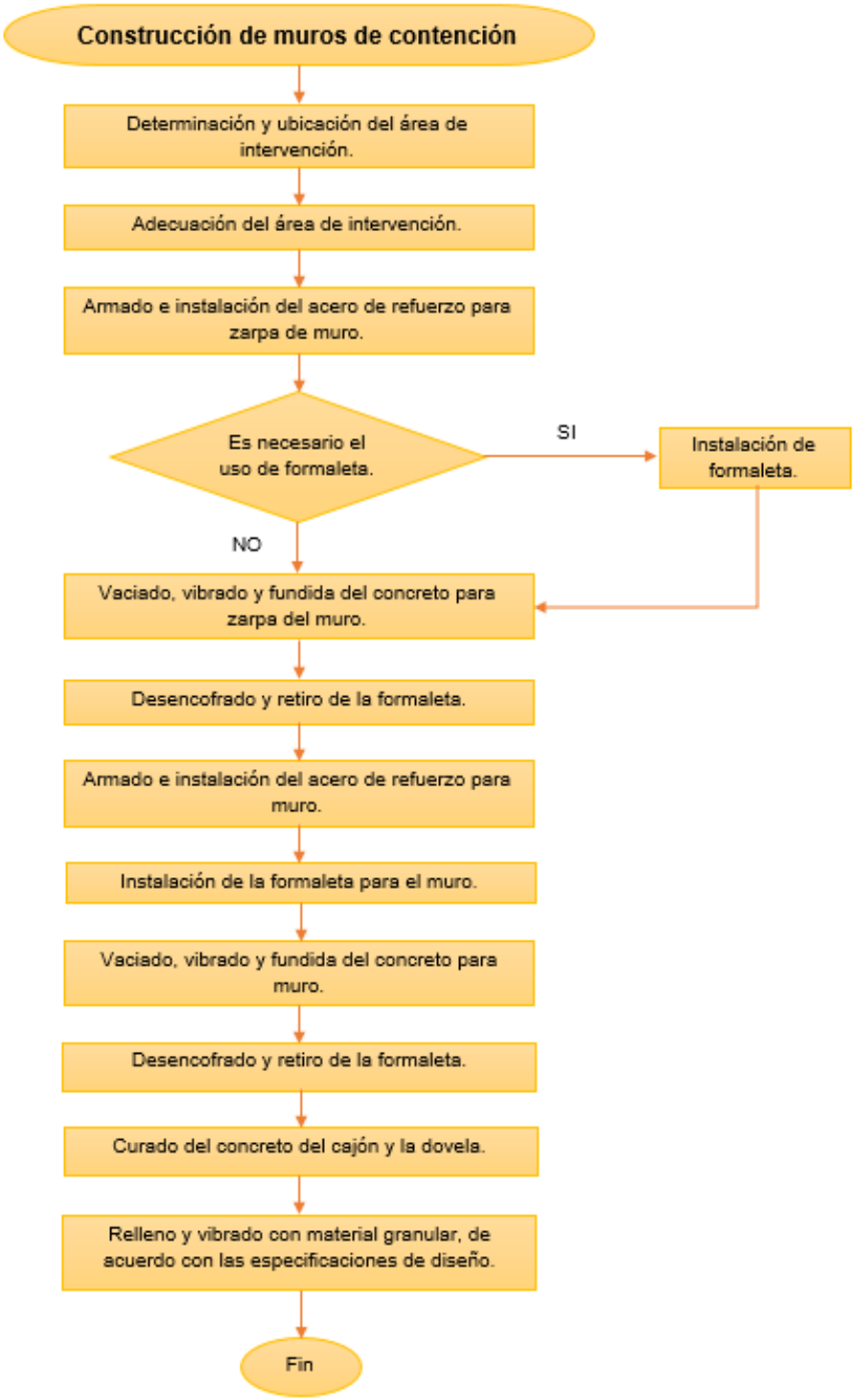


Figura 40 Diagrama Construcción de muros de contención

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 37 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de muros de contención, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 37 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de muros de contención

Actividad	Construcción de muros de contención
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración a las condiciones geomorfológicas (Generación de vibraciones) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de muros de contención	

Permiso de Trabajo Nocturno
Autorización de sitios de traslado o Compensaciones
Permisos y licencias proveedores de materiales
Plan de Manejo de Fauna Silvestre
Permisos Proveedor Suministro de Agua
Permisos del Gestor de Reciclaje
Permisos y Licencias Gestor RESPEL
El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.10 Construcción de pilas, vigas capitel, estribos, pilas y dovelas

7.1.2.10.1 Construcción de pilas

Para los apoyos 2, 3, 4 y 5 se realizará la construcción de pilas rectangulares, las cuales estarán directamente posicionadas sobre los dados de cimentación construidos previamente. Para los apoyos 3 y 4 se construirán pilas rectangulares huecas, en el caso del puente norte estas pilas tendrán unas dimensiones de 6m de largo, 3 m de ancho y una altura de 6.8m aproximadamente, mientras que para el puente sur la altura de las pilas será de 6.5 m. Para los apoyos 2 y 5 se construirán pilas rectangulares macizas, teniendo en cuenta que las dimensiones de estas pilas son inferiores a la de los apoyos centrales. Las medidas de las pilas macizas son 6 m de largo, 1.5 m de ancho y una altura aproximada de 5.6m.

Para la construcción de las pilas deberá realizarse el montaje de la formaleta junto con andamios o sistemas auto trepantes que permitan aumentar la altura del elemento, de igual manera deberá realizarse el armado e instalación de acero de acuerdo con los diseños; a medida que se vaya instalando la formaleta, al tener la altura deseada, se realizará el vaciado de concreto mediante el uso de una auto bomba de concreto, posteriormente el vibrado y nivelación del elemento, al finalizar y completar el fraguado se procede a desencofrar y se continúa el curado mediante la aplicación de agua.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las pilas se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se relaciona en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5 Documentación proveedores, y los proveedores de agua se relacionan en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_14.

En la Fotografía 8 se presenta el montaje y construcción de pilas:



Fotografía 8 Construcción de pilas

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 41 se presenta la planta para la pila del apoyo 3 que se será construido:

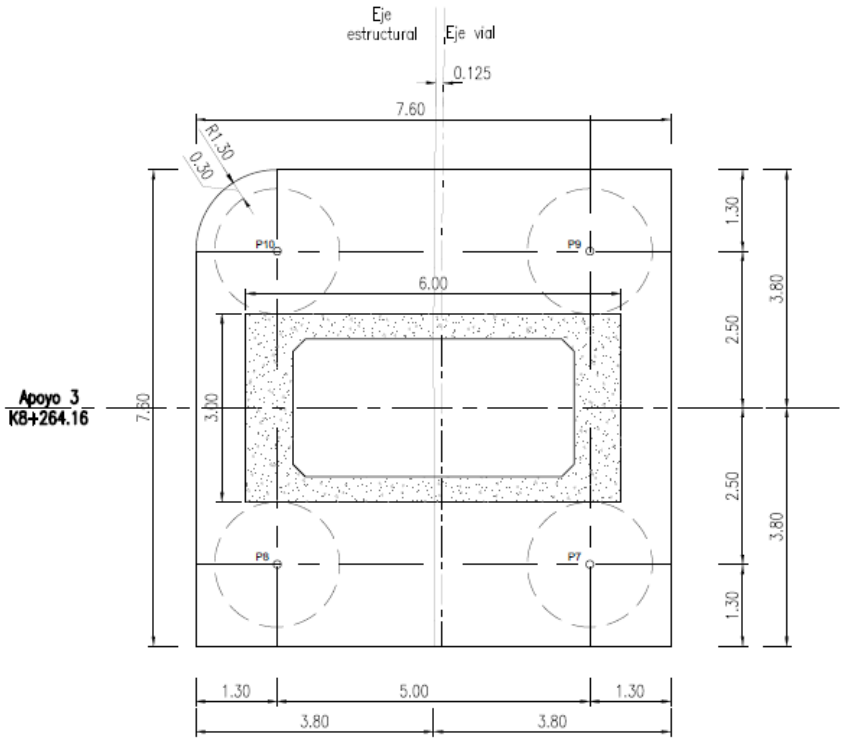


Figura 41 Planta pila apoyo 3

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 38 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de pilas:

Tabla 38 – Generalidades actividad de Construcción de pilas

Generalidades actividad de Construcción de pilas
Duración de la actividad: 4 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, formaleta, Alambre, Andamios.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Para el curado de las pilas se estima un consumo de 16.51 m3 de agua.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria, o uso de desmoldante
Equipo menor: Taladros, martillo, Vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Grúa, Autobomba de concreto, mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, desmoldante.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 42 se presenta el proceso de construcción de las pilas para el puente sur y norte:

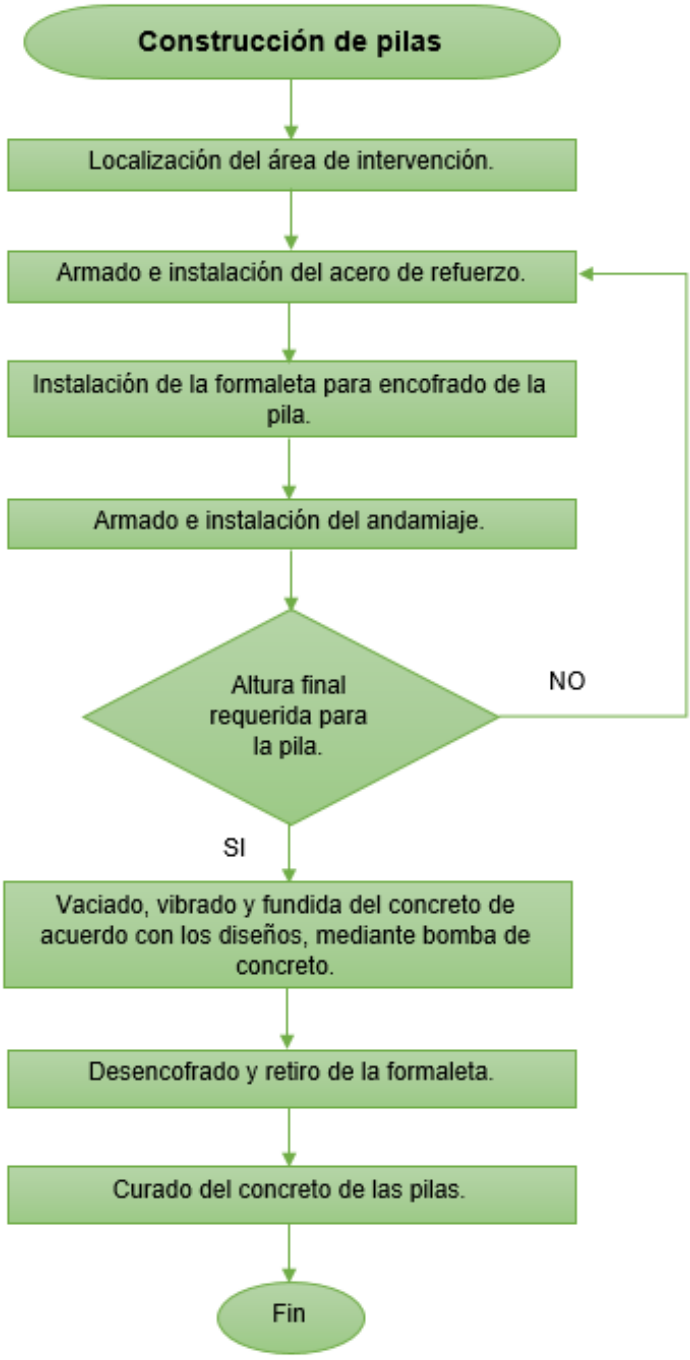


Figura 42 Diagrama Construcción de pilas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 39 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de pilas, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 39 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de pilas

Actividad	Construcción de pilas
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración a las condiciones geomorfológicas (Generación de vibraciones) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de pilas	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.10.2 Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Al finalizar la construcción de las pilas se procede a realizar la construcción de los elementos de soporte, dependiendo de cada apoyo se construirá un elemento diferente. Para los apoyos 3 y 4 se realizará la construcción de la dovela inicial, la cual hará parte de la superestructura del puente, estas dovelas contarán con una altura libre del cajón de 4.5m.

Para los apoyos 2 y 5 se realizará la construcción de una viga capitel sobre la que se soportará la superestructura compuesta por dovelas, esta tendrá forma rectangular y contará con un largo de 6m, un ancho de 3m y una altura de, sobre esta viga capitel se instalarán apoyos en neopreno que permitirán que la superestructura sea apoyada sobre el elemento.

Finalmente, para los apoyos 1 y 6 se realizará la construcción de un estribo el cual estará apoyado sobre los pilotes de cimentación que serán construidos con una altura de 0.7m sobre el nivel del suelo, el estribo será el soporte para los extremos de la super estructura, igualmente, se instalarán apoyos en neopreno para que se pueda apoyar la super estructura del puente sobre el estribo, el elemento será como el que se relaciona en la siguiente figura.

La construcción de estos elementos puede iniciar cuando las pilas cuentan con 7 días de fraguado, al ser a una altura considerable sobre el nivel del suelo, para su construcción será necesario como primera medida realizar el montaje de andamios y elementos de cimbra, posteriormente se realizará el armado e instalación del acero de refuerzo y de la formaleta de acuerdo con la forma y necesidades de cada elemento, posteriormente, se realizará la fundida de los elementos mediante una autobomba de concreto, teniendo en cuenta la altura de los elementos, finalizando con el desencofrado después de que el concreto ha fraguado y el curado del concreto.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las dovelas iniciales, estribos y vigas capitel se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Figura 43 se presenta el tipo de elemento que será construido para los diferentes apoyos:

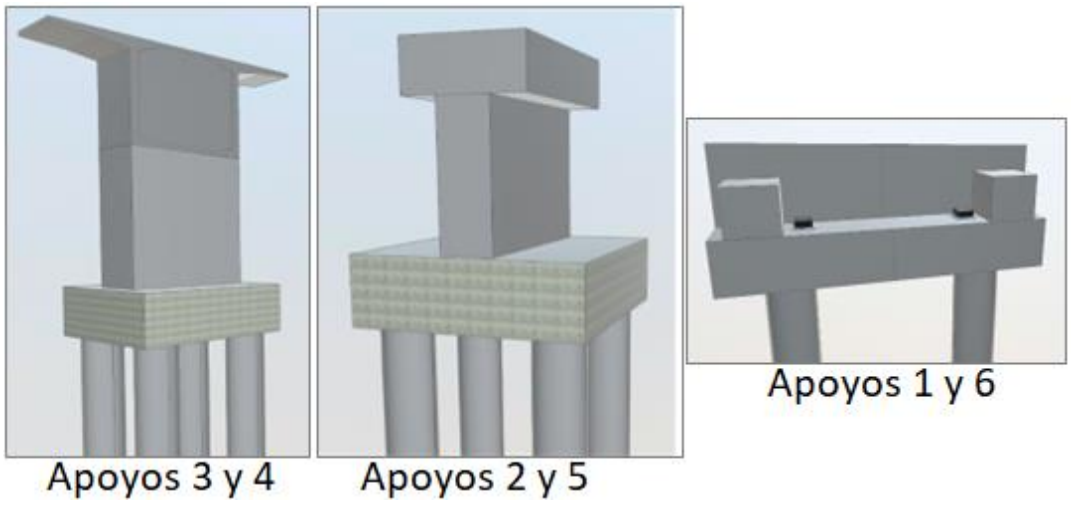


Figura 43 Esquema de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Figura 43 se presenta la dovela inicial que será construida en el apoyo 3:

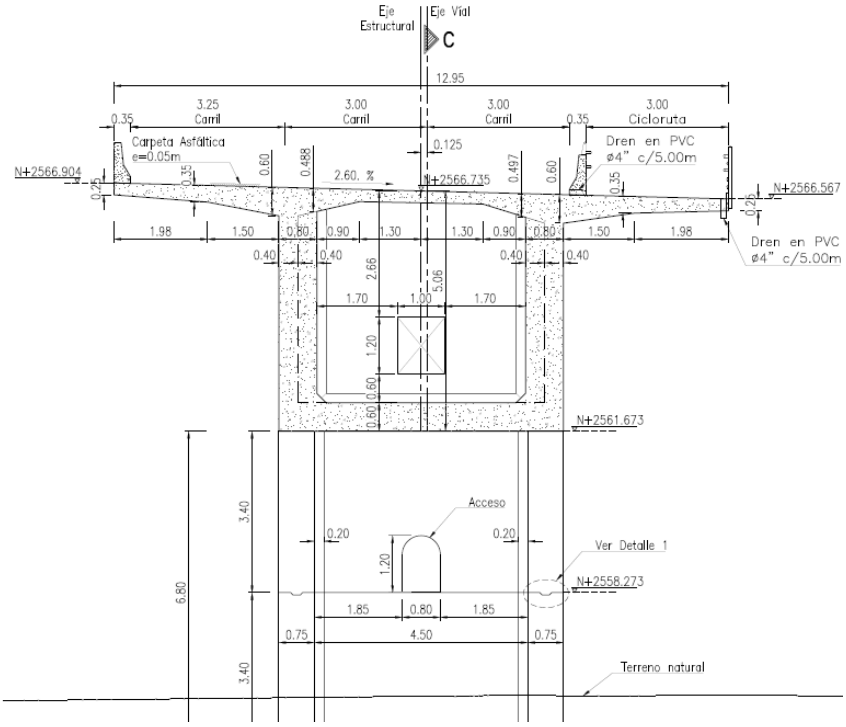


Figura 44 Esquema de dovela inicial

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 40 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos:

Tabla 40 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Generalidades actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos
Duración de la actividad: 4 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, formaleta, Alambre, Andamios, Apoyos es neopreno, Ductos, Cable de acero.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).

Generalidades actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria, uso de desmoldante.
Equipo menor: Taladros, martillo, Vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Retroexcavadora, Grúa, Autobomba de concreto, mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, desmoldante.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 45 se presenta el diagrama con el procedimiento para la construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

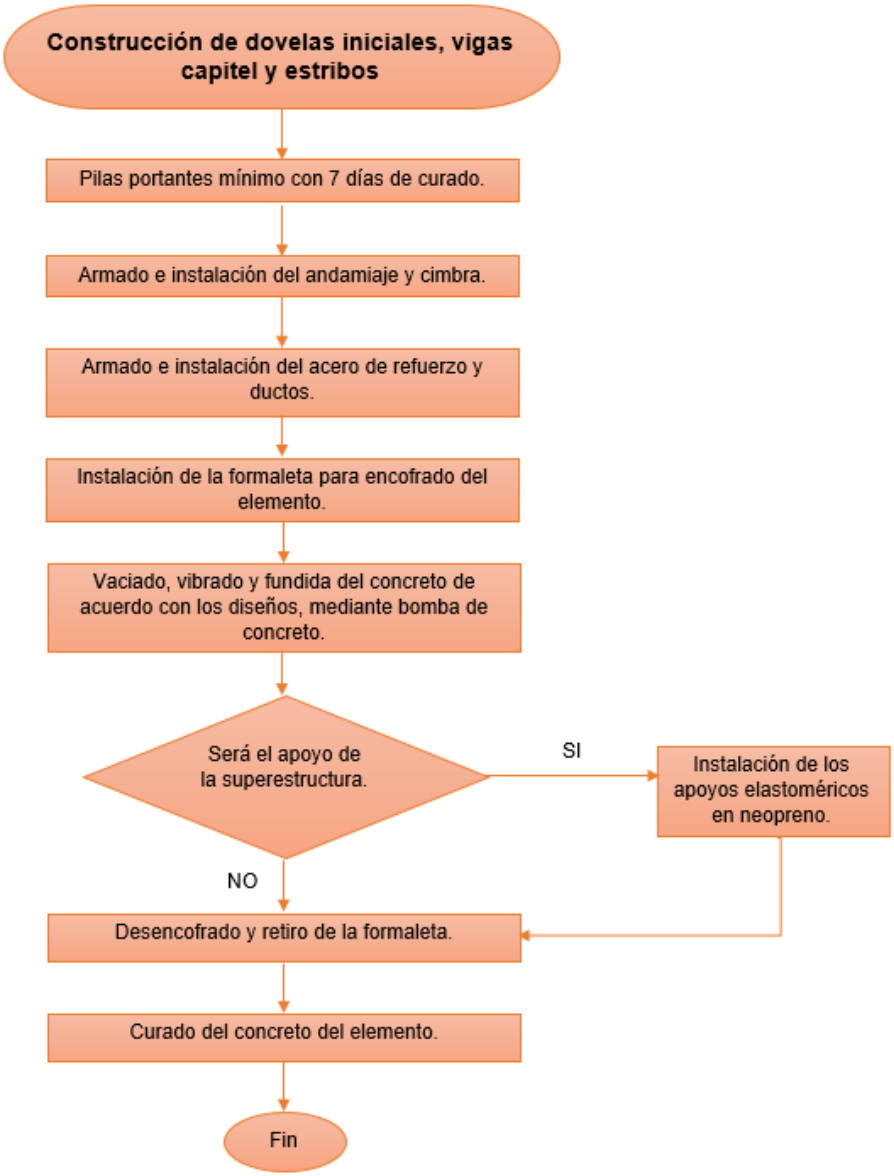


Figura 45 Diagrama Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 41 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 41 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos

Actividad	Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.10.3 Construcción de dovelas

Las dovelas que conforman la superestructura del puente serán construidas mediante el método de voladizos sucesivos, es decir que, para su construcción se hará uso de carros de avance que permitan realizar la construcción de estos elementos sin una estructura de soporte apoyada sobre el suelo. La construcción de los elementos iniciará en los apoyos 3 y 4 hacia el centro del puente, para posteriormente continuar hacia los extremos. La altura del cajón hueco de los elementos será variable

entre 2 y 5 m, la ubicación de la dovela será la que determine la altura libre; la placa o tablero superior contará con un ancho de 13 m y el ancho del cajón será de 6 m, en la Figura 46 se muestra un ejemplo de construcción mediante dovelas construidas mediante un carro de avance:

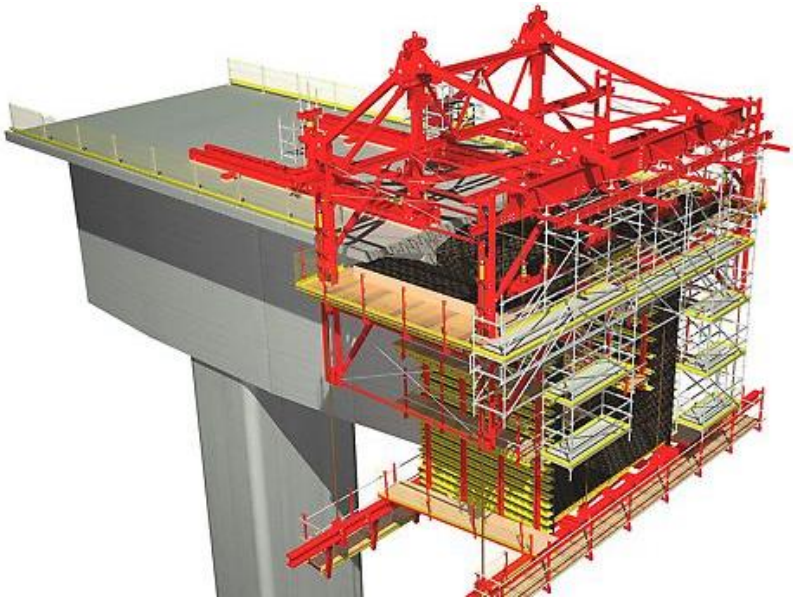


Figura 46 Construcción de dovelas

Fuente: (Peri, 2022)

La construcción de las dovelas podrá iniciar cuando las dovelas iniciales tengan 7 días de fraguado, posteriormente, se realizará el montaje de los carros de avance los cuales tienen la capacidad de ser ajustados para dar la altura libre al cajón de acuerdo con la zona de construcción, según corresponda; posteriormente se realizará el armado del acero de refuerzo acorde a los diseños y se funde la dovela mediante una autobomba. Al finalizar el fraguado y cuando la dovela recién construida adquiera la resistencia necesaria se realizará el desplazamiento de los carros de avance a la siguiente dovela para repetir nuevamente el procedimiento hasta completar la longitud requerida.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las dovelas se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

Como puede observarse en la Figura 47 la altura del cajón libre de las dovelas disminuye a medida que se aleja de los apoyos 3 y 4, con el fin contrarrestar los momentos y cortantes, así como en función del peso.

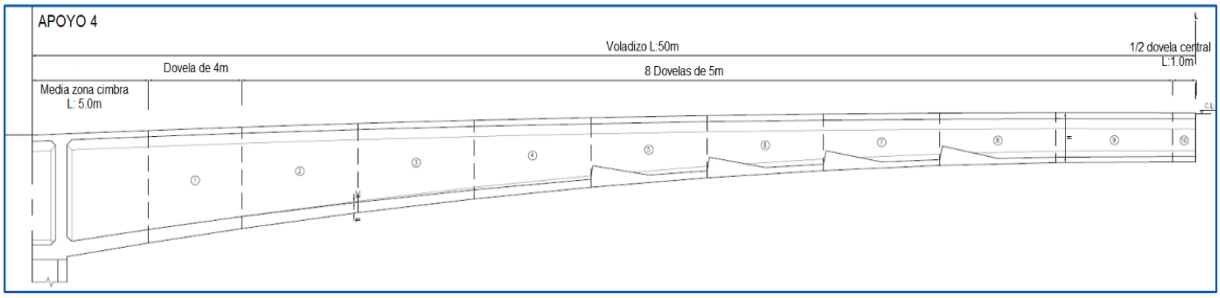


Figura 47 Configuración vano de dovelas viga central

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 42 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de dovelas:

Tabla 42 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas

Generalidades actividad de Construcción de dovelas
Duración de la actividad: 10 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, formaleta, Alambre, Andamios, Ductos, Cables de acero.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria o uso de desmoldante.
Equipo menor: Taladros, martillo, Vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Grúa, Autobomba de concreto, mixer de concreto, volquetas, carros de avance.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, desmoldante.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 48 se presenta el diagrama con el procedimiento para la construcción de dovelas:

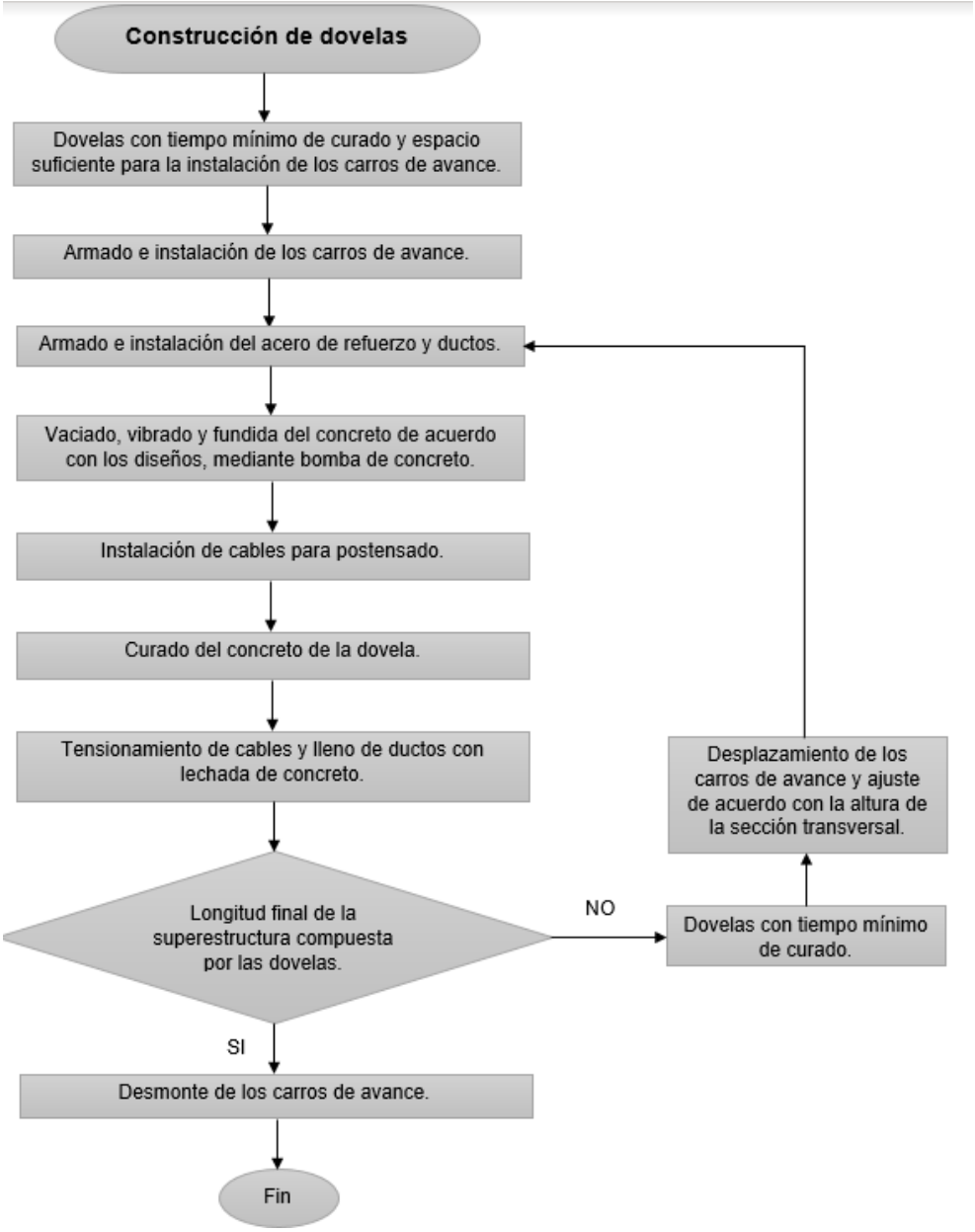


Figura 48 Diagrama Construcción de dovelas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 43 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de dovelas, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 43 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas

Actividad	Construcción de dovelas
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de dovelas	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.10.4 Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Para las zonas donde se unen dos elementos se realizará la construcción de una dovela de unión o de cierre mediante elementos cimbrados o si se desea agilizar el proceso de construcción en otras zonas del puente. Para la construcción de estos elementos se deben mantener los mismos principios que con las dovelas en voladizos sucesivos, es decir que la altura del cajón libre varíe según los requerimientos de diseño.

Para la construcción mediante este método es primordial realizar un montaje de andamios y del cimbrado que será utilizado como apoyo de la superestructura para su construcción, posteriormente se realizará el armado del acero y la formaleta con las medidas requeridas y se realizará la fundida del elemento usando la autobomba de concreto, al fraguarse el concreto se realizará el desencofrado del elemento.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las dovelas de cierre y vigas tipo cajón se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 9 se presenta un ejemplo de construcción de viga cajón cimbrada:



Fotografía 9 Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 44 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada:

Tabla 44 – Generalidades actividad de Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Generalidades actividad de Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada
Duración de la actividad: 10 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Concreto, Acero de refuerzo, formaleta, Alambre, Andamios, Ductos, Cables de acero.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.

Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria o uso de desmoldante.
Equipo menor: Taladros, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Grúa, Autobomba de concreto, mixer de concreto, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, desmoldante.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 49 se presenta el diagrama con el proceso constructivo para las dovelas de cierre y viga cajón cimbrada:

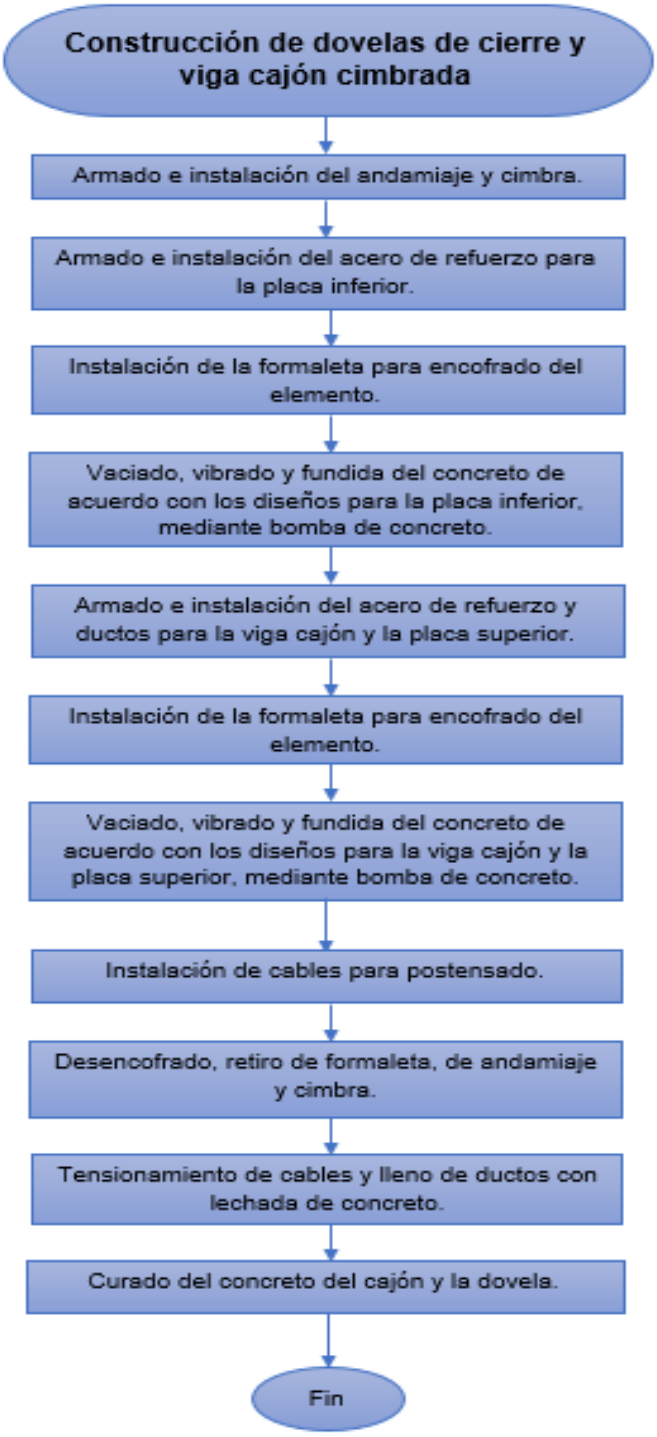


Figura 49 Diagrama Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 45 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 45 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada

Actividad	Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

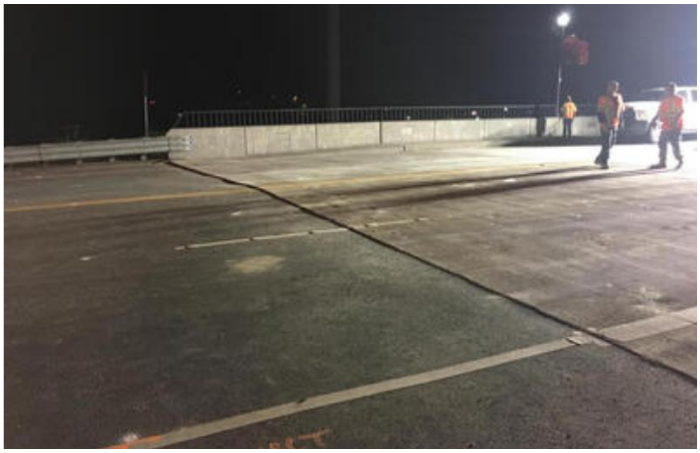
7.1.2.11 Construcción de losas de aproximación

La losa de aproximación es la estructura que da acceso al puente por los extremos, la losa será construida en pavimento asfáltico, con el fin de que todo el puente tenga el mismo tipo de capa de

rodadura, este pavimento estará confinada por los muros de contención y apoyado sobre bloques de poliestireno sobre los que se instalará y compactará la estructura de material granular que permita cumplir con las especificaciones técnicas necesarias para el correcto funcionamiento de las losas.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las losas de aproximación se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 10 se presenta un ejemplo de una losa de aproximación construida al empatar con la estructura del puente:



Fotografía 10 Losa de aproximación

Fuente: (ArchiExpo, 2022)

En la Tabla 46 se presentan las generalidades para la actividad de Construcción de losas de aproximación:

Tabla 46 – Generalidades actividad de Construcción de losas de aproximación

Generalidades actividad de Construcción de losas de aproximación
Duración de la actividad: 6 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Asfalto, material Granular, Agua, Bloques en poliestireno, Riego de imprimación.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo de agua para el desarrollo de la actividad de 277,72 m3.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.

Generalidades actividad de Construcción de losas de aproximación
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria
Equipo menor: Taladros, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Finisher, Vibro compactador, volquetas, retroexcavadora, Minicargador, mixer de concreto.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 50 se presenta el procedimiento para la construcción de las losas de aproximación:

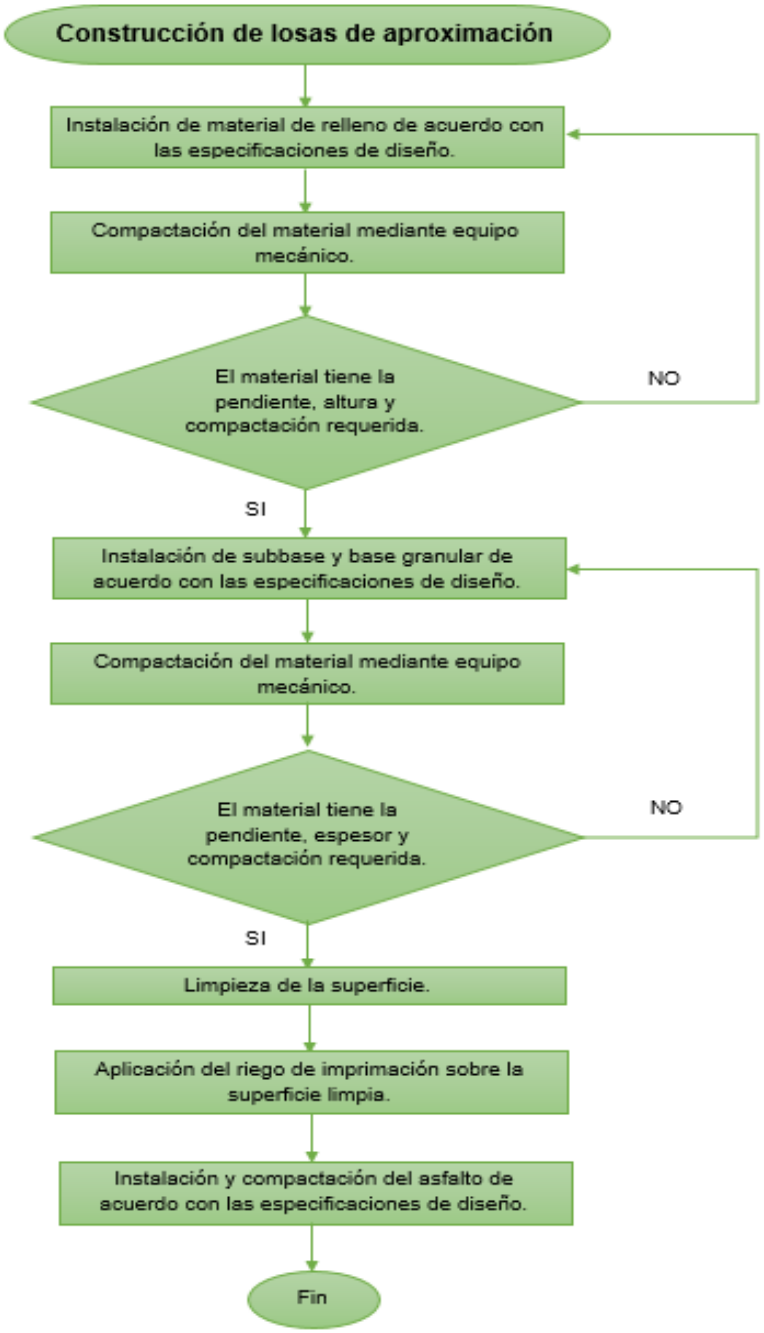


Figura 50 Diagrama Construcción de losas de aproximación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 47 se presentan los impactos y riesgos generados por la construcción de las losas de aproximación, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 47 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Construcción de muros de contención

Actividad	Construcción de losas de aproximación
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados PM_AB_06 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Manejo de las condiciones geomorfológicas y control de erosión PM_AB_17 Programa de manejo de fauna urbana PM_B_01 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02
Permisos aplicables para la actividad de Construcción de losas de aproximación	
Permiso de Trabajo Nocturno Autorización de sitios de traslado o Compensaciones Permisos y licencias proveedores de materiales Plan de Manejo de Fauna Silvestre Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL	

Actividad	Construcción de losas de aproximación
El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.12 Instalación capa de rodadura

Sobre la viga que conforma la superestructura del puente deberá conformarse la capa de rodadura en pavimento asfáltico, la cual tendrá un espesor de 5 cm y deberá ser conformada a lo largo y ancho de toda la superestructura, deberá empatar con la capa de rodadura de la losa de aproximación, se debe unir mediante la junta de dilatación que se elija para realizar el empate. El pavimento utilizado para la capa de rodadura deberá contar con un 30% de granulo de caucho reciclado en su composición, con el fin de utilizar materiales reciclados, garantizando las condiciones del asfalto utilizado.

Para la construcción de la capa de rodadura se hace una limpieza general de la superficie, se aplica riego de imprimación sobre toda la placa de la superestructura, posteriormente se realiza el vaciado del asfalto con las características especificadas en los diseños, será esparcido y compactado con ayuda de la maquinaria especificada, garantizando que cumpla con todos los requerimientos.

Las cantidades de materiales necesarias para la instalación de la capa de rodadura se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 11 se presenta el proceso de compactación y nivelación de la capa de rodadura sobre un puente:



Fotografía 11 Capa de rodadura

Fuente: (Wirtgen Group, 2022)

En la Tabla 48 se presentan las generalidades para la actividad de Instalación de la capa de rodadura:

Tabla 48 – Generalidades actividad de Instalación capa de rodadura

Generalidades actividad de Instalación capa de rodadura
Duración de la actividad: 5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Asfalto, riego de imprimación.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo de agua mínimo para el desarrollo de la actividad.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria, mala aplicación del riego de imprimación.
Equipo menor: Taladros, martillo y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Finisher, Vibro compactador, volquetas, retroexcavadora, Minicargador.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, riego de imprimación.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 51 se presenta el diagrama con el procedimiento para la actividad de Instalación de capa de rodadura:

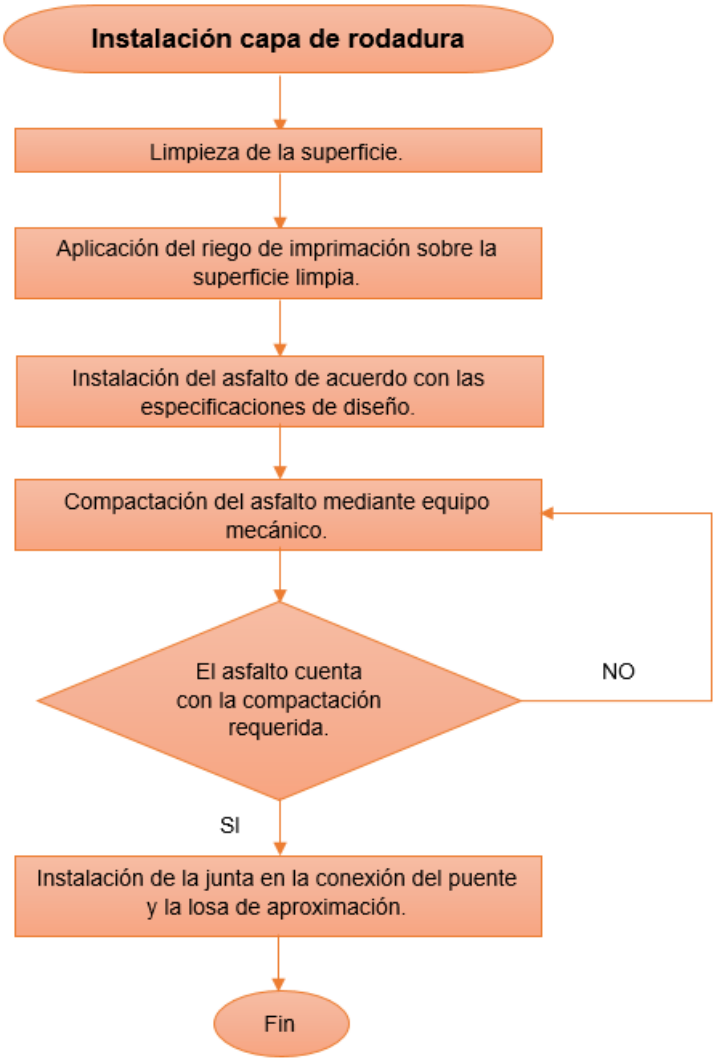


Figura 51 Diagrama Instalación capa de rodadura

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 49 se presentan los impactos y riesgos generados por la Instalación de la capa de rodadura, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 49 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Instalación capa de rodadura

Actividad	Instalación capa de rodadura
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora

Actividad	Instalación capa de rodadura
	Alteración a los niveles de presión sonora (Emisión de ruido) Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la actividad de Instalación capa de rodadura	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.13 Ejecución de obras civiles menores

Para finalizar la construcción del puente y que pueda ser puesto en funcionamiento, se requiere la ejecución de obras menores de seguridad, estéticas y estructurales:

- Instalación de barreras de protección

Para la seguridad y protección de los usuarios deberá realizarse la instalación de barreras tipo new jersey sobre los costados del puente, las cuales podrán ser en concreto construidas in situ o prefabricadas. Del mismo modo, se hará la instalación de barreras para la definición de la ciclorruta, la cual será instalada para los dos puentes cuando se finalice su construcción.

- Señalización vial

Con el fin de brindar una mayor seguridad, se realizará la ejecución de las obras de señalización vial horizontal, es decir la instalación de tachas reflectivas y demarcación de carriles de acuerdo con los diseños de señalización y demarcación de la ciclorruta.

- Instalación de alumbrado público

Para garantizar una movilidad más segura tanto para peatones como para los vehículos, se realizará la instalación del alumbrado público para los dos puentes construidos, se instalarán los postes, las luminarias y las conexiones eléctricas. La instalación se hará de acuerdo con los diseños, garantizando que la iluminación sea acorde a las necesidades del proyecto.

- Resane de la estructura

Durante la construcción de la super estructura es posible que se presenten lugares en los que el concreto que ha sido fundido no cubra totalmente la superficie, debido a distintas situaciones que pueden presentarse durante el proceso de vaciado y vibrado del concreto, las pequeñas imperfecciones pueden ser tratadas mediante un proceso de resane, y se pueden rellenar los espacios con un material que sea especializado para este tipo de labores, mejorando las capacidades estructurales del elemento y estéticamente.

Las cantidades de materiales necesarias para la construcción de las barreras de protección se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 12 se presenta un ejemplo de tacha reflectiva y barandas de protección que podrían instalarse durante la construcción de los puentes:



Señalización vial



Instalación de barreras de protección

Fotografía 12 Ejecución de obras menores

Fuente: (Neoland SAS, 2022) y (Revista vial, 2022)

En la Tabla 50 se presentan las generalidades para las actividades de instalación de barreras de protección, señalización vial, instalación de alumbrado público y el resane de la estructura:

Tabla 50 – Generalidades para la ejecución de obras civiles menores

Generalidades para la ejecución de obras civiles menores
Duración de la actividad: 3 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Tachas reflectivas, Pintura, Barreras de protección, Luminarias, Postes, Andamios, Material de resane estructural.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria y vehículos o por algún accidente que genere algún derrame de pintura o por la mala disposición de bolsas de cemento.
Equipo menor: Pistola para instalación de tornillos, taladro y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Volquetas, Minicargador, Grúa.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, Pintura, bolsas de cemento.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 52 se presenta el proceso de ejecución de las obras civiles menores para la operación de los puentes:

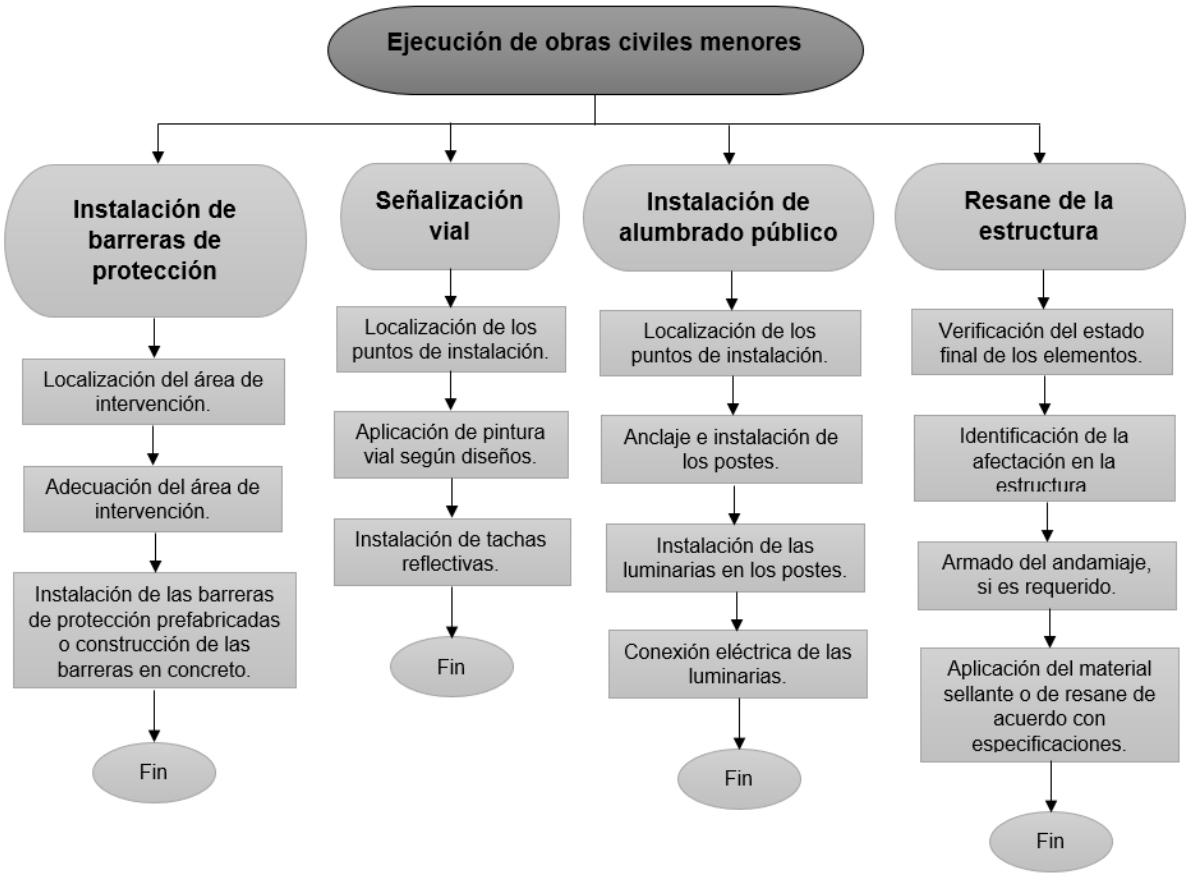


Figura 52 Diagrama ejecución de obras civiles menores

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 51 se presentan los impactos y riesgos generados por la para las actividades de instalación de barreras de protección, señalización vial, instalación de alumbrado público y el resane de la estructura, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 51 – Impactos, programas y permisos aplicables a la Ejecución de obras civiles menores

Actividad	Ejecución de obras civiles menores
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer

Actividad	Ejecución de obras civiles menores
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo de materiales PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de vertimientos PM_AB_05 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12
Permisos aplicables para la Ejecución de obras civiles menores	
Permiso de Trabajo Nocturno PIN del generador de RCD Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos y Licencias Sitios de disposición de RCD Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.14 Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Las zonas duras existentes que se vean afectadas o que deban ser demolidas para poder realizar la construcción de estas estructuras, deberán ser reconformadas o reconstruidas para que nuevamente puedan estar al servicio de la comunidad, por lo que al finalizar la construcción de los puentes se intervendrán vías y andenes para que puedan ser puestos en funcionamiento.

Después de localizar el área a intervenir se extenderá y compactará el material granular acorde a las necesidades de cada zona en particular y de los diseños. Para el terminado de los andenes se plantean dos metodologías de construcción, la primera es la conformación de los andenes en concreto y la segunda mediante la instalación de adoquines y losetas. Para el terminado en concreto se realizará el armado del acero sobre la estructura en material granular y se fundirá el concreto debidamente vibrado, aplicando el terminado de acuerdo como se especifique. Para la terminación en adoquín y loseta se realizará la instalación de una base en arena de aproximadamente 4 cm de espesor, continuando con la instalación de los adoquines y losetas que deberán ser debidamente posicionados, finalmente se realiza el sello en arena entre los elementos, finalizando de esta forma la instalación.

Para la reconformación de las vías con asfalto se realizará inicialmente una limpieza sobre el material granular instalado previamente que formará parte de la estructura del pavimento, posteriormente se aplicará el riego de imprimación sobre esta superficie en material granular, para finalmente extender y compactar el asfalto con las características que se especifican en los diseños.

Las cantidades de material granular necesarias para la conformación de base y sub base se incluyen en el numeral 7.4.3 Materiales de construcción y en el en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_1. La información de los proveedores de materiales se encuentra en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A12 / 12_5.

En la Fotografía 13 se presenta un ejemplo de conformación y terminado de andén:



Fotografía 13 Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Fuente: (Alcaldía de Medellín, 2022)

En la Tabla 52 se presentan las generalidades para la actividad de conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos:

Tabla 52 – Generalidades para la actividad de conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Generalidades para la actividad de conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos
Duración de la actividad: 15 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Asfalto, Material Granular, Riego de imprimación, Concreto, Acero de refuerzo.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria o mal uso del riego de imprimación.
Equipo menor: Pala, pica, vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Finisher, Vibro compactador, volquetas, retroexcavadora, Minicargador, Mixer.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite, riego de imprimación.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 53 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos:

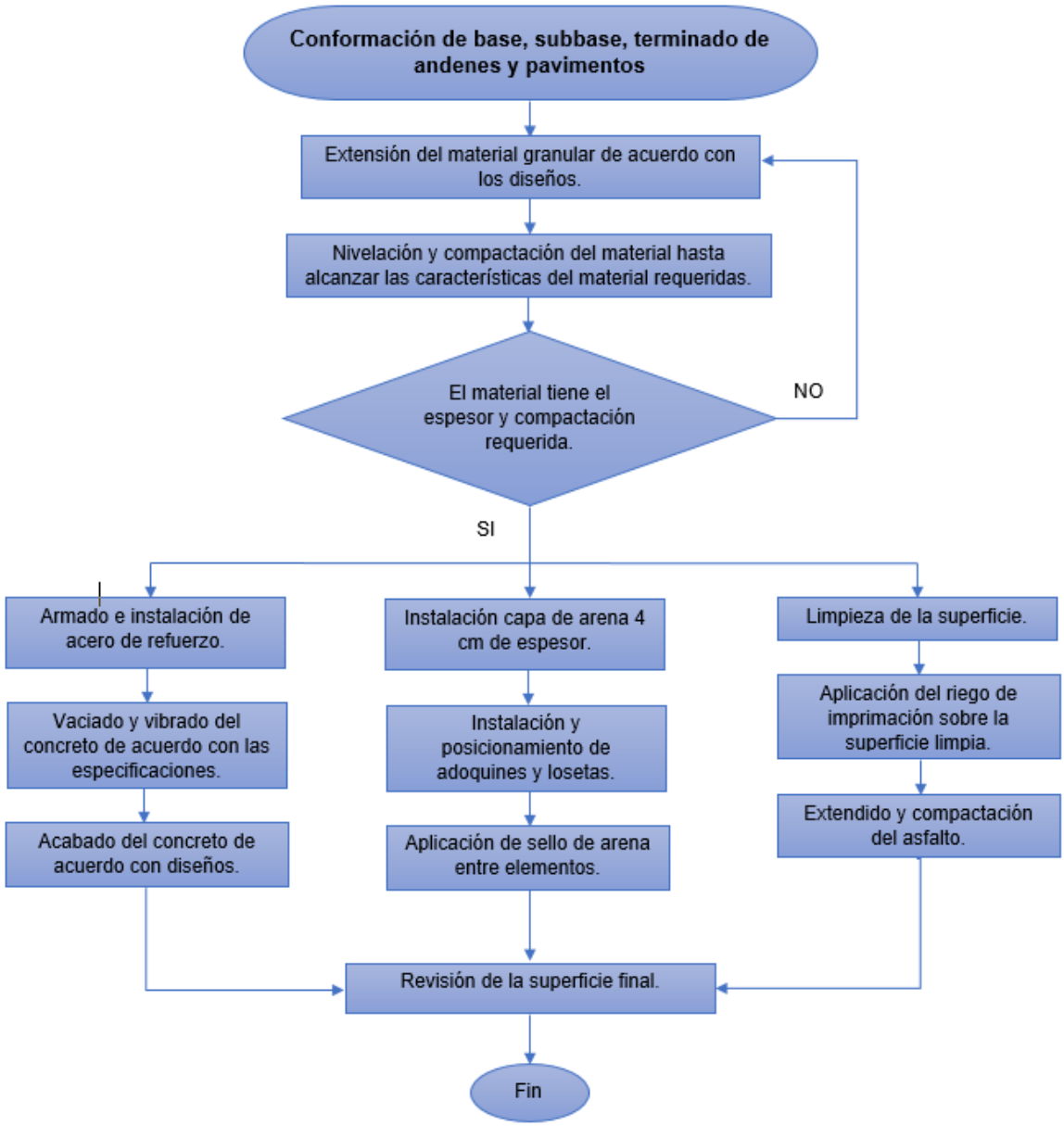


Figura 53 Diagrama de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 53 se presentan los impactos y riesgos generados por la para la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 53 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos

Actividad	Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales: PM-AB-02 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de gases de efecto invernadero PM-AB-11 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Programa de manejo de instalaciones temporales PM_AB_15 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16
Permisos aplicables para la actividad de Conformación de base, subbase, terminado de andenes y pavimentos	
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.15 Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Al finalizar la construcción de los puentes deberá realizarse la adecuación del espacio público y el mobiliario urbano para reestablecer el área de influencia directa que fue intervenida previamente. Del mismo modo, se implementará el diseño paisajístico establecido, el cual corresponderá a las nuevas necesidades de la zona. El diseño paisajístico propone la plantación de ciento dieciocho (118) individuos arbóreos de cinco (5) especies y treinta y seis (36) individuos arbóreos de permanencia, teniendo como balance final positivo de zonas verdes un total de 59,41 m^2. se estableció que la plantación de individuos arbóreos en andenes y zonas duras se llevará a cabo en los andenes en contenedores de 0.86 metros por 2.35 metros libres (2.021 m^2) para el buen desarrollo del sistema radicular de los árboles y los alcorques ubicados sobre las vías principales o de alto flujo. Adicionalmente, dentro del óvalo, en la plazoleta suroriental y en el arbolado de alineación cerca del carril BRT se emplean contenedores de raíces de 1.58 metros por 1.70 metros (2.68 m^2) debido al tamaño de la especie empleada en este punto.

Conforme con lo anterior, en la Tabla 54 se presenta el arbolado nuevo propuesto y en la Vale la pena resaltar que estas especies están sujetas a actualización teniendo en cuenta que en el marco de la selección de las especies aptas por plantar se tienen en cuenta las descritas en el apéndice 15 anexo 1, sin embargo, cabe resaltar que el listado inicial de diecinueve (19) especies se amplió a sesenta y nueve (69) con el fin de garantizar lo establecido por el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaria Distrital de Ambiente que plantean que las compensaciones deben buscar generen bosques urbanos y presentar composiciones con diferentes portes, es decir una composición multiestrato (mezcla de ejemplares de tamaño bajo, medio y alto) para buscar generar conectividad ecológica. Dicho listado ampliado fue puesto a consideración de las entidades ambientales competentes y fue aprobado por la Banca multilateral

Tabla 55 la jardinería propuesta teniendo en cuenta las especies a usar y la cantidad para cada una de ellas.

Tabla 54 – Arbolado aprobado por el Acta WR1225

Nombre científico	Nombre común	Franja control ambiental	Óvalo	Plaza estación	Anden av. 1° mayo	Total
Ficus tequendamae	Caucho Tequendama		X	X		2
Lafoensia acuminata	Guayacán de Manizales		X	X	X	46
Liquidámbar Styraciflua	Liquidámbar		X			16
Myrsine guianensis	Cucharo		X	X	X	32

Nombre científico	Nombre común	Franja control ambiental	Óvalo	Plaza estación	Anden av. 1° mayo	Total
Schinus molle	Falso pimiento		X	X		22
					TOTAL	118

Tomado de: Acta de Aprobación diseños WR 1225 – 2022

Vale la pena resaltar que estas especies están sujetas a actualización teniendo en cuenta que en el marco de la selección de las especies aptas por plantar se tienen en cuenta las descritas en el apéndice 15 anexo 1, sin embargo, cabe resaltar que el listado inicial de diecinueve (19) especies se amplió a sesenta y nueve (69) con el fin de garantizar lo establecido por el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaria Distrital de Ambiente que plantean que las compensaciones deben buscar generen bosques urbanos y presentar composiciones con diferentes portes, es decir una composición multiestrato (mezcla de ejemplares de tamaño bajo, medio y alto) para buscar generar conectividad ecológica. Dicho listado ampliado fue puesto a consideración de las entidades ambientales competentes y fue aprobado por la Banca multilateral

Tabla 55 – Jardinería aprobado por el Acta WR1225

Nombre científico	Nombre común	Densidad /m2	Área parcial
Acanthus mollis	Acanto	8	6,46
Achyrocline satureioides	Vira	2	4,86
Agapanthus africanus	Agapanto azul	8	120,98
Agapanthus africanus albus	Agapanto blanco	8	39,20
Allium schoenoprasum	Cebollín	8	52,75
Asclepias curassavica	Bencenuco	6	5,42
Chlorophytum comosum	Cinta amarilla	12	75,10
Chrysanthemum sp.	Crisantemo	10	5,41
Clivia miniata	Clivia	8	11,44
Dietes vegeta	Dietes	10	33,67
Dryopteris filix-mas	Helecho macho	4	17,30
Duranta repens	Duranta amarilla	8	91,81
Epidendrum elongatum	Epidendro	12	5,58
Hedera canariensis	Hiedra hojiancha	12	4664,69
Hemerocallis flava	Lirio amarillo	8	93,05
Lavandura angustifolia	Lavanda	4	7,77
Limonium sinuatum	Limonio	10	21,36
Lobularia maritimum	Mielecita	16	24,82
Malva sylvestris	Malva silvestre	1	9,82
Monstera deliciosa	Balazo	2	17,48
Nephrolepis pendula	Helecho crespo	4	20,52
Ornitogalum thyrsoides	Estrella de Belén	16	3,94

Nombre científico	Nombre común	Densidad /m2	Área parcial
Osteospermun ecklonis	Margarita punto azul	12	27,74
Pennisetum setaceum	Peniseto	6	10,24
Philodendron undulatum	Filodendro	2	10,86
Phormium tenax	Formio	1	17,25
Salvia officinalis	Salvia morada	4	5,72
Sansevieria trifasciata	Lengua de suegra	8	54,54
Stipa tenuissima	Estipa mexicana	6	11,20
Verbena sp.	Verbena negra	8	6,31
Vicia atropurpurea	Vicia	6	3,28
Vinca major	Vinca verde	12	682,76
		TOTAL	**6113,32**

Tomado de: Acta de Aprobación diseños WR 1225 - 2022

Las especies para plantar y la cantidad de cada especie se especifican en el acta de aprobación por parte del jardín botánico WR 1225, puede encontrarse en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_5.

En la Figura 54 y Figura 55 se presenta el diseño paisajístico aprobado por el Jardín Botánico (ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_5) para la avenida 1 de mayo con avenida 68 posterior a la ejecución de las obras de construcción y demolición:

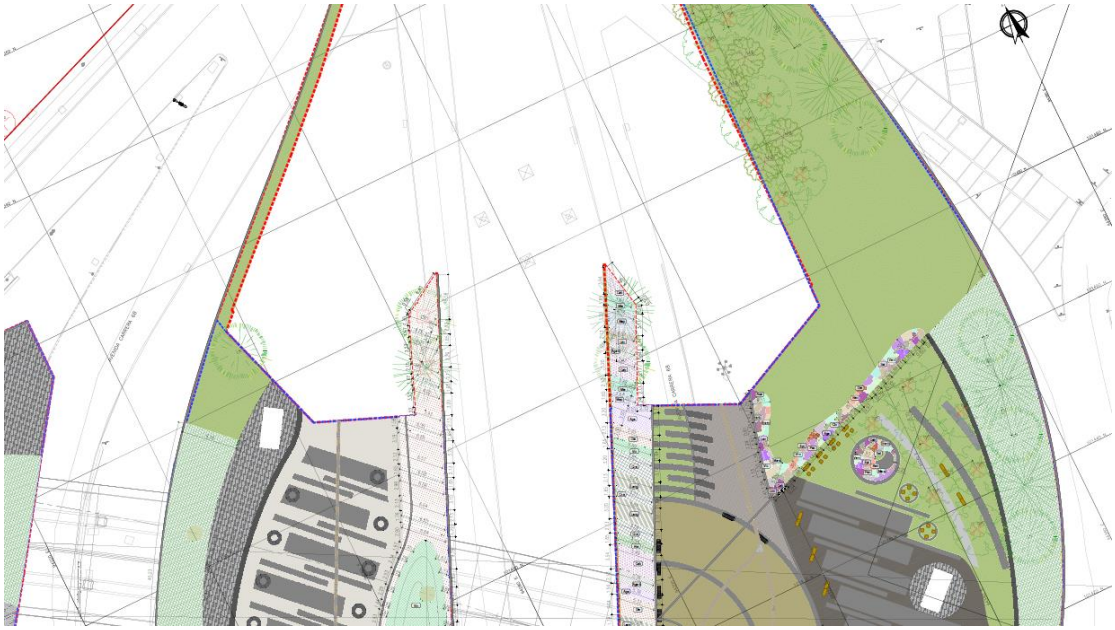


Figura 54 Esquema diseño paisajístico avenida 1 de mayo con avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022



Figura 55 Esquema diseño paisajístico avenida Primero de Mayo con avenida 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 56 se presentan las generalidades para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico:

Tabla 56 – Generalidades para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Generalidades para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico
Duración de la actividad: 15 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: Cobertura vegetal, Individuos arbóreos, Tierra negra, Concreto, Acero de refuerzo, Alambre, Mobiliario Urbano.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 6899.97 m3 de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).

Generalidades para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos por el uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pica, Vibrador de concreto y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Volquetas, Minicargador, Mixer
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 56 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico:



Figura 56 Diagrama de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 57 se presentan los impactos y riesgos generados por la para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 57 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico

Actividad	Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico
Impactos Y Riesgos Generados	Afectación a especies en veda Afectación a especies vegetales endémicas o en algún grado de amenaza Afectación a la estructura ecológica principal Afectación de hábitats Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración a las condiciones geomorfológicas Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Cambio en la composición y a la estructura de la fauna silvestre Generación de olores ofensivos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Modificación de las coberturas vegetales y/o zonas verdes Afectación a especies vegetales en veda Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Afectación de hábitats
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de materiales: PM-AB-02 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de instalaciones temporales PM_AB_15 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística PM_B_02 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje PM_B_05
Permisos aplicables para la actividad de Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico	

Actividad	Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico
Permiso de Trabajo Nocturno Permisos y licencias proveedores de materiales Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.16 Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Por último, al finalizar las actividades de construcción y demolición se deberá garantizar que el área intervenida se encuentre en las mismas o mejores condiciones que en el momento previo a la intervención, debido a esto, para las actividades de cierre se proyectan labores de limpieza, recolección de materiales, retiro de campamentos y cualquier otra intervención que deba realizarse para mantener las condiciones iniciales de la zona.

En la Fotografía 14 se presenta un ejemplo de limpieza correspondiente a las actividades de Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza:



Fotografía 14 Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Fuente: (Cauchos Vikingo, 2022)

En la Tabla 58 se presentan las generalidades para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza:

Tabla 58 – Generalidades para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Generalidades para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza
Duración de la actividad: 0.5 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pica, hidro lavadora y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Grúa, Volqueta, Minicargador, Retroexcavadora.
Sustancias químicas: ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 57 se presenta el diagrama con el proceso para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza:

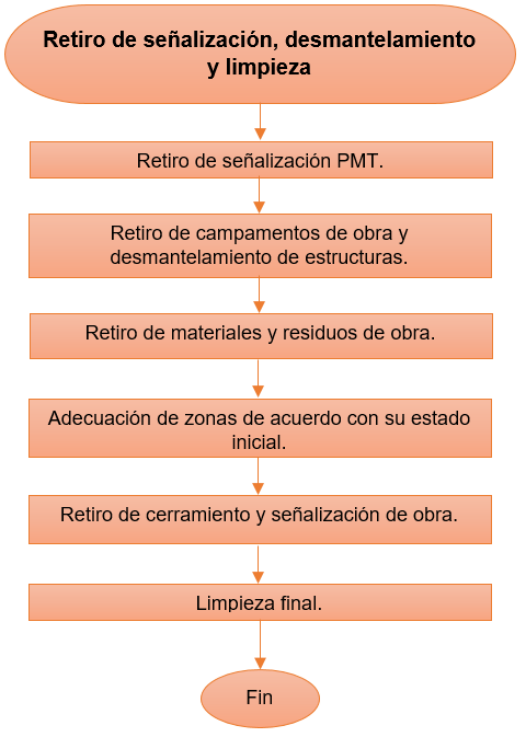


Figura 57 Diagrama de Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 59 se presentan los impactos y riesgos generados para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad:

Tabla 59 – Impactos, programas y permisos aplicables al Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza

Actividad	Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales PM-AB-03 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM_AB_04

Actividad	Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza
	Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM_AB_08 Programa de manejo de ruido PM-AB-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM_AB_10 Programa de manejo de Gases efecto Invernadero PM_AB_11
Permisos aplicables para el Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza	
Permiso de Trabajo Nocturno Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Permisos Proveedor Suministro de Agua Permisos del Gestor de Reciclaje Permisos y Licencias Gestor RESPEL El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.17 Demolición y desmonte del puente existente

7.1.2.17.1 Montaje de andamios, cimbra y corte mecánico

La demolición del puente existente iniciará cuando se haya terminado la construcción del puente norte, el puente será demolido empleando el sistema de desmonte seccionado de los vanos existentes, para su posterior demolición a nivel de suelo. Para poder iniciar la actividad, deberá realizarse un protocolo de demolición, el cual determinará la secuencia de desmonte que deberá emplearse, los andamios, cimbrado y maquinaria a emplear.

En la Figura 58 se presenta un ejemplo de cómo se realizaría el montaje de andamios y cimbra para la demolición, bajo los vanos del puente existente:

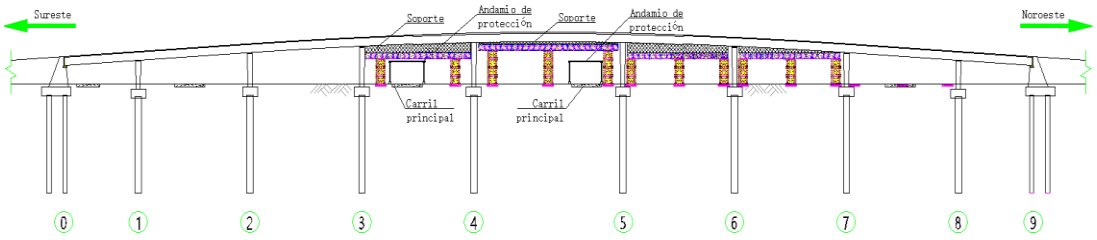


Figura 58 Montaje de andamios y cimbra

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al terminar el respectivo montaje de andamios y cimbra se procederá a realizar el corte de la viga principal mediante equipos pesados con las dimensiones que se encuentren establecidas en el protocolo de demolición, con el fin de que puedan ser levantadas y llevadas al suelo mediante una grúa, para su posterior demolición a nivel de piso.

En la Tabla 60 se presentan las generalidades para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico:

Tabla 60 – Generalidades para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico

Generalidades para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico
Duración de la actividad: 6 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo aproximado de 105 m3 para todas las actividades de demolición del puente.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación mínima de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pica y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Grúa, Sierra de alambre, volqueta.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 59 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico:

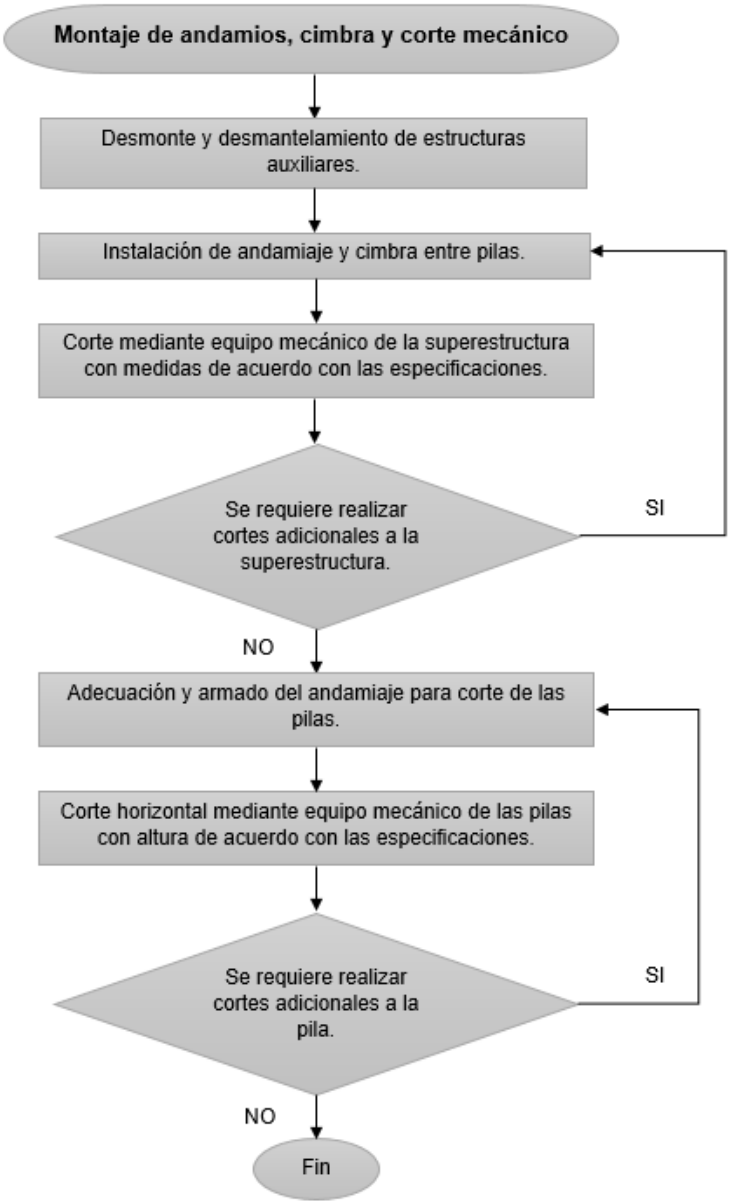


Figura 59 Diagrama de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 61 se presentan los impactos y riesgos generados por la para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad. Adicionalmente en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A15 / 15_1 Plan SST - Av 68 /Anexo 1 / Matriz de Peligros se encuentran relacionados cada uno de los peligros por actividades.

Tabla 61 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico

Actividad	Montaje de andamios, cimbra y corte mecánico
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Alteración de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida. Cambios en la percepción de la seguridad ciudadana Afectación en la movilidad vehicular y peatonal
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_05 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-06 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-09 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Programa de manejo de fauna urbana PMB-01
Permisos aplicables para la actividad de montaje de andamios, cimbra y corte mecánico	
Plan de Manejo de Tráfico Permiso de trabajo nocturno Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Plan de Manejo de Fauna Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos del Gestor de Reciclaje El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.17.2 Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales

Al finalizar los cortes que se realizarán a la estructura y cuando las diferentes secciones estén separadas de esta, se procederá a desmontar cada elemento, llevándolos a nivel de piso en donde serán demolidos haciendo uso de maquinaria pesada para su posterior retiro y disposición adecuada. El área que será empleada para las actividades de demolición de estos elementos será primordialmente la zona suroriental de la glorieta, donde se cuenta con un espacio libre y puede ejecutarse la actividad, aplicando las medidas de manejo que sean necesarias para el control de posibles impactos.

En la Figura 60 y Figura 61 se puede observar un ejemplo de cómo se realizaría el procedimiento de izaje de la estructura del puente existente:

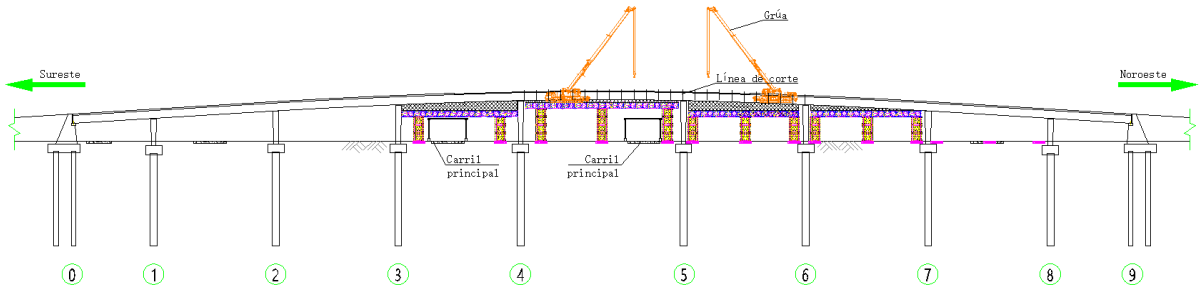


Figura 60 Izaje y demolición

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Mediante el uso de grúas telescópicas situadas sobre el puente, se realizará el desmonte de cada una de las secciones cortadas, avanzando poco a poco hasta que finalmente se puede terminar de desmontar y demoler toda la superestructura del puente.

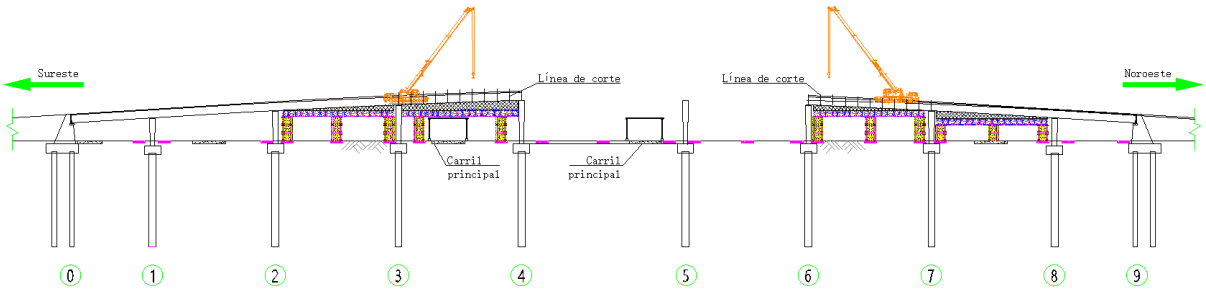


Figura 61 Izaje y demolición

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al finalizar con la demolición de la viga principal se procederá a realizar un corte horizontal por secciones de las distintas pilas, continuando con el izaje de cada sección y llevándola a nivel de piso para que sea demolida dicha sección. Se realizará el mismo proceso para cada una de las pilas.

En la Figura 62 se presenta el esquema de izaje y demolición para las pilas:

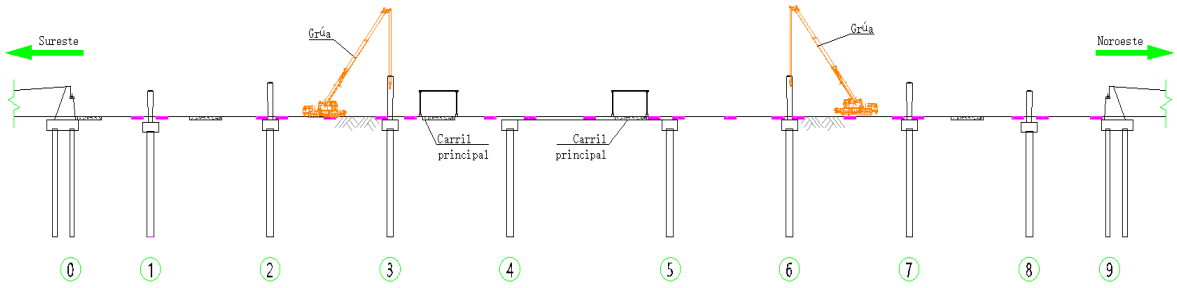


Figura 62 Izaje y demolición

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 62 se presentan las generalidades para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales:

Tabla 62 – Generalidades para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales

Generalidades para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales
Duración de la actividad: 6 meses
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: N/A
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo aproximado de 105 m3 para todas las actividades de demolición del puente.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 2938,4 m3 de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria
Equipo menor: Pala, pico, martillo neumático y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Compresor, Mangueras, Taladros, Retroexcavadora, Minicargador, volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 63 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales:

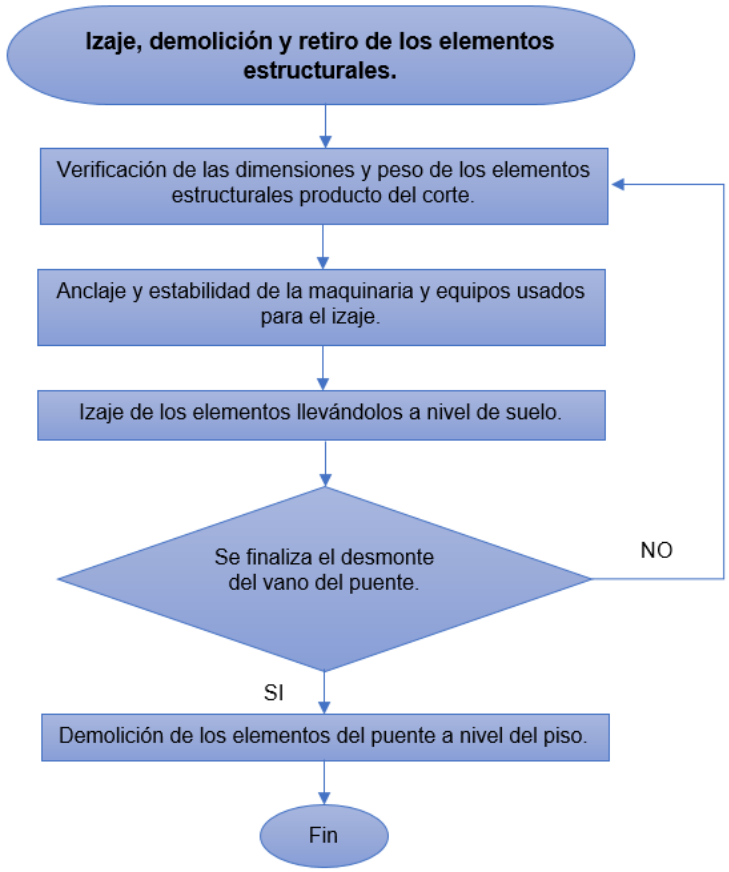


Figura 63 Diagrama de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 63 se presentan los impactos y riesgos generados para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad. Adicionalmente en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A15 / 15_1 Plan SST - Av 68 /Anexo 1 / Matriz de Peligros se encuentran relacionados cada uno de los peligros por actividades.

Tabla 63 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales

Actividad	Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Alteración de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida. Cambios en la percepción de la seguridad ciudadana Afectación en la movilidad vehicular y peatonal
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_05 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-06 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-09 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Programa de manejo de fauna urbana PMB-01
Permisos aplicables para la actividad de Izaje, demolición y retiro de los elementos estructurales	
Plan de Manejo de Tráfico Permiso de trabajo nocturno Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Plan de Manejo de Fauna Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos del Gestor de Reciclaje El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.17.3 Demolición de la base

Al finalizar la etapa de demolición y desmonte de las pilas se procederá a demoler la base y los cimientos de la estructura, iniciando con un proceso de excavación alrededor de cada cimiento para poder realizar la demolición correspondiente.

En la Figura 64 se presenta un diagrama de cómo se realizaría la demolición de la base de cada pila:

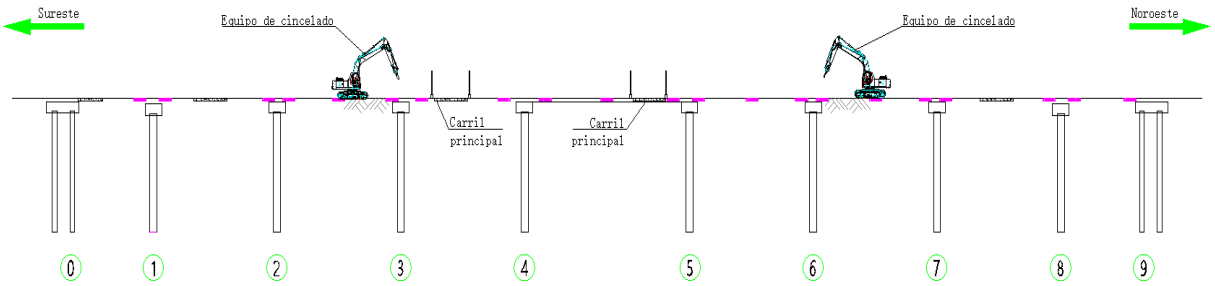


Figura 64 Demolición de base

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

Al finalizar la demolición se realizará un llenado con material específico para cada una de las excavaciones realizadas y posteriormente se procederá a reconstituir las zonas mediante el lleno con material de acuerdo con las especificaciones dadas, calculando que el material usado para el llenado será material RCD y se calcula que el volumen será muy similar al volumen retirado, es decir 561,6 m3.

En la Figura 65 se presenta como sería la restitución de las diferentes zonas intervenidas:

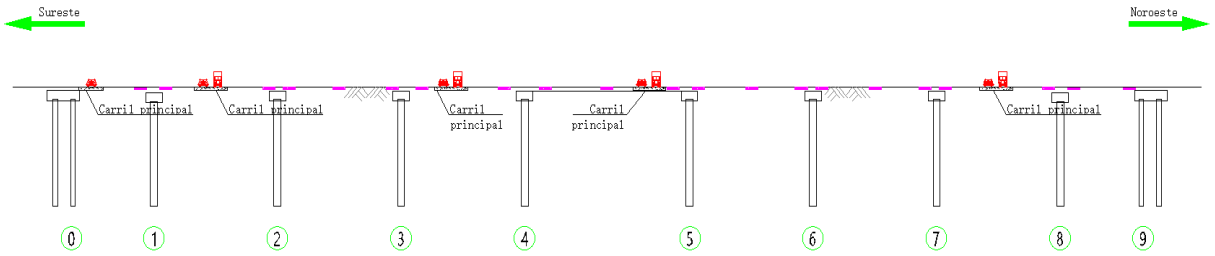


Figura 65 Relleno y restablecimiento de estructura de andenes y vías

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

En la Tabla 64 se presentan las generalidades para las actividades de demolición de la base:

Tabla 64 – Generalidades para la actividad de demolición de la base

Generalidades para la actividad de demolición de la base
Duración de la actividad: 6 meses

Generalidades para la actividad de demolición de la base
Personal: 80 trabajadores para la construcción del puente norte, 50 trabajadores para la demolición del puente existente y 80 trabajadores para la construcción del puente sur.
Consumo de recursos: 561,6 m3 de Material granular.
Consumo de agua: Se estima un consumo aproximado para hidratación total del personal de 165,6 m3/proyecto. Se estima un consumo aproximado de 105 m3 para todas las actividades de demolición del puente.
Generación de RCD: Para esta actividad se proyecta una generación de 561,60 m3 de RCD.
Generación de residuos comunes y reciclables: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos líquidos: Ver capítulo 7.4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).
Generación de Residuos peligrosos: Durante el desarrollo de esta actividad se pueden producir residuos peligrosos a causa de derrames de aceites y combustible producto del uso de la maquinaria.
Equipo menor: Pala, pico, martillo neumático y demás herramienta menor.
Equipo mayor: Compresor, Mangueras, Taladros, Retroexcavadora, Minicargador, Volquetas.
Sustancias químicas: Gasolina, ACPM, Aceite.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Figura 66 se presenta el diagrama con el proceso para la actividad de demolición de la base:

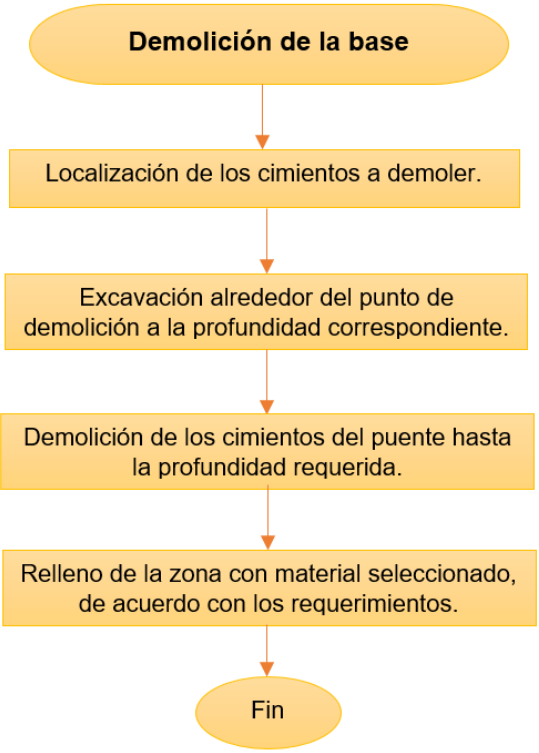


Figura 66 Diagrama de demolición de la base

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

En la Tabla 65 se presentan los impactos y riesgos generados por la para la actividad de demolición de la base, los programas de manejo ambiental y los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad. Adicionalmente en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A15 / 15_1 Plan SST - Av 68 /Anexo 1 / Matriz de Peligros se encuentran relacionados cada uno de los peligros por actividades.

Tabla 65 – Impactos, programas y permisos aplicables a la actividad de Demolición de la base

Actividad	Demolición de la base
Impactos Y Riesgos Generados	Alteración a la calidad del aire Alteración a la calidad del suelo Alteración a los niveles de presión sonora Alteración en la percepción visual del paisaje Aporte al calentamiento global Aumento de la cantidad de residuos a disponer Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre Alteración de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida.

Actividad	Demolición de la base
	Cambios en la percepción de la seguridad ciudadana Afectación en la movilidad vehicular y peatonal
Programas De Manejo Ambiental	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación PM-AB-01 Plan de gestión integral de residuos peligrosos PM-AB-04 Programa de manejo de derrames o fugas de combustibles líquidos PM_AB_05 Programa de manejo de aceites usados PM-AB-06 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire PM-AB-09 Programa de manejo de ruido PM-AB-11 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales PM-AB-12 Programa de manejo de sumideros PM_AB_13 Programa de manejo de áreas de Estructura Ecológica Principal PM_AB_14 Gestión para el uso eficiente del agua PM_AB_16 Programa de manejo de fauna urbana PMB-01
Permisos aplicables para la actividad de Demolición de la base	
Plan de Manejo de Tráfico Permiso de trabajo nocturno Permisos y Licencias Sitios de disposición, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD Plan de Manejo de Fauna Autorización de sitios de traslado o Compensaciones PIN del generador de RCD Permisos del Gestor de Reciclaje El estado de los permisos necesarios para el desarrollo de la actividad se presenta en el numeral 6.2.1.	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.2.18 Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias y Denuncias

A partir de las actividades previstas en el marco de este PMAS, pueden surgir peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y denuncias. A continuación, el diagrama del proceso y su relación con los impactos que pueden surgir en el medio social.

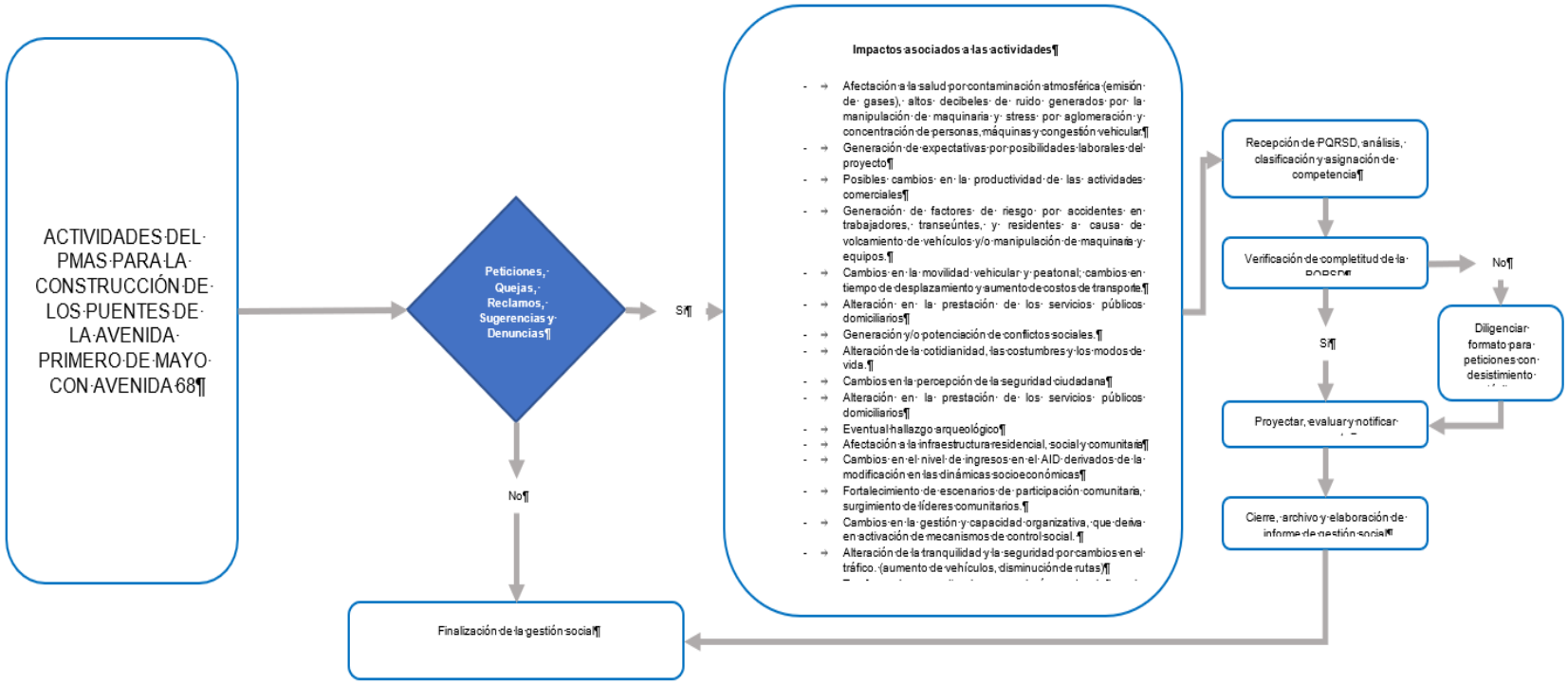


Figura 67 Diagrama de atención a PQRSD

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.1.3 Maquinaria de obra

Para el desarrollo de las actividades se proyecta la maquinaria que será utilizada a continuación en la Tabla 66. sin embargo, no se cuenta con un número estimado de mixer de concreto, teniendo en cuenta que son vehículos que dependen de un tercero para la provisión de concreto.

Tabla 66 – Maquinaria para la construcción de los puentes de la Av. Primero de Mayo con Av. 68

No.	Descripción	Cantidad (Unidades)
1	Carros de avance	8
2	Máquina de pilotaje	2
3	Torre grúa	1
4	Retroexcavadora	3
5	Vibro compactador	2
6	Minicargador	2
7	Terminadora / Finisher	1
8	Grúa telescópica	3
9	Mixer de concreto	NA
10	Autobomba de concreto	1
11	Volqueta	10
12	Compresor con mangueras y taladros	2
13	Martillo Rompedor	1
14	Sierras de alambre	5

Fuente: Metro Línea 1 S.A.S., 2022

7.1.4 Cronograma de actividades

A continuación, en la Tabla 67 se presenta el cronograma proyectado de actividades. Para el correcto desarrollo del proyecto y el menor impacto posible primero se realizará la construcción del puente norte, posteriormente se demolerá el puente existente y finalmente se construirá el puente sur:

Tabla 67 – Cronograma de actividades

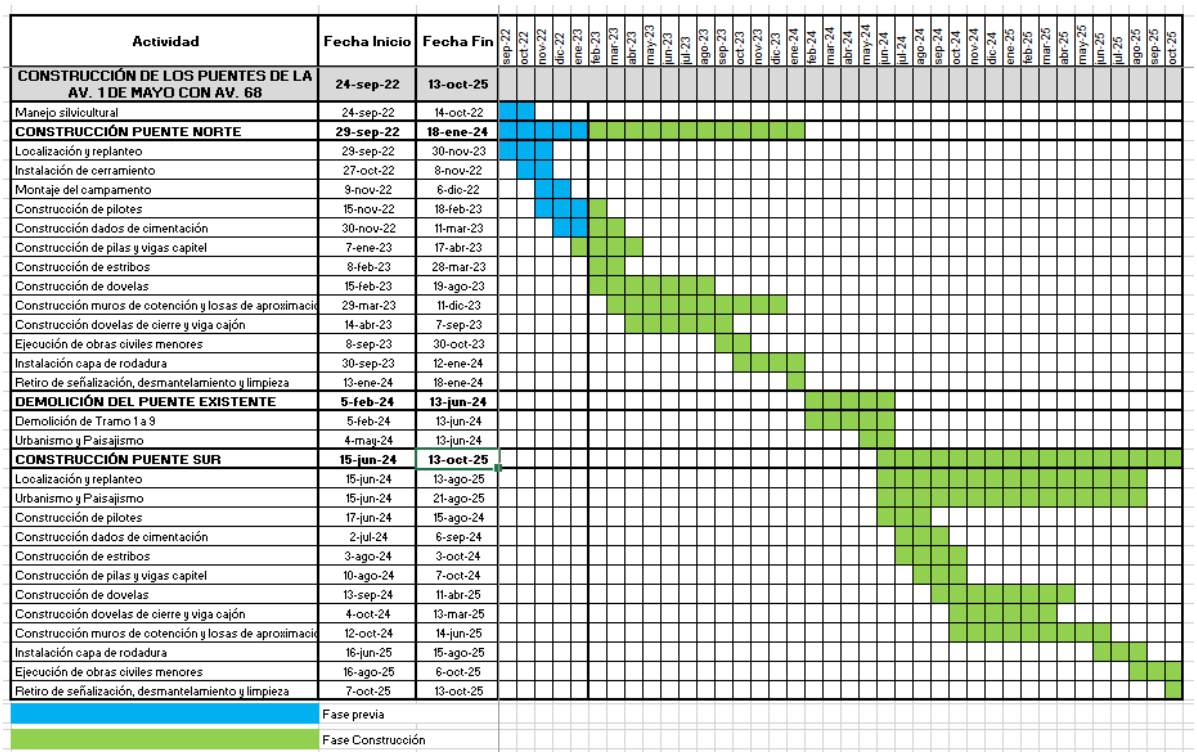
Actividad	Fecha inicio	Fecha fin
Construcción de los puentes de la avenida 1 de mayo con avenida 68	**24-sep-22**	**13-oct-25**
Manejo Silvicultural	24-sep-22	14-oct-22
Construcción Puente Norte	**29-sep-22**	**18-ene-24**
Localización y replanteo	29-sep-22	30-nov-23
Instalación de cerramiento y señalización	27-oct-22	08-nov-22

Actividad	Fecha inicio	Fecha fin
Instalación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio	09-nov-22	06-dic-22
Construcción de pilotes	15-nov-22	18-feb-23
Construcción de dados de cimentación	30-nov-22	11mar-23
Construcción de pilas y vigas capitel	07-ene-23	17-abr-23
Construcción de estribos	08-feb-23	28-mar-23
Construcción de dovelas	15-feb-23	19-ago-23
Construcción muros de contención y losas de aproximación	29-mar-23	11-dic-23
Construcción de dovelas de cierre y viga cajón	14-abr-23	07-sep-23
Ejecución de obras civiles menores	08-sep-23	30-oct-23
Instalación capa de rodadura	30-sep-23	12-ene-24
Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza	13-ene-24	18-ene-24
Demolición del puente	**05-feb-24**	**13-jun-24**
Demolición de Tramo 1	05-feb-24	16-feb-24
Demolición de Tramo 2	17-feb-24	29-feb-24
Demolición de Tramo 3	01-mar-24	13-mar-23
Demolición de Tramo 4	14-mar-24	01-abr-24
Demolición de Tramo 5	02-abr-24	16-abr-24
Demolición de Tramo 6	17-abr-24	02-may-24
Demolición de Tramo 7	03-may-24	16-may-24
Demolición de Tramo 8	17-may-24	29-may-24
Demolición de Tramo 9	30-may-24	13-jun-24
Urbanismo y Paisajismo	04-may-24	13-jun-24
Construcción Puente Sur	**15-jun-24**	**13-oct-25**
Localización y replanteo	15-jun-24	13-ago-25
Urbanismo y Paisajismo	15-jun-24	21-ago25
Construcción de pilotes	17-jun-24	15-ago-24
Construcción dados de cimentación	02-jul-24	06-sep-24
Construcción de estribos	03-ago-24	03-oct-24
Construcción de pilas y vigas capitel	10-ago-24	07-oct-24
Construcción de dovelas	13-sep-24	11-abr-25
Construcción dovelas de cierre y viga cajón	04-oct-24	13-mar-25
Construcción muros de contención y losas de aproximación	12-oct-24	14-jun-25
Instalación capa de rodadura	16-jun-25	15-ago-25
Ejecución de obras civiles menores	16-ago-25	06-oct-25

Actividad	Fecha inicio	Fecha fin
Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza	07-oct-25	13-oct-25

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

Es importante aclarar que a partir del 8 de enero de 2023 iniciará la etapa de construcción del viaducto, por lo tanto, este PMAS inicia en la etapa previa y continua en la etapa de construcción, tal como se representa en la Figura 68.



Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin
CONSTRUCCIÓN DE LOS PUENTES DE LA AV. 1 DE MAYO CON AV. 68	**24-sep-22**	**13-oct-25**
Manejo silvicultural	24-sep-22	14-oct-22
CONSTRUCCIÓN PUENTE NORTE	**29-sep-22**	**18-ene-24**
Localización y replanteo	29-sep-22	30-nov-23
Instalación de cerramiento	27-oct-22	8-nov-22
Montaje del campamento	9-nov-22	6-dic-22
Construcción de pilotes	15-nov-22	18-feb-23
Construcción dados de cimentación	30-nov-22	11-mar-23
Construcción de pilas y vigas capitel	7-ene-23	17-abr-23
Construcción de estribos	8-feb-23	28-mar-23
Construcción de dovelas	15-feb-23	19-ago-23
Construcción muros de cotención y losas de aproximació	29-mar-23	11-dic-23
Construcción dovelas de cierre y viga cajón	14-abr-23	7-sep-23
Ejecución de obras civiles menores	8-sep-23	30-oct-23
Instalación capa de rodadura	30-sep-23	12-ene-24
Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza	13-ene-24	18-ene-24
DEMOLICIÓN DEL PUENTE EXISTENTE	**5-feb-24**	**13-jun-24**
Demolición de Tramo 1 a 9	5-feb-24	13-jun-24
Urbanismo y Paisajismo	4-may-24	13-jun-24
CONSTRUCCIÓN PUENTE SUR	**15-jun-24**	**13-oct-25**
Localización y replanteo	15-jun-24	13-ago-25
Urbanismo y Paisajismo	15-jun-24	21-ago-25
Construcción de pilotes	17-jun-24	15-ago-24
Construcción dados de cimentación	2-jul-24	6-sep-24
Construcción de estribos	3-ago-24	3-oct-24
Construcción de pilas y vigas capitel	10-ago-24	7-oct-24
Construcción de dovelas	13-sep-24	11-abr-25
Construcción dovelas de cierre y viga cajón	4-oct-24	13-mar-25
Construcción muros de cotención y losas de aproximació	12-oct-24	14-jun-25
Instalación capa de rodadura	16-jun-25	15-ago-25
Ejecución de obras civiles menores	16-ago-25	6-oct-25
Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza	7-oct-25	13-oct-25
	Fase previa	
	Fase Construcción	

Figura 68 Cronograma de actividades

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

7.1.5 Armonización Proyecto Av. 68 IDU-345-2020

En el marco del alcance contractual, la empresa Metro Línea ML1 adelantó la gestión correspondiente a la armonización del componente forestal y diseño paisajístico, entre los Proyectos Primera Línea de Metro de Bogotá y La construcción de la Troncal Av. 68 Contrato IDU 345 de 2020 la cual se presenta a partir de los soportes que documenta la gestión y que hacen parte del EIAS (ver anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09/9_5/C). En el marco de dicha armonización se verificó el cruce de los individuos arbóreos para la intervención silvicultural en referencia a los tratamientos silviculturales que ejecutó el Consorcio Eucarístico encargado del Proyecto construcción de la Troncal Av. 68 Contrato IDU 345 de 2020, entendiendo que no existe cruces o superposición con la información que hizo parte del inventario forestal para el proyecto Metro. De igual forma se realizó la definición de zonas verdes para el balance

de cada proyecto y conjuntamente como lo detalla el acta de armonización (anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09/9_5/C) cada proyecto definió las áreas verdes conforme con la intervención de cada proyecto para no provocar cruces con la información.

Cabe resaltar que el alcance del contrato para el proyecto Metro no configura consolidar la información del proyecto y obras del IDU, así como se debe tener en cuenta que la información referente al cronograma de construcción y las etapas de diseño, construcción y operación del proyecto IDU es información que no es competencia del Proyecto en ejecución por ML1 y pertenece a el Consorcio Eucarístico en el marco de sus obligaciones contractuales con el IDU. Sin embargo, se presenta la posibilidad de que se presente simultaneidad con las actividades que se describieron anteriormente en el documento y con las obras de la troncal de la Av. 68, como son, la adecuación de las vías para el tránsito de los buses del sistema, la construcción de la estación de Transmilenio que está diseñada en esta zona, la construcción de un puente peatonal y de los deprimidos peatonales.

A continuación, se describe a detalle la información descrita anteriormente.

Desde la primera semana de noviembre 2021 hasta mediados de marzo de 2022 (Urbanismo) con pleno conocimiento de la Interventoría, se llevaron a cabo una serie de mesas de trabajo para la armonización de los diseños con IDU Avenida 68 (específicamente con el Arquitecto Gerardo Lora para Urbanismo y Paisajismo), EMB, INVIAS e Interventoría Urbanismo, en las cuales se ajustaron polígonos de intervención y se concertaron interferencias.

El 30 de junio de 2022 representantes de Metro Línea 1 - ML1, representantes del Consorcio eucarístico encargados del proyecto IDU 345 de 2022, se reúnen con el fin de revisar y validar la información con respecto a la armonización del componente forestal y diseños paisajísticos del proyecto Primera Línea de Metro de Bogotá y el contrato IDU 345 de 2020 Construcción Av. 68. De acuerdo con lo anterior se validaron tres temas esenciales: Tratamientos silviculturales, Áreas Verdes y Arbolado nuevo. (Véase Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_5 / C_Acta Armonización IDU – Av. 68).

7.1.5.1 Tratamientos Silviculturales

En este tema se revisó y verificó el cruce de árboles que se podría presentar por los proyectos en el marco de la intervención silvicultural, bajo esto el Consorcio Eucarístico ha ejecutado los tratamientos silviculturales autorizados por la Resolución 2230 de 2021, por lo que Metro Línea 1, recibió información (planos y resolución) por parte del Consorcio Eucarístico y ML1 realizó el inventario forestal del área directa de construcción tomando los individuos arbóreos que no están incluidos dentro del permiso autorizado al Consorcio.

Así se concluyó que no se tienen cruces o duplicidad en la toma de información de arbolado para cada proyecto.

7.1.5.2 Áreas Verdes

Se revisó y verificó la definición de zonas verdes para los balances de zonas verdes de cada proyecto, esto con el propósito de identificar, y en caso de ser necesario, ajustar el balance de zonas verdes por cada uno de los proyectos (Metro y Transmilenio Av. 68).

Por parte ML1, se realizó la descripción de las áreas asignadas al Proyecto de la Primeria Línea del Metro de Bogotá en el sector de la intersección de la Avenida 68 con Avenida Primero de Mayo, aclarando que en este sector confluye también el proyecto IDU que corresponde a la Av. 68. Por esta razón, durante la estructuración de los proyectos, se realizó la armonización de las áreas de intervención de acuerdo con el acta suscrita entre representantes de la Empresa Metro de Bogotá – EMB y el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU, el día 11 de junio de 2019. En la Figura 69 se presenta el límite de intervención entre los proyectos Metro e IDU 345 de 2020.



Figura 69 Plano de armonización IDU – EMB

Fuente: Acta de armonización IDU- ML1

Con base a lo anterior, se pudo establecer que se presenta un cruce o superposición de áreas en el diseño paisajístico del proyecto IDU para Transmilenio Av. 68 y el Proyecto primera línea del metro de Bogotá. (Véase Figura 70).

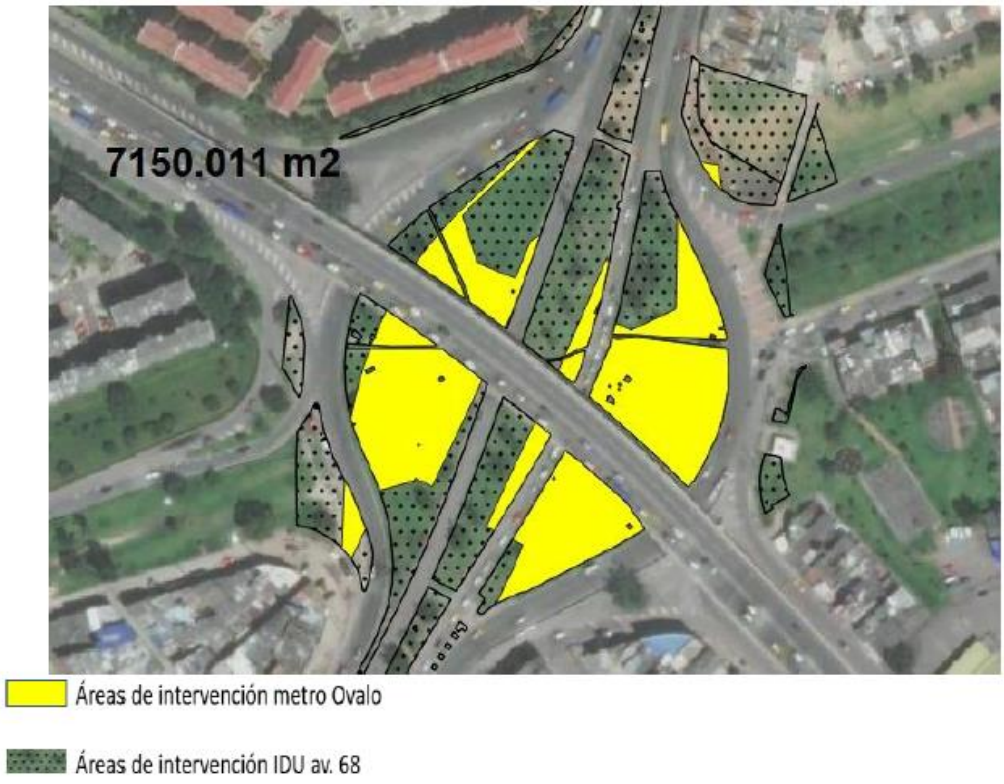


Figura 70 Áreas Verdes IDU - PLMB

Fuente: Acta de armonización IDU- ML1

Con base en la Figura 70, se determinó que con la definición de las zonas para el proyecto de Transmilenio de la Av. 68 al excluir las áreas sombreadas en amarillo el balance de zonas verdes arroja cifras positivas.

En este contexto se debe tener en cuenta que el diseño paisajístico del proyecto IDU fue aprobado mediante el acta WR 1006 del 17 de octubre de 2019 y el diseño paisajístico para el proyecto Av. 68 con Av. Primero de Mayo se aprobó mediante el acta WR 1225 del 8 de julio de 2022, allí se dispone el balance de zonas verdes aprobado. (Véase Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_5 / B_Acta WR 1225 PLMB Av. 68).

7.1.5.3 Arbolado nuevo

Esta información se revisó junto con el concesionario eucarístico con el fin de definir las competencias de cada contrato (Transmilenio y PLMB) en las áreas destinadas para la plantación del arbolado.

En las áreas verdes de cada proyecto se identificó que 23 individuos arbóreos de diversas especies propuestas como plantación de arbolado nuevo para el para el proyecto Transmilenio y autorizadas por el JBB, se encuentran proyectadas en las zonas verdes de ML1. (Véase Figura 71).



Figura 71 Arboles proyectados IDU en áreas verdes PLMB

Fuente: Acta de armonización IDU- ML1

En este sentido, se estableció en las mesas de trabajo con el JBB que las actas de paisajismo son susceptibles de modificaciones dado las mismas dinámicas de los proyectos, por ende, es viable que el IDU revise la posibilidad de poder ubicar estos 23 individuos arbóreos en zonas o áreas propias del contrato proyecto Transmilenio Av. 68. Vale la pena destacar que mediante el Acta WR 1225 de 2022 el JBB aprobó el arbolado nuevo que se presenta en la Tabla 68:

Tabla 68 – Arbolado aprobado por el Acta WR1225

Nombre científico	Nombre común	Franja control ambiental	Óvalo	Plaza estación	Anden Av. 1° mayo	Total
Ficus tequendamae	Caucho Tequendama		X	X		2
Lafoensia acuminata	Guayacán de Manizales		X	X	X	46
Liquidámbar Styraciflua	Liquidámbar		X			16
Myrsine guianensis	Cucharo		X	X	X	32
Schinus molle	Falso pimiento		X	X		22
					TOTAL	118

Tomado de: Acta de Aprobación diseños WR 1225 – 2022

7.2 ÁREAS DE INFLUENCIA

La delimitación de áreas de influencia es fundamental en la elaboración de estudios ambientales, puesto que representa de manera espacial la trascendencia de los impactos ambientales a causa de las actividades del proyecto, a partir de esta, es posible determinar el alcance para la implementación de las medidas de manejo con el fin de prevenir, mitigar, corregir o compensar dichos impactos.

Basada en las determinaciones en común con relación al área de influencia, establecidas en el (Decreto 1076 de 2015) y en la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia del (MADS y ANLA, 2018), ésta es considerada como el área donde se manifiestan los impactos ambientales y sociales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

Asimismo, y atendiendo las consideraciones contractuales establecidas en el Apéndice Técnico AT 15: (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)), como aspecto metodológico se realizó un análisis de las áreas de influencia directa e indirecta, a partir de la siguiente conceptualización:

- **Área de Influencia Directa - AID**: El AID es el espacio donde se manifiestan directamente los impactos generados por las actividades del proyecto; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada. En ese sentido, también se consideran las áreas de intervención por el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales.
- **Área de influencia indirecta - AII:** El AII del PMAS se definió para cada uno de los medios, teniendo en cuenta los impactos que trascienden el espacio físico de las áreas de intervención, es decir, a partir de la zona externa del área de influencia directa que se extiende hasta donde se manifiestan los impactos. Es así como se identificaron y cuantificaron los impactos negativos significativos acordes con la metodología empleada de criterios de delimitación, en cada uno de los componentes de cada medio.

En ese sentido, en la Figura 72 se esquematiza el proceso de definición de áreas de influencia (directa e indirecta) de cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico). Es preciso aclarar que la definición de estas áreas subyace de la superposición de cada una de las áreas definidas para los componentes, siendo definitoria la mayor extensión.

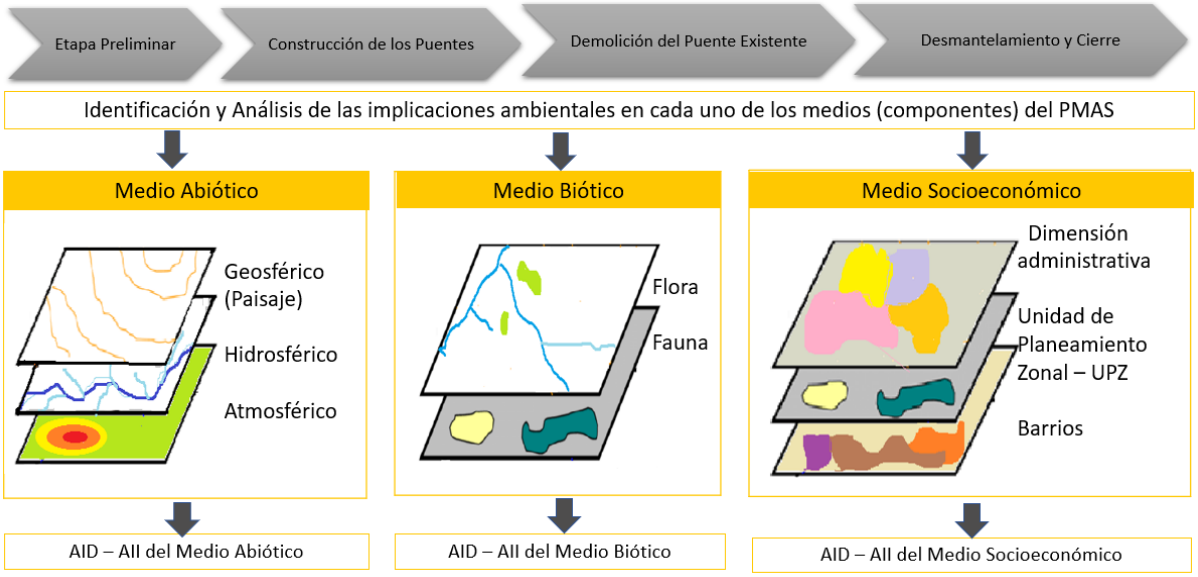


Figura 72 Definición de Áreas de Influencia por componentes y cada uno de los medios

Fuente: ANLA, 2014, modificado por Metro L1 y Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia del (MADS y ANLA, 2018), éstas son definidas en el marco de un proceso iterativo de análisis de información recopilada en las diferentes etapas de desarrollo de este estudio (pre-campo, campo y pos-campo), partiendo de la identificación de las actividades a desarrollar en las etapas Preliminar, Construcción de los puentes, Demolición del Puente Existente y Desmantelamiento y cierre, en el marco del PMAS. A modo general, se siguen los lineamientos de la Política de Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales del Banco Europeo de Inversiones, en el sentido de vincular la evaluación de impactos ambientales al proceso de definición de áreas de influencia definitivas, tal como se representa en la Figura 73.

En ese sentido, y de acuerdo con la Figura 73, el ejercicio inicia con la definición de áreas de influencia preliminar, y finaliza con la delimitación de las áreas de influencia definitivas, resultado de un proceso que implica, además de la revisión reiterada de información de caracterización, la evaluación ambiental definitiva, y a partir de los impactos significativos (definidos en el capítulo 7.5. Identificación y Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales), se analiza, evalúa y en caso de ser necesario, se ajusta la delimitación de las áreas de influencia definidas preliminarmente.

Las áreas de influencia del PMAS para la construcción de los puentes de la avenida Primero de Mayo con avenida 68 se definen bajo algunas consideraciones de la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia (MADS y ANLA, 2018), basado en la identificación de impactos significativos que puedan generarse durante las diferentes fases y actividades del PMAS. Sin embargo,

es preciso señalar que se definirán las áreas de influencia, en el marco de la categorización del AID y AII, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico AT 15 (sección 5.1 del Anexo 1).

- **Proceso de definición de las áreas de influencia**

Tal como se indicó, la Figura 73 representa el proceso para la delimitación de las áreas de influencia.

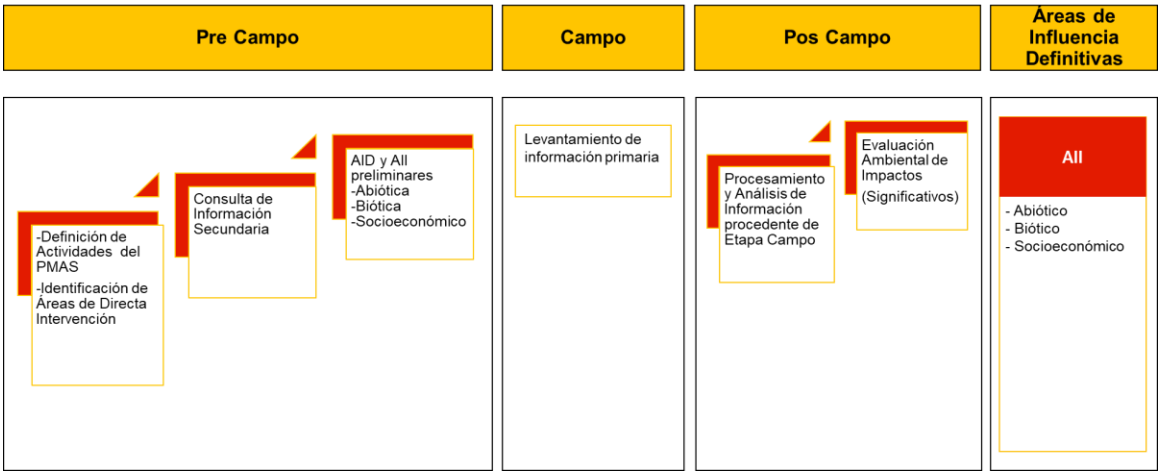


Figura 73 Representación del proceso de definición de áreas de influencia del PMAS

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La definición de las áreas de influencia tiene un momento inicial, con la claridad en las actividades proyectadas durante las diferentes fases del PMAS, la identificación de las áreas de directa intervención y con la información secundaria consultada mediante páginas y consulta oficial a entidades, incluida la información cartográfica de las diferentes temáticas.

El producto de este primer momento de análisis es la definición de las AID y AII preliminares para cada uno de los componentes y medios, que resulta de la utilización de criterios y variables que se relacionan con la presencia de elementos o condiciones que inciden en la trascendencia o limitación de los posibles impactos.

Un segundo momento es considerado a partir de las caracterizaciones procedentes de la etapa de Campo y del análisis de esta información en esta Poscampo, con lo cual se califican los impactos, en el marco de la evaluación ambiental del proyecto (ver Capítulo 7.5 del presente PMAS para mayor detalle de esta evaluación). Mediante estas calificaciones, se identifican los impactos significativos y se ajustan las áreas preliminares definidas inicialmente.

Es importante precisar, que para la delimitación o ajuste de áreas se emplea la información secundaria y primaria obtenida en las diferentes etapas del proceso de elaboración y análisis del estudio. En este sentido, la Tabla 69 presenta las actividades en las etapas de elaboración del PMAS (pre-campo, campo

y poscampo), y el desarrollo de las actividades realizadas, con relación a la definición de las áreas de influencia.

Tabla 69 – Descripción de actividades por etapa de definición del área de influencia

Etapa	Descripción de actividades en esta etapa	Descripción en el proceso de delimitación de área de influencia
Pre-Campo	Se consulta información cartográfica secundaria referente a cada uno de los componentes. A partir de la información secundaria, se identifican los aspectos relevantes, como cambios de cobertura, elementos de la Estructura Ecológica Principal; puntos de interés para el desarrollo del proyecto, identificación de elementos barrera o de mitigación de impactos y el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.	La información generada en esta etapa es importante para dar una aproximación de las características del medio. Mediante la cartografía de la zona, se permite delimitar las **áreas de influencia preliminar** de los componentes y medios.
Campo	En esta etapa se realiza el reconocimiento del área, con el fin de corroborar la información secundaria consultada y la establecida en las imágenes satelitales, haciendo recorridos de campo previamente definidos y estableciendo puntos de interés para el levantamiento de información y/o muestreos. Adicionalmente, se registra información con respecto a los requerimientos técnicos del proyecto, de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.	Ajuste de áreas preliminares: Con la toma de información primaria, es decir, observaciones, registros y datos, registrada por el grupo interdisciplinario de profesionales, se puede ajustar los límites de las áreas de influencia preliminar en cada componente y medio.
Pos-Campo	A partir de la información de campo y los resultados obtenidos, así como de la evaluación de impactos y la significancia de estos, se realiza un proceso iterativo, que permite ajustar las áreas de influencia preliminares, obteniendo así **áreas de influencia definitivas (AID y AII)** por componentes y medios. Dicho proceso está apoyado en información geográfica, resultados de modelaciones, observaciones directas, observación participante, entrevistas, entre otros.	Definitiva: Con la información de campo procesada (Análisis, cartográfica ajustada, modelaciones, etc.), se obtienen mayor detalle en cada componente. Por lo tanto, se puede hacer predicciones de la forma en que los impactos significativos se proyectarían espacialmente, productos de las actividades a ejecutar en el PMAS.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En este sentido, los impactos empleados en la evaluación ambiental y las actividades sobre las que se evalúa son descritas más ampliamente en el capítulo 7.5 del presente documento.

El anexo cartográfico referente a este capítulo se encuentra en Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0013_A01 / 1_2 Planos) y cada una de las figuras se encuentran en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0013_A06 / 6_2 Figuras).

7.2.1 Áreas de Influencia Preliminares

Las áreas de influencia para los diferentes componentes y medios se definieron tomando como punto de referencia los escenarios más críticos de manifestación de los impactos ambientales identificados, además de criterios y variables que atenúan la trascendencia espacial de estos y que funcionan como

elementos barrera o limitantes, tales como los cambios de coberturas de la tierra, vías, entre otros. A continuación, se describe el respectivo análisis por medios y sus componentes.

7.2.1.1 Área de Influencia Medio Abiótico

El área de influencia del medio abiótico se delimitó a partir del análisis espacial de las actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto y de los posibles impactos a los componentes geosférico, hidrosférico y atmosférico.

7.2.1.1.1 Componente Geoesférico

7.2.1.1.1.1 Área de Influencia Directa - AID

Si bien, se ejecutarán actividades de excavación para la construcción de los puentes, estos se desarrollarán a profundidades máximas de 55 m en el Apoyo 3 hasta profundidades de 36 m en los Apoyos 1, 2, 5 y 6 del Puente Norte. En el Puente Sur la profundidad máxima se proyecta a 60 m en el Apoyo 3 hasta profundidades de 36 m en los Apoyos 1, 2, 5 y 6 de este puente. El método constructivo incluirá la instalación de una camisa o formaleta, con el fin de evitar derrumbes, por lo tanto, implicará baja probabilidad de presentar inestabilidad en el suelo.

Las vibraciones no se calificaron porque no tienen incidencia en ninguna de las categorías evaluadas en el medio abiótico. A continuación, se sustenta cada una:

Las vibraciones no cambian las condiciones litológicas o características propias de las unidades geológicas y, por ende, no se evalúa.

Las condiciones geomorfológicas o formas del terreno no se van a ver afectadas por las vibraciones ya que, así se efectúen sobre ellas mismas, no cambian su morfología y por ende no se evalúan. Al no cambiar formas, no se presentará tampoco un cambio sobre el paisaje.

Por último, el suelo, aunque se efectúa la vibración sobre el mismo, no tiene o presentará cambios en sus condiciones fisicoquímicas o microbiológicas, por ende, no es necesario evaluarlo.

Por lo tanto, la afectación por vibraciones no es considerado un impacto en el medio abiótico, siendo definido desde el medio socioeconómico, por posible afectación a la infraestructura aledaña.

En ese sentido, las actividades a desarrollar no repercuten significativamente en las geoformas, en la denudación del suelo, en la estabilidad, así como en las características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, por lo tanto, el área de influencia directa es considerada el área donde se ejecutarán las actividades del proyecto. Asimismo, en el caso de la delimitación del AID con relación al paisaje, se considera que es la misma área de directa intervención por las actividades a realizar para el PMAS.

7.2.1.1.1.2 Área de Influencia Indirecta - AII

El AII del componente geoesférico es definido por el impacto Alteración en la percepción visual del paisaje, el cual se delimitó teniendo en cuenta un radio de acción en el perímetro de los sitios donde se prevé un cambio en la calidad del paisaje por los trabajos de remoción de estructuras o construcción de

edificaciones que se proyectan realizar, así como la inclusión temporal de elementos como maquinaria, equipos, polisombra, señalización, entendiendo que en esta área trasciende el impacto.

Por lo tanto, el AII del componente geoesférico corresponde a 19,06 ha y es definido por el impacto Alteración en la percepción visual del paisaje, proyectando las manzanas aferentes al AID (ver Figura 74).

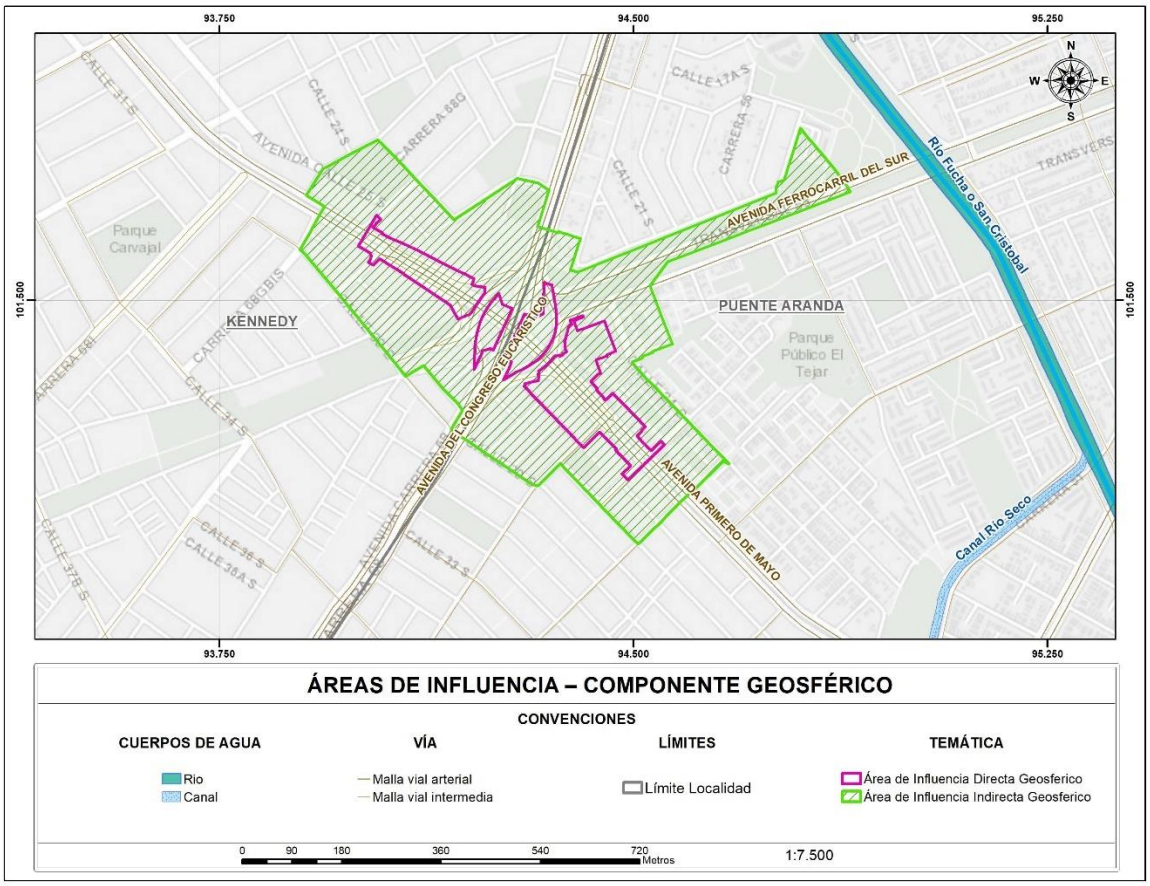


Figura 74 Áreas de Influencia – Componente Geosférico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.1.2 Componente Hidrosférico

7.2.1.1.2.1 Área de Influencia Directa

En un radio de aproximadamente 800 m a las áreas de directa intervención por las actividades del PMAS no se identifican cuerpos de agua superficiales. Asimismo, para la ejecución del proyecto no se requerirá ocupaciones de cauce ni captar o verter directamente a fuentes hídricas superficiales, por lo tanto, no se delimitará área con relación a este subcomponente debido a que no se proyectan afectaciones al recurso hídrico superficial para este PMAS.

Con relación al recurso hídrico subterráneo, el AID se consolida como la franja correspondiente a las áreas de directa intervención por las actividades del proyecto, donde se emplazará algún tipo de infraestructura, relacionada con los pilotes a profundidades máximas de 60 metros.

7.2.1.1.2.2 Área de Influencia Indirecta

El AII por afectación del recurso hídrico subterráneo es definido a partir de las actividades previstas del PMAS tales como las actividades de excavación, construcción de cimentación, estructura de contención y de pilas que implican intervenciones a profundidades máximas de 55 m en el puente norte y 60 m en el puente sur, hasta profundidades mínimas en pilotes de 36 m.

Teniendo en cuenta las actividades a desarrollar, y basados en los resultados de los radios de influencia que tienen los pozos que captan los acuíferos asociados a la Formación Sabana en la ciudad de Bogotá, como lo presenta la Secretaria Distrital de Ambiente en el "Informe Técnico No. 01081 del 31 de marzo de 2022", donde se presenta un nivel estático de 15,17 m y un nivel dinámico de 21,39 m, con un bombeo promedio de 0,92 l/s, generando un abatimiento total de 6,22 metros y reportando un radio de influencia de 386 m; en la siguiente tabla se presentan los datos del pozo en referencia.

Tabla 70 – Datos pozo de referencia para identificar el radio de influencia

No. De Inventario SDA	Pz-11-0051
Nombre actual del predio	Comunidad Religiosa Clérigos de San Viator
Coordenadas planas del pozo:	Norte: 121424,263 m Este: 104019,790 m (hoja Maestra)
Altura o Cota boca del pozo:	2549,293 m.s.n.m
Profundidad del entubado:	140,18 m
Casing:	No reportado
Ubicación de los filtros (profundidad):	Sin información
Formación acuífera captada:	Cretacico- Cuaternario (Formación Sabana)
Sistema de extracción:	Bomba sumergible
Tubería de revestimiento:	4" Acero
Tubería de producción:	2 ½" Acero
No. De medidor	82R10012387142
Caudal concesionado:	25,3 m3/día (0.94 L/s bajo un régimen de bombeo de 7 horas y 30 minutos)

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2022)

Teniendo en cuenta la información de pruebas de bombeo sobre la formación Sabana a profundidades no superiores de 70 m, se observan radios de influencia no superiores a 500 m de longitud, por lo tanto, se define un búfer de 600 m con relación a la zona de intervención. Si bien, es considerada un área amplia, es precio señalar que la duración del impacto se estima por tiempos mínimos a partir de la intervención (alrededor de 72 horas), tal como se sustenta en el Capítulo 7.5. Identificación y Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales. Ver Figura 75.

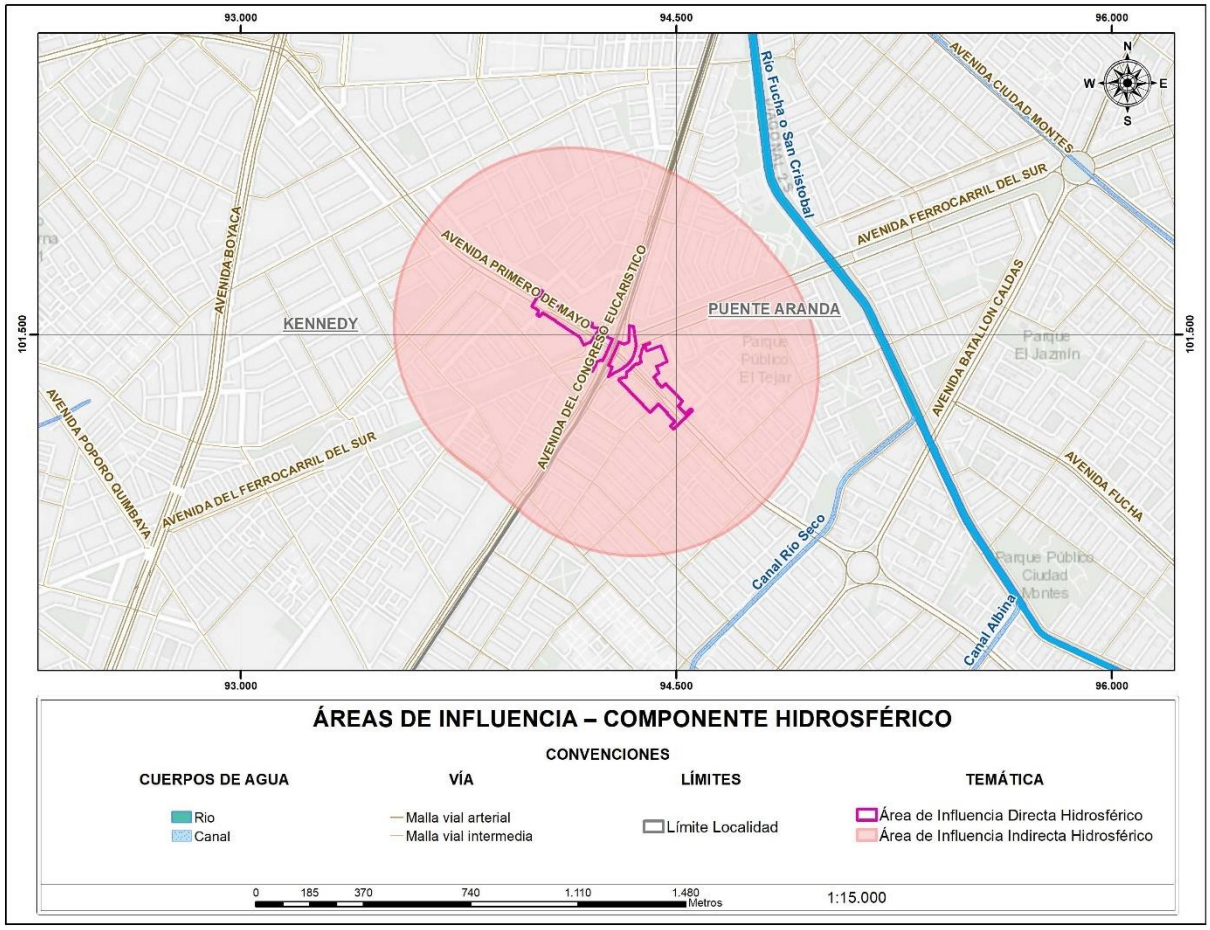


Figura 75 Áreas de Influencia – Componente Hidrosférico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.1.3 Componente Atmosférico

El área de influencia para el componente atmosférico es definida a partir del análisis del impacto por Alteración de la calidad del aire (material particulado y gases) y Alteración en los niveles de presión sonora (previendo el ruido procedente de actividades de excavación, y uso de maquinaria y equipos).

Se determinó la identificación de elementos como el plan de manejo de tránsito y sus desvíos, los cuales incidirán en la calidad del aire y emisión de ruido. En general, el factor delimitante son los predios

aledaños a las vías definidas en estos PMT. Si bien, a la fecha se cuentan con PMT aprobados en el marco de este PMAS cuyas áreas abarcan el área de intervención actualmente definida, sin embargo, estos podrán ser objeto de actualización o solicitud de otros, de acuerdo con el avance en los diseños, y se deberá evaluar que estos se encuentren dentro del área de influencia delimitada para el presente PMAS.

En ese sentido, actualmente se encuentran aprobados los siguientes PMT por parte de la Secretaría de Movilidad (SDM), de acuerdo con la programación de obra: COI 39 del 29 de septiembre de 2022 que autoriza: la entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur- norte), cierre parcial de separador oriental, entrada de volquetas al separador occidental costado occidental (acceso por la calzada lenta sentido norte-sur), cierre parcial del separador occidental, entrada y salida de volquetas al separador oriental costado oriental (acceso por la calzada lenta sentido sur-norte) y cierre parcial de separador occidental (ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A10 / 10_4 PMT).

Es importante aclarar que, para la definición de las áreas de influencia preliminares del componente atmosférico se tuvo en cuenta la Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro Bogotá (PLMB) a cargo del (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), y posteriormente, en la definición de áreas de influencia definitivas se utilizaron los modelos de dispersión de contaminantes en el aire y el modelo de ruido que se realizaron por parte del (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021), en el marco de la Actualización del Estudio Ambiental y Social de la Primera Línea del Metro de Bogotá, y cuyos puntos de monitoreo sirven de soporte para este PMAS. A continuación, la definición de las áreas para este componente.

7.2.1.1.3.1 Calidad del Aire

7.2.1.1.3.1.1 Área de Influencia Directa

El AID se delimitó basado en los predios aferentes o receptores sensibles directos al área de intervención del proyecto, ya que es donde se generará la emisión de material particulado y gases, resultante de las actividades del proyecto tales como la Construcción de cimentación y estructura de contención y cortes para la demolición y desmonte del puente existente. Además, esta área incluye las áreas asociadas a la ejecución de los PMT aprobados a la fecha y los predios aledaños o receptores sensibles.

7.2.1.1.3.1.2 Área de Influencia Indirecta

A continuación, se presentan los criterios para la definición del área de influencia preliminar y, la sustentación de los estudios actuales que soportan y permiten reiterar el área de influencia se presentan en el numeral 7.2.2 Áreas de Influencia Definitivas.

La modelación tomada como referencia y realizada por el (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019), corresponde a la modelación de PM_{10} en etapa de construcción de la PLMB, para el

tiempo de exposición de 24 horas. En la Figura 76 se presenta el mapa base de los niveles de concentración de PM10, en el anexo L1T1-CON-AMB-PN-0013_A06 / 6_1 se relaciona el estudio y análisis para la línea base. Dentro de este se puede observar que el máximo nivel de concentración identificado se encuentra sobre los 50 µg/m3 en el punto hospitales, superando en este sitio la concentración permisible anual establecida en el Decreto 2254 de 2017, sin embargo, este punto no se localiza en el área de influencia de este PMAS. Debido a que los límites son excedidos en un punto específico de toda el área, se asume que no sobrepasa a manera general las concentraciones máximas permisibles en el área de influencia, por las actividades de este PMAS. En la Figura 76 se puede observar que, para el área específica del proyecto, no se observa una dispersión del contaminante importante, que pudiera sobrepasar los límites permisibles nombrados anteriormente, por lo que el área de influencia indirecta no será definida por calidad de aire.

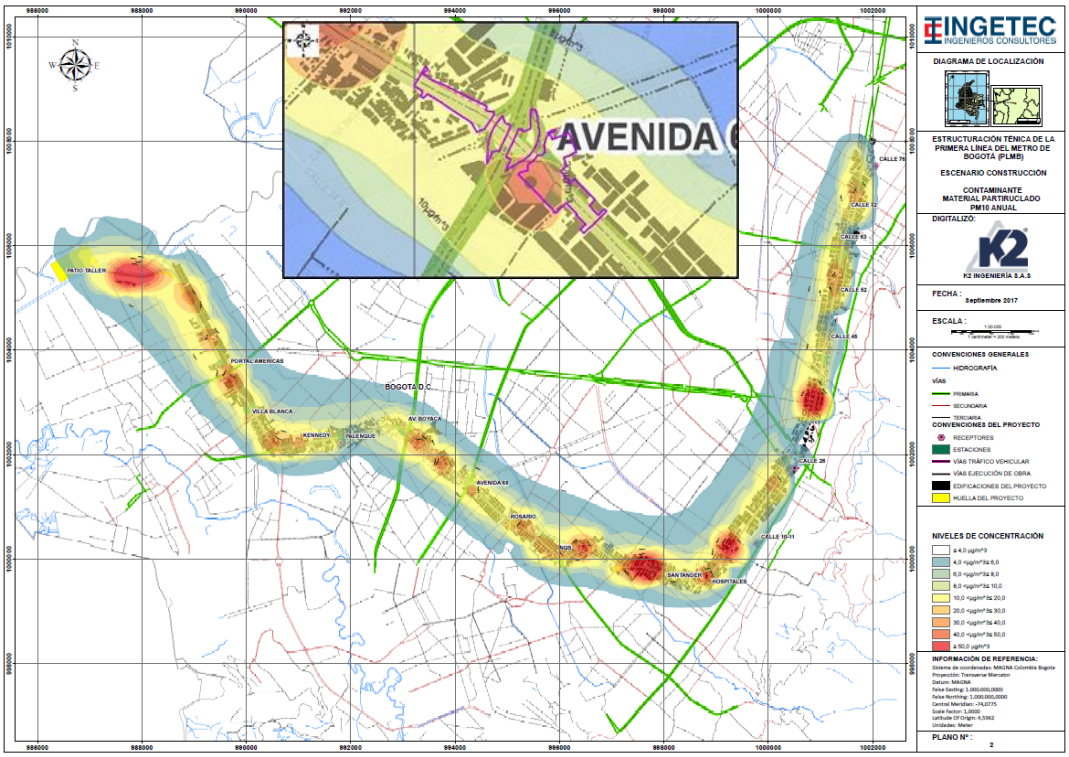


Figura 76 Niveles de Concentración PM_{10} - Escenario de Construcción – En ventanilla áreas de influencia de este PMAS

Fuente: Modelación realizada por K2 Ingeniería S.A.S para el EIAS (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019)

Teniendo en cuenta que la concentración del contaminante PM10 en el modelo de dispersión analizado no exceden el nivel máximo permisible, se considera que el AII preliminar para calidad del aire es el mismo al AID, criterio que fue ratificado con los resultados de la modelación de la caracterización en la definición del área de influencia definitiva (ver numeral 7.2.2).

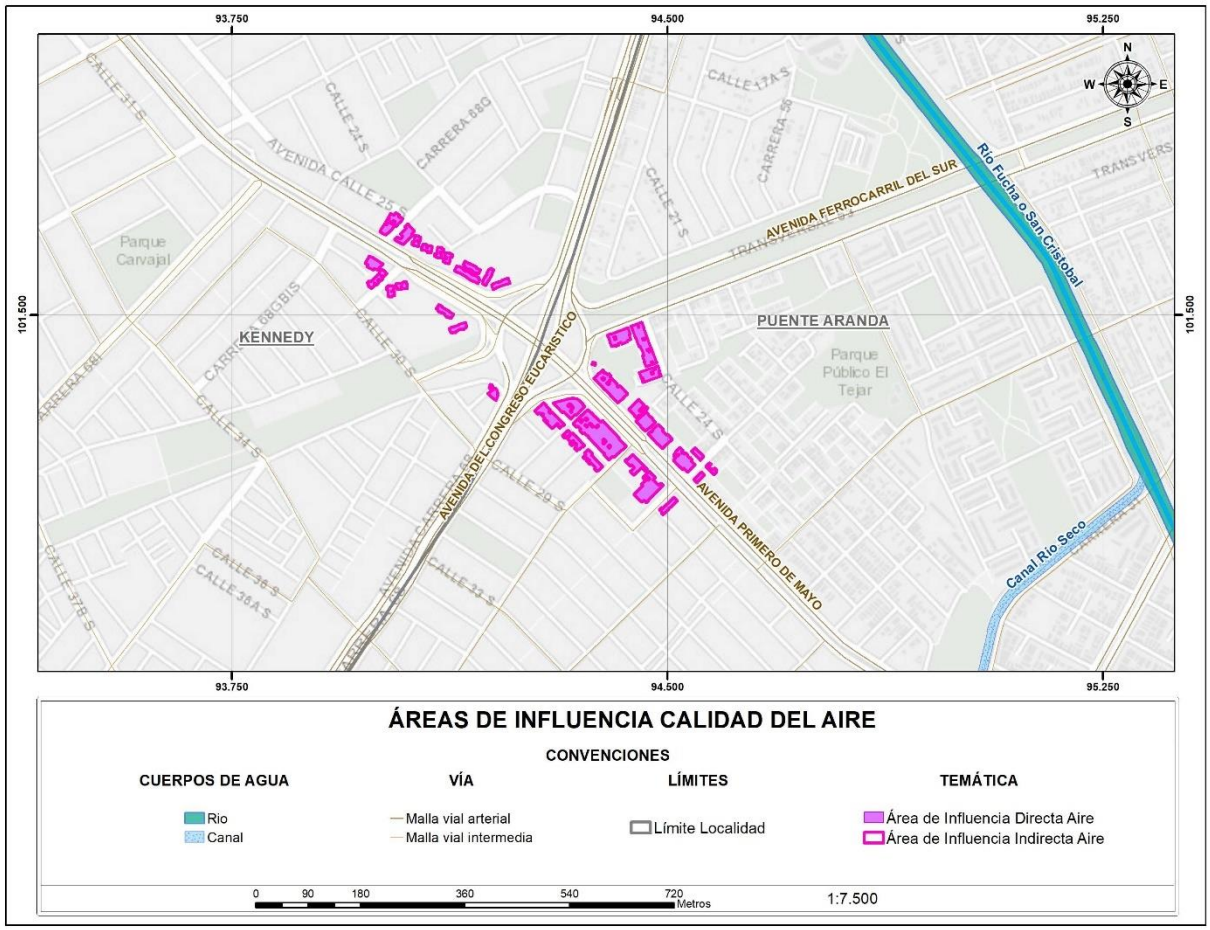


Figura 77 Áreas de Influencia Calidad del aire

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.1.3.2 Ruido

7.2.1.1.3.2.1 Área de Influencia Directa

El AID es definida considerando los aportes de la construcción, tomando datos iniciales del estudio de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro Bogotá (PLMB) a cargo del (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019). De acuerdo con la modelación, los aportes de presión sonora más altos se podrían presentar sobre la vía en la que se llevará a cabo el proyecto, por lo tanto, el AID para la propagación de ruido es definida como los predios aferentes o receptores sensibles directos al área de intervención del proyecto, tal como se muestra en la Figura 78.

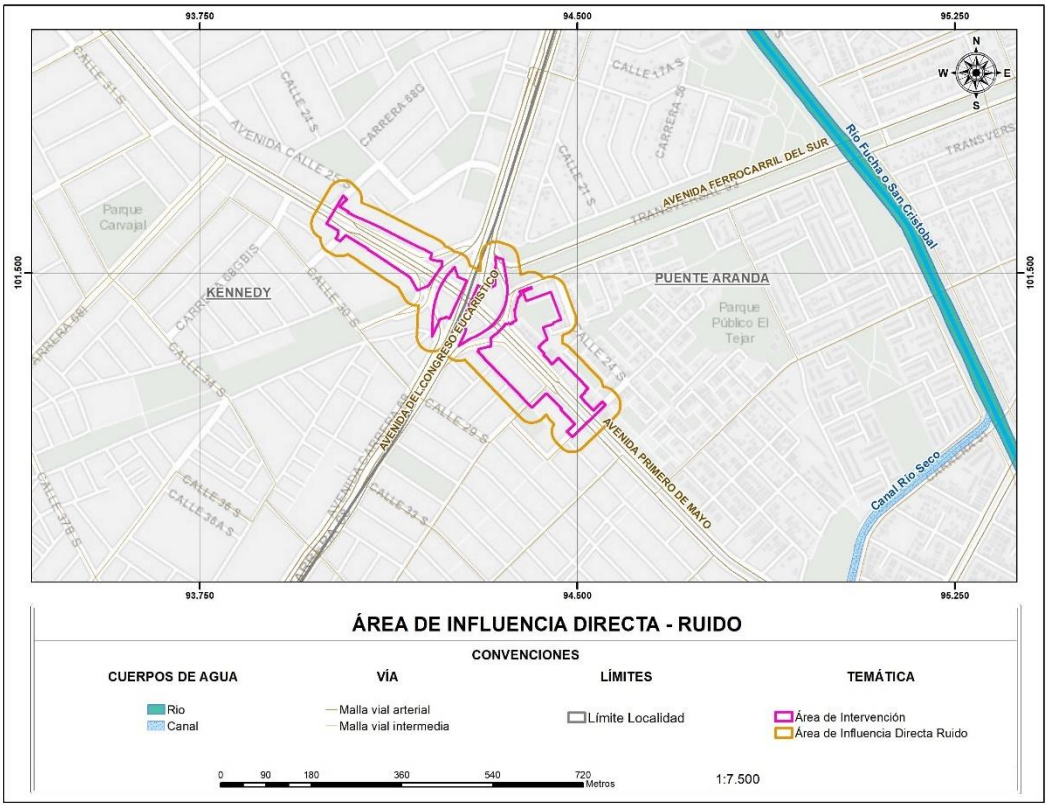


Figura 78 Área de Influencia Directa - Ruido

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.2.1.1.3.2.2 Área de Influencia Indirecta

En el mismo sentido que para el área de influencia directa, se busca la distancia a la cual las actividades no superan el límite más restrictivo (45 dBA) se realizó un proceso iterativo con la ecuación de decaimiento de ruido. Se asumió una emisión máxima de ruido de 77,40 dBA, la cual ha sido tomada del documento Estimaciones de la Generación de Ruido realizadas en el EIAS elaborado para la Estructuración Técnica del Tramo 1 de la PLMB a cargo del (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019). Esta estimación es el promedio de las estimaciones de generación de ruido realizadas en cada una de las estaciones de la línea del metro diseñadas en la etapa de construcción para la alternativa de construcción D.1 y D.2, la cual es una alternativa de desarrollo del proyecto.

Donde:

LeqA(d)= 77,40dBA

D= 84 m

d= 2 m

$$LeqA(D) = LeqA(d) - 20\log(D/d)$$

$$LeqA(D) = 77{,}40dBA - 20\log(84m/2m)$$

$$LeqA(D) = 44{,}9dBA$$

Para la jornada nocturna se tomó el correspondiente promedio de nivel de presión sonora estimado, de la alternativa “D.1 y D.2” equivalente a 77,40 dBA; con este nivel y siguiendo el mismo proceso iterativo se encontró que a los 84 m el ruido generado se atenúa, de modo que no sobrepasa el nivel más restrictivo de la (Resolución 627 de 2006, 2006) de 45 dBA.

De esta manera, se asume que a los 84 m se disipa el ruido generado por el proyecto y a esta distancia no se sobrepasa el nivel más restrictivo del sector A y C en jornada nocturna de 45 dBA; por lo tanto, se delimita el AII preliminar mediante un búfer de 84 m.



Figura 79 Área de atenuación Sonora de acuerdo con ecuación de decaimiento – AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.2.1.1.3.3 Vibraciones

7.2.1.1.3.3.1 Área de Influencia Directa

El AID del impacto por la generación de vibraciones (Alteración de las condiciones geomorfológicas) primordialmente a corto plazo, causadas por las actividades constructivas como la demolición de pavimento y andenes, el pilotaje, la excavación para las actividades de cimentación, nivelación y compactación, conformación de base, sub base, terminado de andenes y pavimentos y todas las

actividades de demolición del puente, las cuales fueron descritas anteriormente, principalmente por la operación de equipos y maquinaria, como la máquina de pilotaje, el vibro compactador de rodillo, el compactador tipo canguro, equipos de demolición y la retroexcavadora, son consideradas actividades que generarán vibraciones, principalmente en el área de intervención y en predios aledaños (ver Figura 80).

7.2.1.1.3.3.2 Área de Influencia Indirecta

Si bien los impactos generados por las actividades de vibraciones sobre las geoformas del terreno son de naturaleza negativa, estas acciones resultan ser de carácter irrelevante después de realizar su evaluación debido a que la alteración que tienen sobre el terreno es muy puntual y se reduce a solo aquellas zonas donde las actividades involucren maquinaria que genere vibraciones (máquina de pilotaje, vibro compactador de rodillo, compactador tipo canguro, equipos de demolición y la retroexcavadora, considerando que el vibro compactador es la máquina que emite mayores vibraciones)(ver numeral 7.5.5.1.1. Alteración de las condiciones geomorfológicas).

Así mismo, es importante reconocer que dichas vibraciones podrían llegar a tener incidencia directa sobre el suelo y las condiciones geotécnicas del terreno (estabilidad) cuando se apliquen estos esfuerzos sobre áreas con condiciones topográficas y de relieve pronunciado puesto que pueden suscitar la pérdida de la cohesión del suelo y el desprendimiento de este, no obstante, para el caso del área que será intervenida para la construcción de los puentes y demolición del puente existente de la Av. 1 de mayo con Av. 68 cuenta con una topografía del terreno primordialmente con relieves planos y homogéneos dónde no se presentaría una afectación y/o activación de escenarios de inestabilidad del terreno.

Por otra parte y de acuerdo con información secundaria consultada, tal como el Informe de los (Efectos de fuerzas dinámicas aplicadas por equipos de construcción sobre suelos blandos de la sabana de Bogotá) de (Castillo, Diaz, & Torres), en el cual afirma que “las actividades que incluyen el uso de vibro compactadores reflejan un buen comportamiento del suelo al igual que el uso y la circulación de trenes por esta zona” y concluyen que el uso de esta maquinaria no inciden en la generación de inestabilidades en este tipo de suelos, teniendo en cuenta que es la maquinaria que genera mayores velocidades sobre el suelo se infiere que el uso de otra maquinaria y equipo que produce vibraciones tampoco generaría inestabilidades sobre el terreno.

Por lo anteriormente expuesto y, teniendo presente que las actividades que generan vibraciones se realizan durante períodos de tiempo muy cortos, en intervalos no continuos y generan velocidades bajas sobre el suelo que disminuyen a partir del punto donde se generan hasta el receptor, se prevé que no trascenderán impactos relevantes al área de intervención. Teniendo en cuenta que los límites de velocidad máximos establecidos oscilan entre 3,05 mm/s a 12,7 mm/s y de acuerdo con lo que se encuentra en el documento (Bascompta, 2020) se establece que de la maquinaria usada que genera vibraciones los valores picos de velocidad se producen por parte del vibro compactador con unas velocidades de 6.27 mm/s a una distancia de 5 m y 0,27 mm/s a distancias de 30 m. Cabe aclarar que

estos valores pueden diferir para cada terreno y dependiendo de la referencia que se tiene de la maquinaria. Por otro lado basado en (Adhilla Ainun Musir, 2021) se estima que para la instalación de pilotes que es un procedimiento que genera mayores vibraciones por su procedimiento a una distancia promedio de **32,07 m** se presentan unas velocidades de 0,67 mm/s, por lo que se presume que las velocidades generadas por la máquina de pilotaje serán menores a las ya mencionadas y teniendo en cuenta que los pilotes serán construidos en el centro de la glorieta, se estima un búfer de 32 m entorno al área de intervención (ver siguiente figura).



Figura 80 Áreas de influencia por vibraciones

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.1.4 Área de Influencia Directa Medio Abiótico

El AID abiótica preliminar es de 11,9 ha y corresponde al resultado de la superposición de las cartografías de las áreas directas de los componentes analizados. Ver Figura 81.

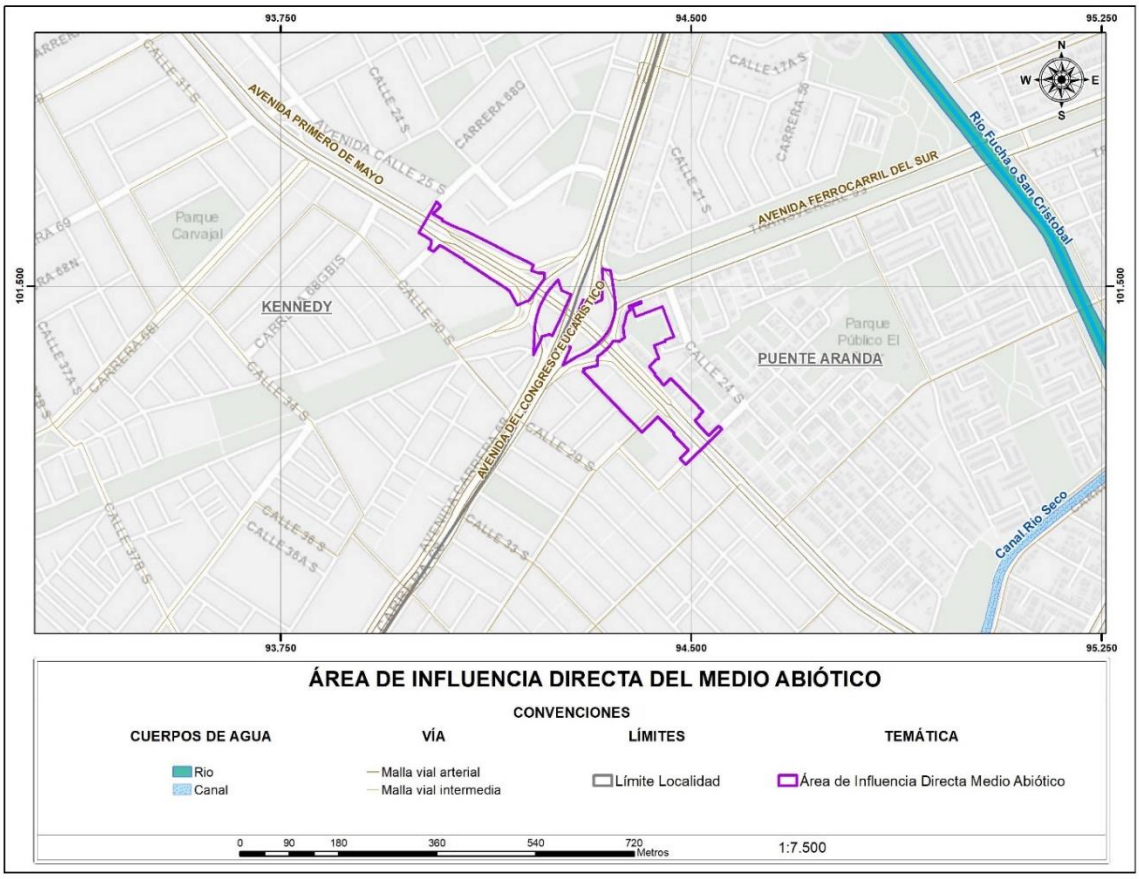


Figura 81 Área de Influencia directa del Medio Abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.1.5 Área de Influencia Indirecta Medio Abiótico

En cuanto al AII para el medio abiótico, se tiene un total de 157,4 ha que se definieron a partir del cruce de las áreas indirectas generadas en los componentes geosférico, hidrosférico y atmosférico (ver Figura 82).

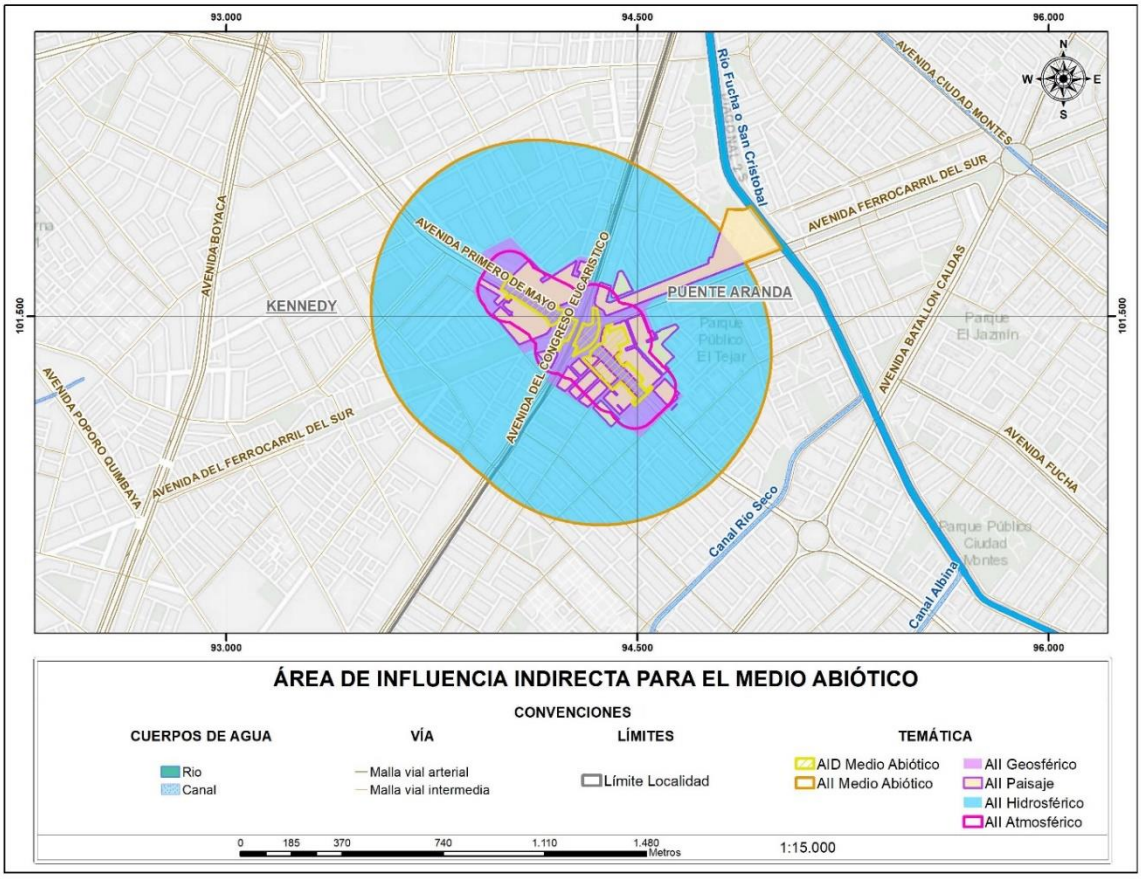


Figura 82 Área de Influencia Indirecta Para el Medio Abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.2 Área de Influencia Medio Biótico

Para determinar hasta donde se generen los efectos resultantes de las actividades previstas en el PMAS para el medio biótico en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, inicialmente se parte de las áreas de intervención y de las áreas previstas para el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal) y los impactos derivados de las actividades para los componentes de flora y fauna.

De igual manera, a nivel biótico, se tuvo en cuenta la conectividad de áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustentan el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, que permiten establecer la composición y estructura de las unidades de análisis de flora y fauna que se encuentran en la zona. A continuación, en la Tabla 71 se describen los criterios considerados para la delimitación del medio biótico, a partir del análisis de impactos.

Tabla 71 – Criterios preliminares para la definición del área de influencia del medio biótico

Componente	Criterio	Delimitación del Área
Ecosistemas terrestres – Flora	Afectación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal	► Áreas de los elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP que interceptan el Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo ► Áreas de zonas verdes en ubicadas en el Área de Intervención Directa del del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. ► Áreas de afectación a flora por intervención de zonas verdes y/o áreas objeto de aprovechamiento forestal o tratamiento silvicultural asignado localizadas en el Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo.
	Modificación de las zonas verdes	
	Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora	
Ecosistemas terrestres – Fauna	Afectación a la fauna silvestre	► Áreas de afectación a hábitats de fauna por intervención de coberturas en el Área de Intervención Directa del del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. ► Zonas verdes o hábitats en el Área de Intervención Directa del del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. ► Componentes de la EEP en el Área de Intervención Directa del del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. ► Áreas de conectividad espacial que se asocien en el Área de Intervención Directa del del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.2.1.2.1 Ecosistemas Terrestres – Flora

Para la definición del área de influencia del componente de ecosistemas terrestres - flora se debe tener en cuenta que la afectación a este recurso no se restringe al lugar en el que ocurre la perdida física de cobertura por las actividades previstas en el PMAS del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, sino también a la afectación por los impactos que afectan los procesos ecológicos de la zona. En este sentido, se identificaron las áreas de zonas verdes y elementos de la Estructura Ecológica Principal que se encuentran en el área de intervención directa del proyecto y que potencialmente se verían afectadas por la pérdida de conectividad ecológica y cambios en la dinámica de los servicios ecosistémicos. Ahora bien, ha de tenerse en cuenta que la unidad ecológica integradora

a nivel urbano de ambos componentes (flora y fauna) es la “cobertura vegetal o zonas verdes”, debido a la fuerte correlación que existe entre estos dos (2) elementos del sistema biológico. Dependiendo del tipo de cobertura existente, existirá determinado recurso alimenticio, y dependiendo el caso a nivel local y puntual, las zonas verdes pueden constituirse en un ambiente óptimo de servicios ecosistémicos para la fauna, ya sea para la búsqueda de alimento, reproducción, refugio, o como lugares de paso.

7.2.1.2.1.1 Área de Influencia Directa

La delimitación del Área de Influencia Directa (AID) se basó en el alcance que conlleva las modificaciones espaciales que llegasen a ocurrir sobre el componente de Flora, durante el desarrollo del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. Teniendo en cuenta que la unidad ecológica a nivel urbano son las coberturas vegetales o zonas verdes, se toma como unidad de análisis la afectación directa que se pudiese sobre las coberturas vegetales o zonas verdes existentes en el desarrollo del proyecto. Desde esta perspectiva, se toma por tanto como AID del componente flora la misma delimitación de la denominada “Área de Intervención Directa” entendiéndose como la zona hasta donde se extienden las obras asociadas al desarrollo del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. Lo anterior debido a que el desarrollo del proyecto en una zona urbana de por sí ya intervenida ecosistémicamente, es muy puntual, y no presenta mayores afectaciones sobre la flora comprenderán los aprovechamientos puntuales que no trascenderán de los diseños constructivos y los tratamientos silviculturales definidos. Es por eso por lo que se plantea que el AID Biótica sea la misma “Área de Intervención Directa” en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo.

Con la anterior propuesta del AID del componente flora, se tienen en cuenta las modificaciones tangibles e intangibles que para el caso presente de un proyecto urbano se enmarcan en las unidades de análisis que corresponden a los espacios en los que la funcionalidad y estructura son alteradas, que corresponden a las zonas verdes existentes en el área de intervención directa. Para zonas muy intervenidas por el desarrollo urbanístico como lo es la ciudad de Bogotá con presencia de algunos individuos forestales, son estos mismos organismos puntuales los que serían afectados por el desarrollo el proyecto.

De acuerdo con lo anterior, los siguientes son los criterios tenidos en cuenta en la delimitación del AID del componente Flora:

- Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora ubicadas en el Área de Intervención Directa del proyecto, en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo.
- Afectación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal ubicados en el Área de Intervención Directa del proyecto.
- Modificación de las zonas verdes y/o coberturas vegetales ubicadas en el Área de Intervención Directa del proyecto.

En este sentido se tiene que el AID del componente flora comprende un área de 5,10 ha.

Entre los criterios de análisis desde el componente flora se encuentra el evaluar las repercusiones que, en los lugares de intersección, el proyecto podría generar puntualmente sobre los elementos de la EEP, teniendo en cuenta que estos forman parte de las áreas de protección de la ciudad. En este sentido, se tuvieron en cuenta los elementos que conforman el Sistema Hídrico del Distrito Capital que son cruzados por el Área de Intervención Directa y que se relacionan con los Conectores ecosistémicos y los Parques Urbanos. Considerando el área de intervención directa del proyecto se realizó una intercepción con la cartografía de la estructura Ecológica Principal del POT de Bogotá D.C., para identificar cuales elementos se cruzan con dicha área.

Por otro lado, se identificó las áreas de zonas verdes (separadores viales, glorieta, parques, antejardines etc.) ubicadas dentro del área de intervención directa del proyecto que podrían verse afectadas por la ejecución de este.

7.2.1.2.1.1.1 Composición y estructura de las comunidades de flora

Con base en la plataforma del Sistema de Información Geográfica del Arbolado Urbano SIGAU, se identificó de manera preliminar la existencia de 271 individuos forestales que se localizarían en el Área de Intervención Directa del proyecto. Sin embargo, después de haberse ejecutado el inventario forestal al 100% se identificó la existencia en campo de 246 individuos forestales localizados en el Área de Intervención directa (ver Figura 83), esta diferencia es consecuencia de la desactualización del SIGAU en el área de influencia directa.



Figura 83 Intersección del AID con el arbolado urbano registrado en el SIGAU

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Cabe señalar que los 246 individuos inventariados al estar localizados en el Área de Intervención directa se tuvieron en cuenta para realizar la caracterización florística del área, sin embargo, en el marco de la Resolución 03464 de 2022 únicamente se solicitaron tratamiento silviculturales para 138 individuos que se verán afectados por las actividades asociadas al PMAS de la Av. 68 y al PMAS de redes, los restantes 108 individuos no se verán afectados por ninguna de estas actividades referentes al PMAS de la 68 ni al PMAS de redes, por lo cual no se incluyeron en el permiso. Sin embargo, se resalta que dichos individuos se verán afectados en el marco de la construcción del viaducto, para el cual las obras a ejecutar no han sido definidas en su totalidad, pero su afectación se incluirá en el marco del Estudio de impacto ambiental del viaducto. Adicionalmente, estos individuos requieren de tramites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.

7.2.1.2.1.1.2 Estructura ecológica principal

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida según el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá” Artículo 41 la EEP es ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional. Está constituida por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Se configura a partir de la integración de las áreas de origen natural y antrópico, las cuales mantienen una oferta ambiental significativa para sus habitantes y de otras formas de vida de la ciudad y la región.

Desde este punto de vista, se identificó que el Área de Intervención Directa del proyecto en sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida 1 de mayo NO presenta intersección con los elementos de la EEP por lo cual no serán objeto de afectación durante la etapa de construcción del proyecto.

Se realizó un análisis exploratorio en campo con base en la información digital de la Estructura Ecológica Principal que suministró el visor geográfico de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá en donde se identificó puntualmente la localización de los elementos de la EEP con el Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, en donde se evidenció las siguientes apreciaciones:



Figura 84. Intersección del AID del componente Flora con los elementos de la EEP

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Componente de zonas de conservación

Incluyen las áreas que son estratégicas y que aportan a la protección, planeación y manejo de los recursos naturales renovables y al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país y del Distrito Capital, declaradas por las autoridades nacionales, regionales o Distritales y que no hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

En el Área de Intervención Directa del proyecto sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo NO se encuentran Zonas de Conservación.

- Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde

Los Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde son las áreas destinadas a las actividades de disfrute ambiental y conservación y actividades recreativas y deportivas al interior del suelo urbano y rural, las cuales deben mantener la funcionalidad y la conectividad ecológica de la Estructura Ecológica Principal. Estas áreas están enmarcadas en el contexto urbano dentro del límite definido para el área urbana de Bogotá.

En el Área de Intervención Directa del proyecto sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo NO se encuentran Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde.

- Sistema hídrico

Es una categoría del componente de áreas de especial importancia ecosistémica de la Estructura Ecológica Principal, el cual está compuesto por los cuerpos y corrientes hídricas naturales.

En el Área de Intervención Directa del proyecto sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo NO se encuentran Sistemas hídricos.

- Conectores ecosistémicos

Como estrategia de conectividad transversal que articula las tres escalas del modelo de ocupación del territorio, los conectores ecosistémicos están conformados por elementos de la Estructura Ecológica Principal y otras áreas que, por sus condiciones ambientalmente estratégicas, tienen características para conectar los atributos ecológicos del territorio urbano y rural del Distrito Capital y la región, y fortalecer la gestión socioambiental, su propósito está orientado a la gestión, manejo y consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incremento de la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital y la recuperación ambiental de los corredores hídricos.

En el Área de Intervención Directa del proyecto NO se encuentran Conectores ecosistémicos.

7.2.1.2.1.1.3 Zonas verdes

Teniendo en cuenta la extensión del área de intervención directa, con base en la condición de las zonas verdes que se encuentran en la zona de estudio, se pueden generar diferentes repercusiones por parte de las actividades constructivas sobre la unidad de análisis de la flora terrestre, asociada directamente con las coberturas vegetales o zonas verdes. En este sentido, los efectos de la ejecución de una actividad constructiva como la del presente proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo, tiene implicaciones sobre las unidades de cobertura vegetal homogéneas, ya que pueden ocasionalmente inducir a la fragmentación, dependiendo del estado y continuidad que presenten estas unidades en la zona.

En lo referente a las zonas verdes se identificaron zonas como: Circulación peatonal y vehicular (separadores viales, glorieta y corredor ecológico vial), Articuladores de espacio público (Parques (Zonales, Vecinales y Bolsillo) y Plazas) y en Espacio privado (antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública).

Tabla 72 – Zonas verdes en el AID

Zona (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Zonas verdes m^2
Constitutivos naturales		
Sistema hídrico	Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica	0.00

Zona (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	Descripción	Zonas verdes m^2
Constitutivos artificiales o construidos		
Articuladores de espacio publico	PARQUES (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
Circulación peatonal y vehicular	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3	565.07
	Separadores viales parágrafo 2	4945.69
	Glorietas parágrafo 2	0.00
En espacio privado	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	1050.60
TOTAL		**6561.36**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

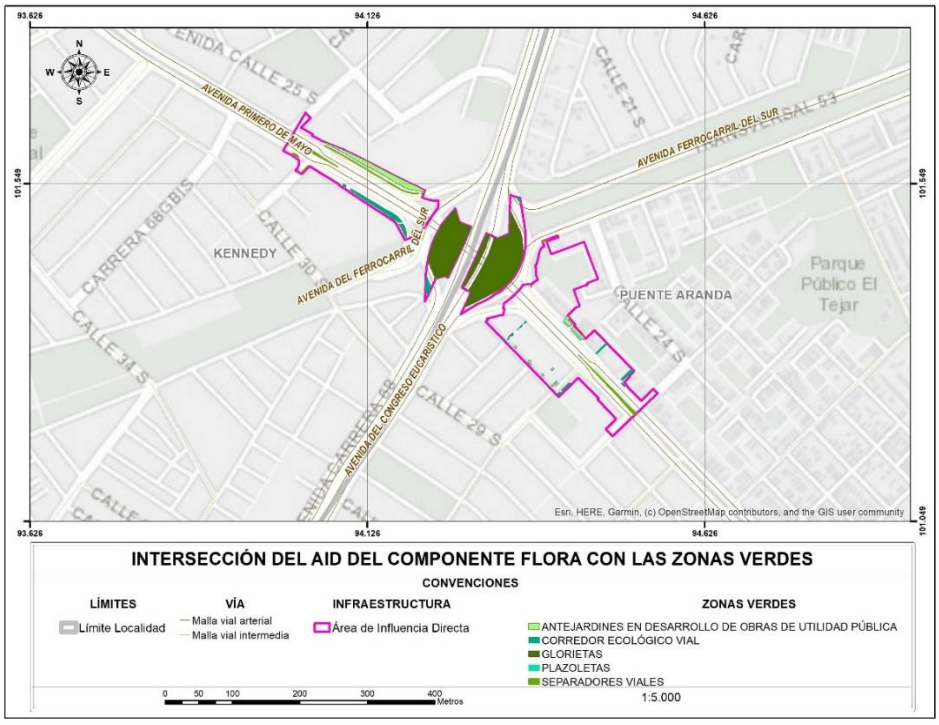


Figura 85Intersección del AID del componente Flora con las zonas verdes

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se muestra el registro fotográfico de las zonas verdes ubicadas en el AID del componente flora en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo.

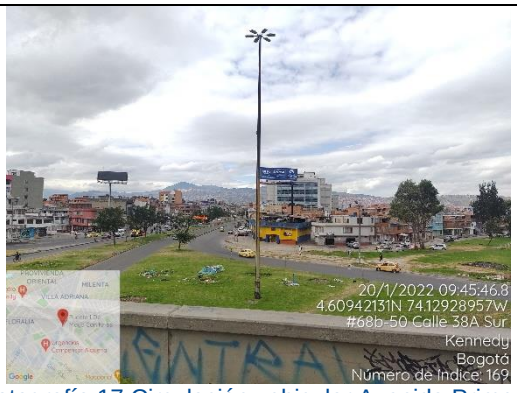
Tabla 73 – Registro fotográfico visita de campo de zonas verdes



Fotografía 15 Circulación peatonal Avenida Primero de Mayo con Carrera 68



Fotografía 16 Separadores viales Avenida Primero de Mayo con Carrera 68



Fotografía 17 Circulación vehicular Avenida Primero de Mayo con Carrera 68



Fotografía 18 Parque zonal Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El área de influencia directa del componente flora abarca una extensión de 5.10 ha como se observa en la Figura 86.

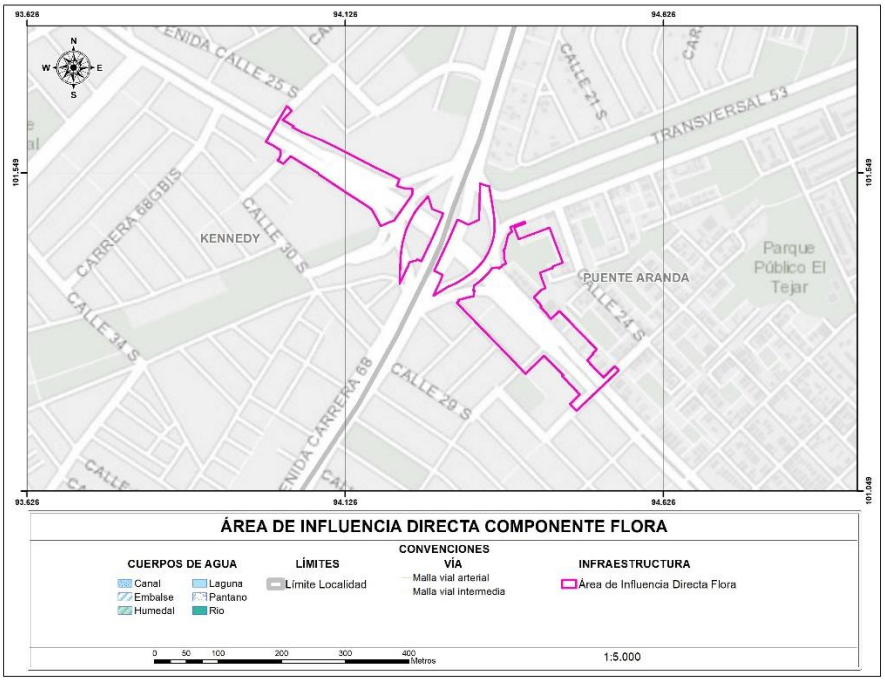


Figura 86 Área de Influencia directa Componente Flora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.2.1.2 Área de Influencia Indirecta

El Área de Influencia Indirecta (AII) del componente de flora fue determinada a partir del Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo y ampliándose en sectores donde se intercepta con las áreas pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal – EEP. En concordancia, se consideraron los impactos que podrían generar las actividades de para construcción de la PLMB en el sector.

Posteriormente se constató que el proyecto y sus afectarán de manera puntual las zonas verdes y los individuos arbóreos donde se realizarán las diferentes actividades, sin embargo, dichas actividades constructivas pueden generar impactos a zonas verdes e individuos forestales más allá del Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo.

En ese sentido, los criterios empleados para delimitar espacialmente los impactos corresponden, en primera medida, a la extensión (o influencia espacial) correspondiente a la superficie afectada por las acciones del proyecto en relación con el total del entorno donde se manifiestan los efectos y de acuerdo con la importancia florística asociada a los elementos de la Estructura Ecológica Principal.

La definición del AII para el componente flora requiere de una contextualización a nivel local, en el que se tenga en cuenta aspectos de conectividad de áreas ambientalmente conservadas, la presencia de áreas protegidas y legalmente constituidas a nivel distrital, de ecosistemas estratégicos que sustenten

el aprovisionamiento y la regulación de los servicios ecosistémicos, aspectos que entre otros, contribuyen con el entendimiento del estado de la composición y estructura de las unidades de análisis de flora se encuentran en el AID del proyecto, así como en el establecimiento del panorama que se requiere para la evaluación de las repercusiones que se generen en las áreas anexas al proyecto vial.

De acuerdo con lo anterior, los siguientes son los criterios tenidos en cuenta en la delimitación del AII del componente flora:

- Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora.
- Afectación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal.

Con base en la plataforma del Sistema de Información Geográfica del Arbolado Urbano SIGAU, se identificó de manera preliminar la existencia de 7406 individuos forestales en el Área de Influencia Indirecta del proyecto (ver Figura 87

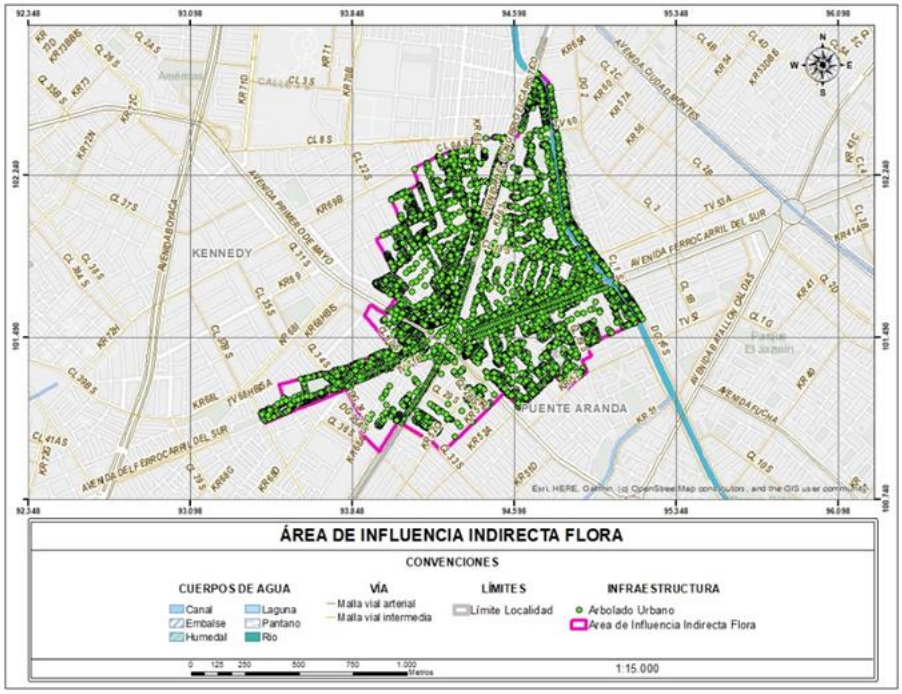


Figura 87 Intersección del AII con el arbolado urbano registrado en el SIGAU

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con respecto a la presencia de áreas verdes en el AID del proyecto, el predominio de coberturas de tejido urbano e infraestructura edificada en la ciudad, solo permiten una baja representatividad de áreas de zonas verdes, por lo que la integración de este tipo de áreas es baja a nivel local y su conexión está dada principalmente por la presencia de separadores viales y glorietas que sustentan arbolado de tipo

urbano, y por los parques de carácter zonal y vecinal, los cuales dado el planeamiento de la ciudad y su ubicación, no se encuentran interconectados.

Por otro lado, y a nivel espacial en la ciudad de Bogotá, los diversos elementos de los componentes de la EEP se encuentran mayormente consolidados a nivel de los Conectores ecosistémicos, los cuales, y para el área del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo se localizan principalmente hacia el centro del corredor o línea vial, entre ellos los asociados con la subcuenca del Rio Fucha. En general, el paso del proyecto por los sitios donde se encuentran los diferentes elementos de la EEP genera repercusiones menores.

De acuerdo con lo anterior, se propone por tanto como Área de Influencia Indirecta (AII) del componente Flora en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo el acoger el AID establecida del componente flora ampliándose en las áreas de intersección con los diversos elementos de los componentes EEP y coberturas vegetales asociadas a parques urbanos y otras zonas verdes urbanas en las cuales se concentran comunidades de flora para un total de 127,97 ha de AII del componente flora como se muestra a continuación.



Figura 88 Intersección del AII del Componente Flora con los elementos de la EEP

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Tabla 74 se presenta la cuantificación de las proporciones de áreas de superposición dentro de las Áreas de Influencia para cada uno de los elementos presentes dentro de la Estructura Ecológica

Principal en el Área de Influencia indirecta en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo.

Tabla 74 – Estructura Ecológica Principal presente dentro Área de Influencia Indirecta del componente flora

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha) Dentro del AII
Conector ecosistémico	Subcuenca del río Fucha	19,49
Sistema hídrico	Río Fucha o San Cristóbal	3,00

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el área de intervención indirecta se encontró intercepción con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha en 19,49 ha del AII.

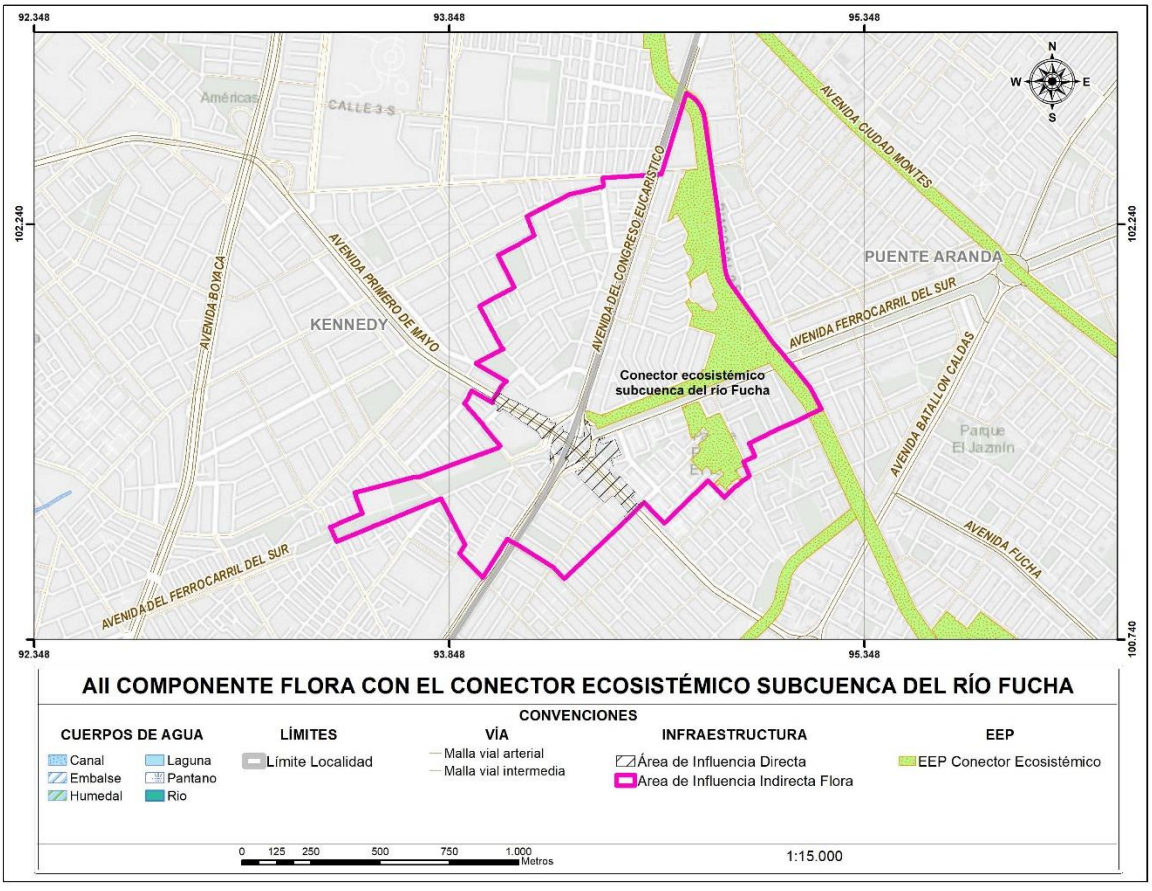


Figura 89 Intersección del AII del Componente Flora con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Dentro del área de influencia indirecta para el componente flora se encuentra el Sistema hídrico Río Fucha o San Cristóbal en 3,00 ha de AII. Sin embargo, vale la pena aclarar que el cauce y calidad del agua no se verá impacto por las actividades del proyecto, por lo cual no fue considerado en el AII abiótica.



Figura 90 Intersección del AII del Componente Flora con el Sistema hídrico Río Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El área de influencia indirecta del componente flora abarca una extensión de 127,97 ha. En la siguiente figura se detalla el AII definida para el componente flora.

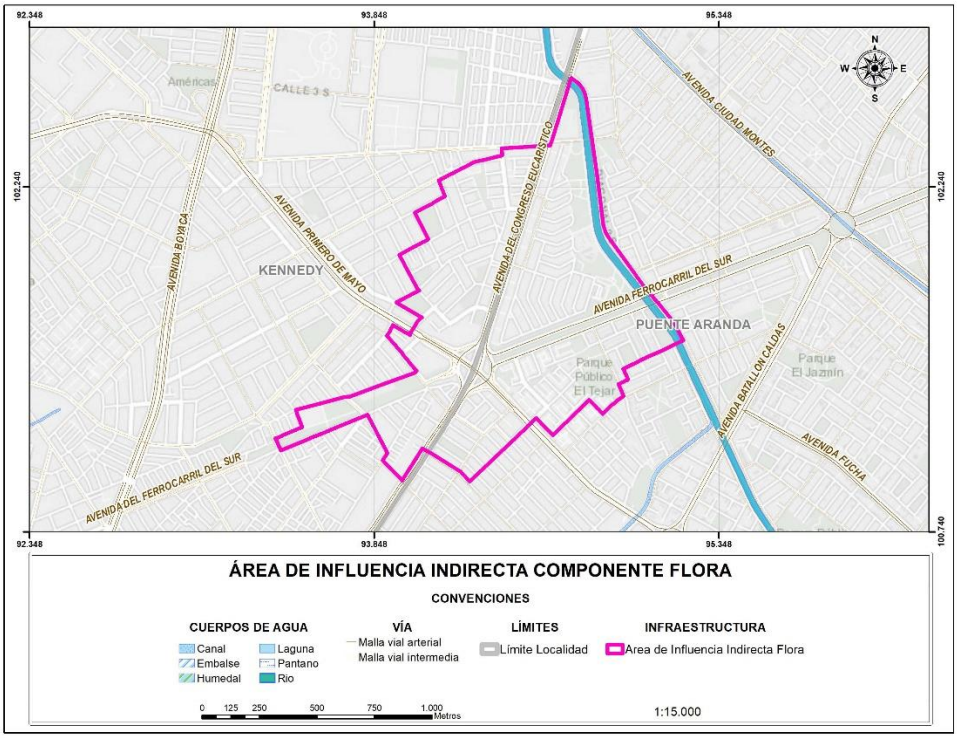


Figura 91 Área de Influencia Indirecta Componente Flora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.2.2 Ecosistemas Terrestres – Fauna

El AID y AII del componente de fauna se define con criterios de distribución y su relación con las coberturas de la tierra teniendo como base la caracterización faunística realizada.

7.2.1.2.2.1 Área de Influencia Directa – AID

La delimitación del AID del componente fauna está asociado las Áreas de influencia indirecta y sus unidades de cobertura de la tierra, en el caso particular, áreas intermitentes verdes y duras, donde directamente se reflejará el impacto por las actividades de construcción y que la fauna utiliza directa o indirectamente para el desarrollo de sus actividades.

Igualmente, con relación a la Estructura Ecológica Principal (EEP) definidas para el Distrito Capital, NO se presentan traslapes en el AID del proyecto.

En consecuencia, el área de influencia directa de este componente se delimita teniendo en cuenta las coberturas de la tierra (Hábitats) que se ven afectadas por las actividades propias de la construcción, es decir corresponde al cambio de coberturas que se presenta por actividades antrópicas. En este marco se destacan los cambios dentro de la estructura ecológica principal como lo es el caso de parques urbanos, separadores viales con cobertura vegetal, rondas de cuerpos de agua y zonas verdes que tienen importancia para la presencia de fauna (ver Figura 92) y adicionalmente aquellas barreras físicas

que afectan los desplazamientos de las especies que fueron identificadas durante la etapa de caracterización.

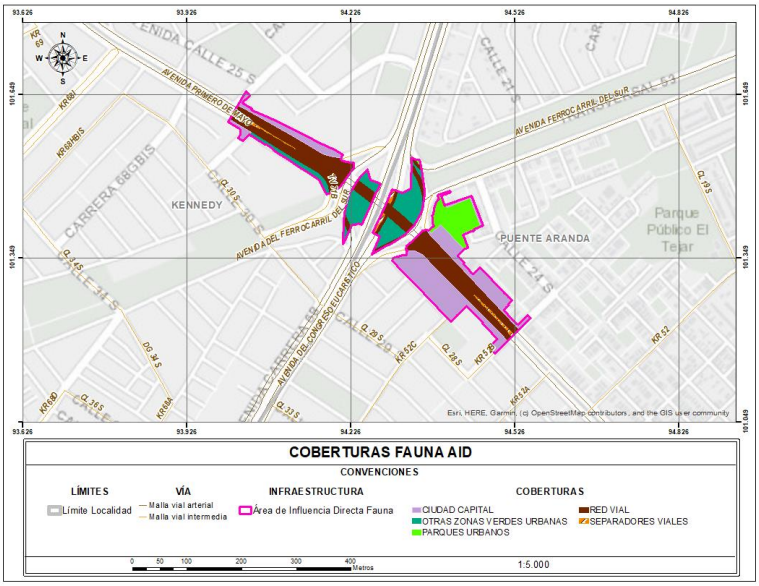


Figura 92 Coberturas vegetales presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

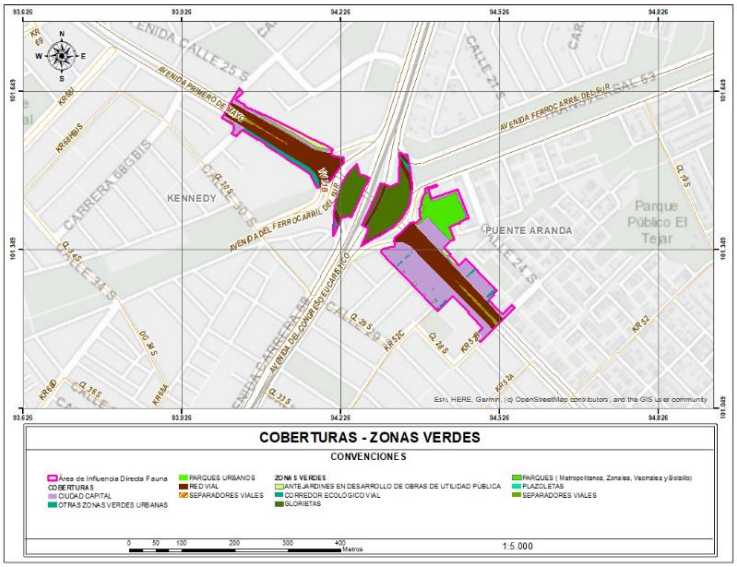


Figura 93 Coberturas vegetales, zonas verdes y elementos de la EEP presentes en el Área de Influencia Directa del componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El AID del componente fauna abarca una extensión de 5,10 ha como se observa en la Figura 94:

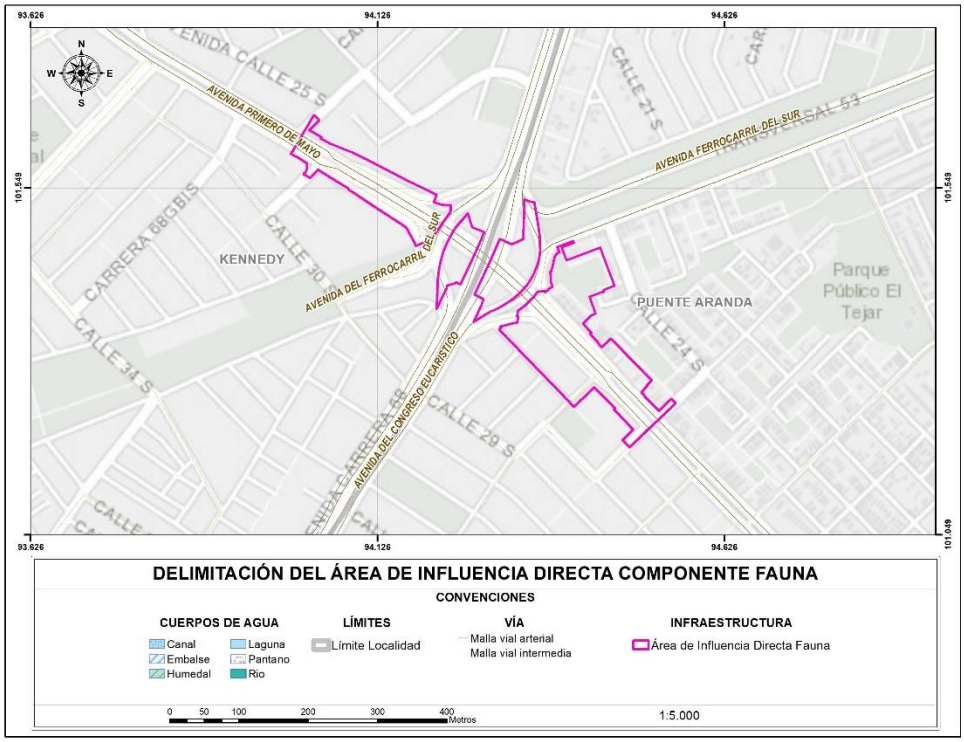


Figura 94 Delimitación del Área de Influencia Directa componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.2.2.2 Área de influencia Indirecta – AII

Para la delimitación del AII del componente fauna se tuvieron en cuenta los hábitats que se verán afectados por la materialización del proyecto, siendo que el hábitat es definido por (Morrison, Marcot, & Mannam, 2006), como el área con una combinación de recursos y condiciones ambientales tales que promueve la ocupación por individuos de una determinada especie y que permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan. Una forma de describir el hábitat es evaluando las unidades de paisaje, su estructura, composición y elementos físicos que lo integran ya que los organismos responden a su entorno en múltiples escalas espaciales y temporales (Gallina & López, 2011), dado que las coberturas vegetales tienen características fisionómicas y estructurales propias de acuerdo a las condiciones climáticas y edáficas (Franco, y otros, 2005) y proporciona una variedad de recursos como alimento, refugio, materiales para construir refugios, microclima, entre otros, para este estudio las coberturas vegetales son homologadas como hábitat para las especies silvestres, adicionalmente estructuras como edificaciones y vías de transporte se constituyen como una barrera física determinante que afecta la libre movilidad de las especies que están presentes en el área de intervención y utilizan los parques

urbanos y los separadores viales con remanentes vegetales (individuos forestales) como sus principales corredores de desplazamiento dentro de la ciudad.

En consecuencia, el área de influencia de este componente se delimita teniendo en cuenta las coberturas vegetales que se ven afectadas por las actividades propias descritas, especialmente aquellas que se encuentran más conservadas como es el caso del zonas verdes y parques urbanos, las cuales brindan los recursos necesarios para que las especies faunísticas sobrevivan adecuadamente, así mismo estas coberturas tienen la estructura propicia para funcionar como corredores biológicos de la fauna silvestre del sector, estableciéndose así los límites del área de influencia para el proyecto en donde estas coberturas se ven interrumpidas por elementos que generan fragmentación actualmente.

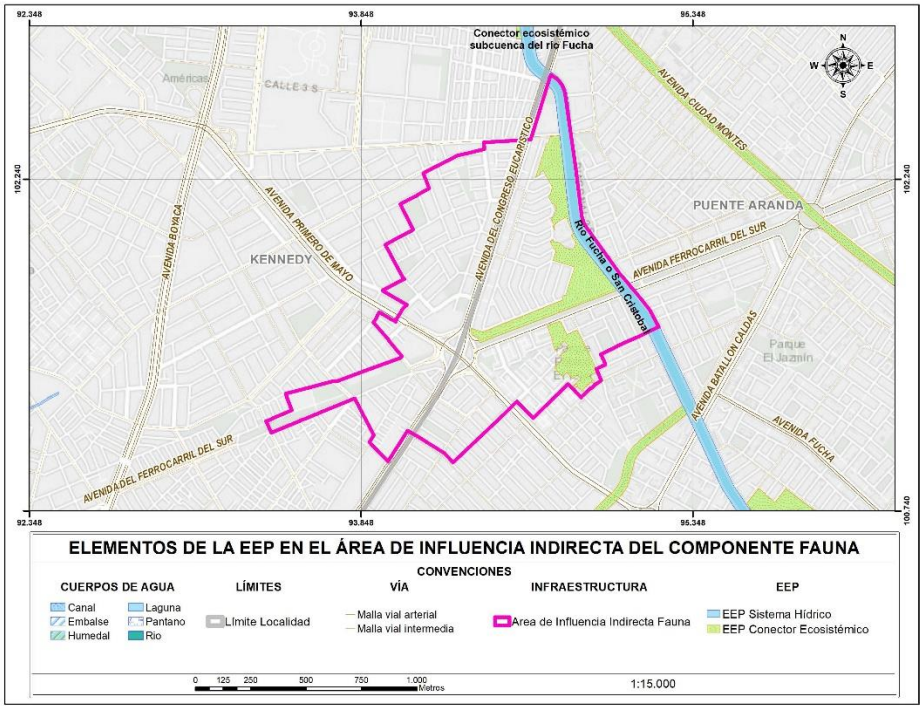


Figura 95 Elementos de la EEP en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así mismo estas coberturas vegetales las cuales se definen en el caso de la fauna silvestre como hábitats, permiten determinar el rango habitacional de las especies de fauna del sector, entendiendo como una característica fundamental del movimiento de cada especie a esta área de vida que se encuentra fuertemente influenciada por la disponibilidad de recursos (Refugio, fuentes de alimentación, sitios de reproducción) y la cual varia para cada especie e incluso puede variar dentro de los individuos de una misma especie (Ofstad, Herfindal, Solberg , & Sæther, 2016), con esto claro nuevamente sobresalen como sitios propicios y con recursos disponibles para la fauna silvestre las zonas pertenecientes a la EEP.

Adicionalmente, teniendo en cuenta los resultados de los procesos de muestreo de fauna silvestre realizados en terreno, se observa una importante correlación con unas coberturas vegetales específicas, las cuales corresponden a elementos vegetales que no se encuentran totalmente endurecidas, así tomando como punto de inicio el AID el área de influencia indirecta (AII) se extiende hacia al Nororiente siguiendo la línea formada por la cobertura de “otras zonas verdes urbanas” y el Conector ecosistémico subcuenca del rio Fucha hasta la vegetación de ronda del Sistema hídrico del Río Fucha o San Cristóbal, siendo esta cobertura la más representativa y en donde mayor cantidad de especies se registraron, teniendo a la Diagonal 2 sur como límite, esta vía se constituye como una barrera ya que se observa que las especies se mantienen en el área del parque y ronda haciendo uso de los recursos disponibles que brinda esta zona para realizar sus actividades diarias tales como árboles que brindan sitios de percha, refugio y anidación y zonas de pasto abiertas que favorecen la caza de alimento por parte de las especies insectívoras siendo estas las de mayor presencia dentro de la comunidad de fauna registrada.

Así mismo, hacia el sur occidente el AII se extiende por la cobertura de otras zonas verdes urbanas determinada para la glorieta y el separador registrándose un movimiento continuo por parte de las aves hasta la calle 36 B Sur la cual es una vía con un tránsito vehicular importante mientras la zona verde se estrecha y pierde densidad de individuos arbóreos para este punto.

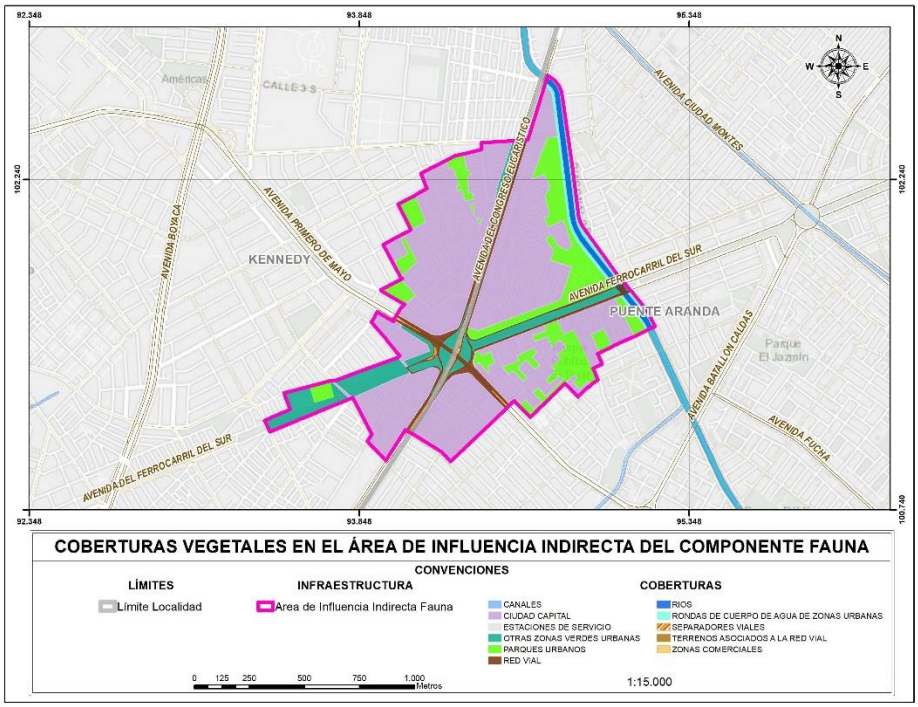


Figura 96 Coberturas vegetales en el Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo anterior, fue posible realizar una delimitación del AII desde el componente de fauna la cual presenta una extensión total de 127,97 ha, teniendo en cuenta el análisis realizado a partir del muestreo y la EEP analizada en el AID para fauna junto con las coberturas. En la Figura 97 se representa el AII definida.

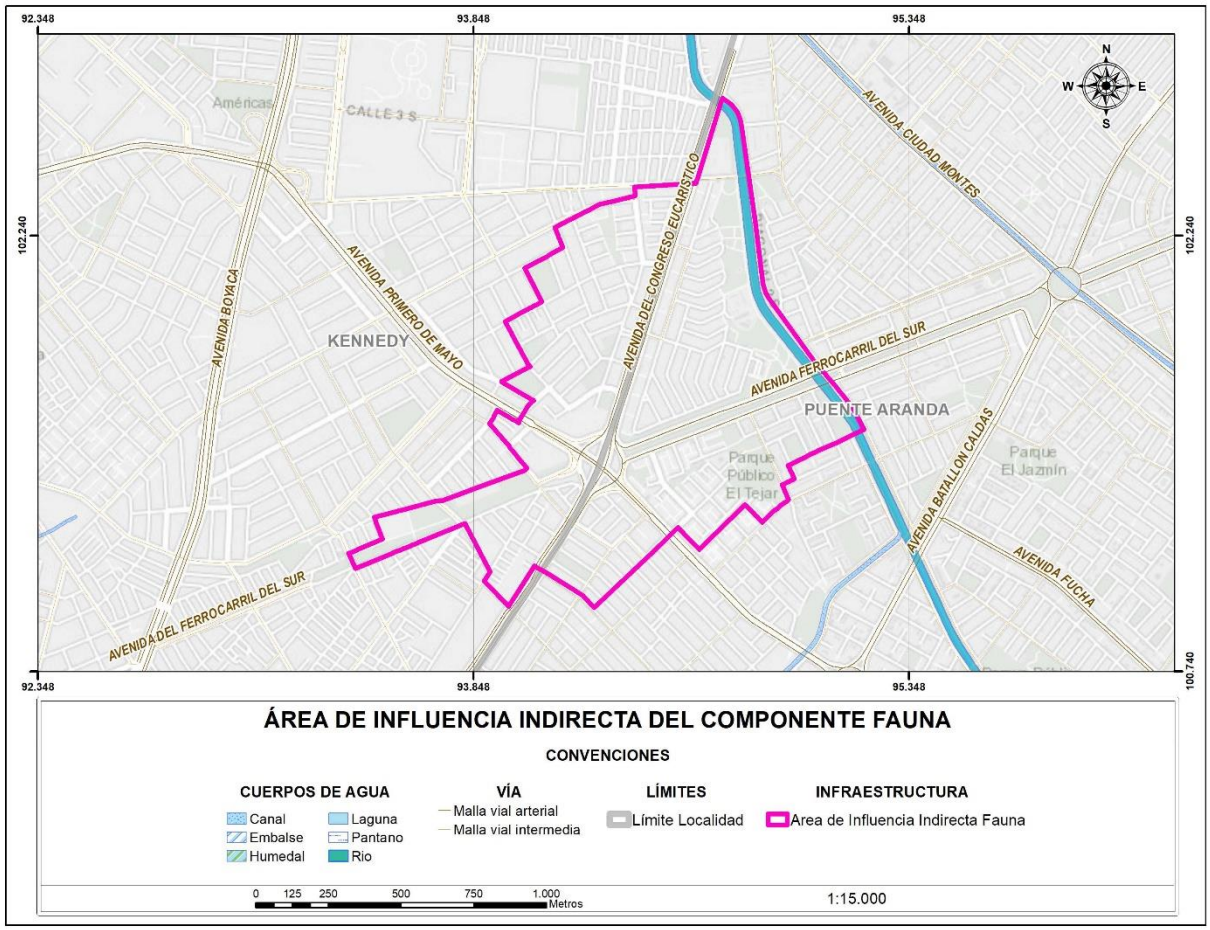


Figura 97 Área de Influencia Indirecta del Componente Fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.2.3 Área de Influencia – Medio Biótico

El Área de Influencia Directa del medio biótico se determinó a partir del área de influencia directa del componente flora y fauna que corresponde al Área de Intervención Directa del proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo en la cual se tiene previsto el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal) la cual presenta una extensión de e 5,10 ha.

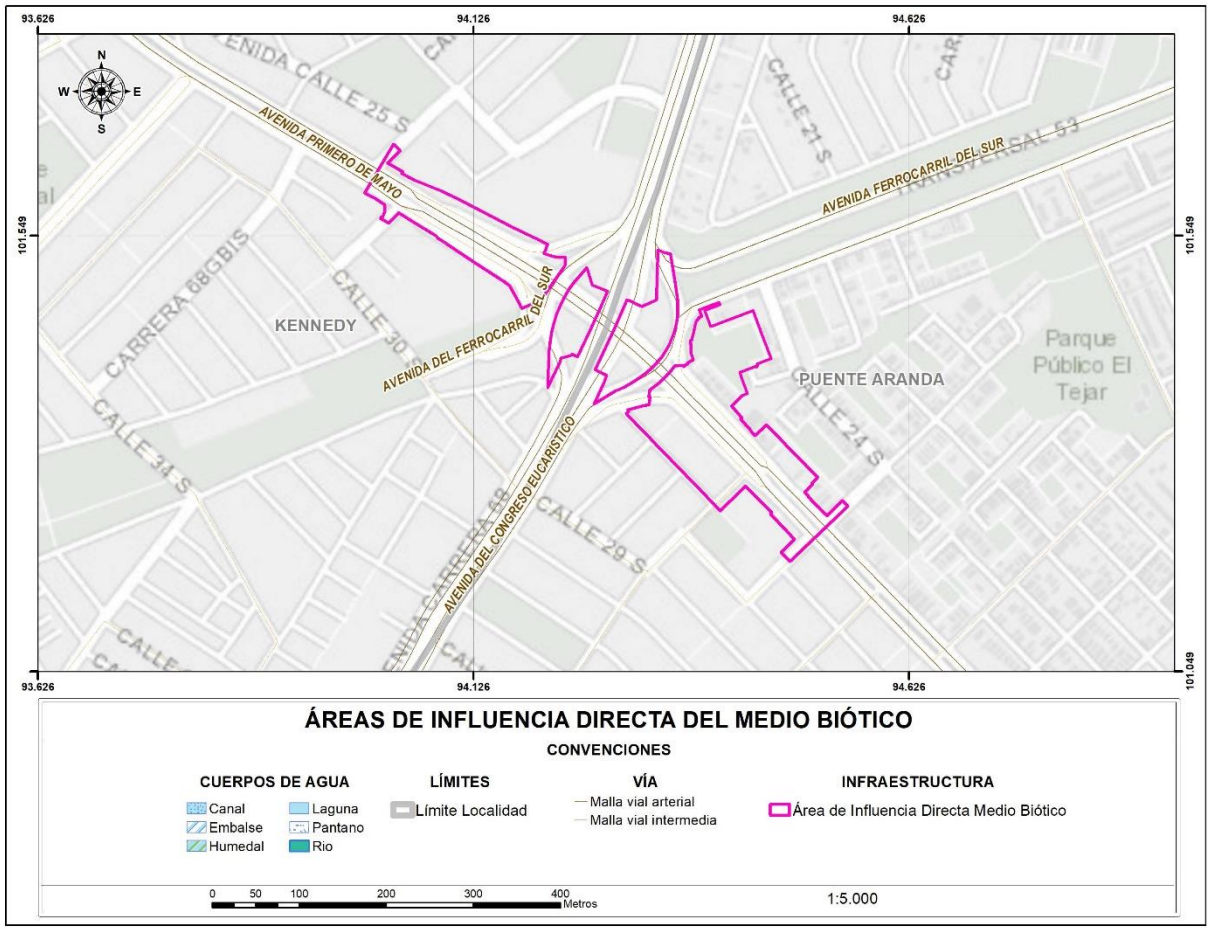


Figura 98 Áreas de Influencia Directa del Medio Biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Se propone por tanto, como AII del medio Biótico en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo el acoger el AII establecida para los componentes de flora y fauna, el cual abarca un área espacial representativa de 127,97 ha que contiene los hábitats que se verán afectados por la materialización del proyecto (para este estudio las coberturas vegetales son homologadas como hábitat para las especies silvestres), las áreas por donde interceptan los elementos de la Estructura Ecológica Principal (Sistema hídrico y Conector ecosistémico), las áreas de zonas verdes y el área donde se tiene previsto el uso y/o aprovechamiento de recursos naturales (aprovechamiento forestal).

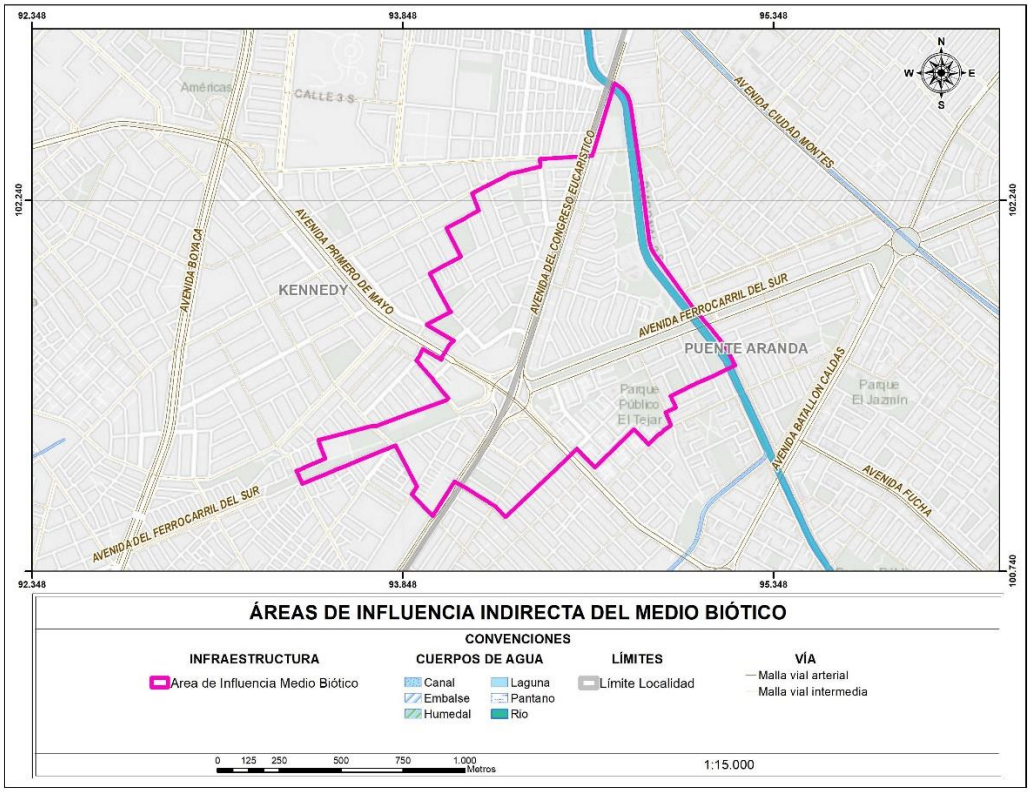


Figura 99 Áreas de Influencia indirecta del Medio Biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.3 Área de Influencia Medio Socioeconómico

Se presenta en este capítulo, a manera general, la definición de las áreas de influencia del medio socioeconómico en el marco del PMAS, sin embargo, este numeral se encuentra descrito a profundidad en el capítulo 8 – Desarrollo del Medio Socioeconómico.

7.2.1.3.1 Criterios para la definición de las Áreas de Influencia

Con el fin de delimitar las áreas de influencia del medio socioeconómico en el presente PMAS, se prevén las obras a desarrollar y el alcance de los impactos. En este sentido, se analiza la trascendencia de los impactos socioambientales, partiendo de la delimitación de las manzanas aferentes, previendo la afectación a la población circundante por orden de proximidad a los sitios de intervención, ampliando el área hasta los barrios catastrales, teniendo en cuenta las Unidades de Planeamiento Zonal- UPZ. En consecuencia, se consideraron los siguientes criterios:

- La división político - administrativa de la ciudad de Bogotá, los asentamientos humanos y la presencia de las comunidades que atraviesan la zona del proyecto. Esto implica una definición del área de influencia desde la noción de la organización del territorio, basada en los planes de ordenamiento territorial de la ciudad y de sus localidades.

- Las áreas de uso social, comunitario, institucional y económica existentes la zona del proyecto, principalmente las áreas traslapadas con las áreas de directa intervención por el proyecto.
- La identificación de las dinámicas socioeconómicas y de movilidad.
- El Plan de Manejo de Tránsito - PMT.
- La obstrucción de accesos peatonales y vehiculares a viviendas, negocios y entidades.
- Las molestias a la comunidad por incremento en el nivel de ruido y material particulado.

Con base en lo establecido en la sección 5.1 del Anexo 1 del Apéndice Técnico 15, las áreas de influencia directa e indirecta fueron definidas de la siguiente manera:

La descripción y caracterización de las áreas de influencia de las obras de la Avenida 68 con 1º de mayo, parte de los estudios de la etapa de estructuración del proyecto, los cuales fueron planteados para todo el trazado del viaducto, ésta conserva similares criterios en la formulación en tanto busca describir las interacciones sociales, económicas y culturales que tienen lugar en el territorio donde se llevarán a cabo las obras.

Las áreas de influencia del componente socioeconómico se consideran en función de los impactos potenciales que el desarrollo de las obras puede generar sobre el medio socioeconómico; en tal sentido, las áreas se definen a partir de la división político – administrativa de la ciudad, desde una escala mayor a nivel de las localidades, luego las unidades de planeamiento zonal-UPZs y por último los barrios catastrales como unidades de análisis a menor escala.

El área de influencia indirecta-AII es un referente que permite tener una visión general de contexto conectada territorialmente con el desarrollo de las obras, pero sus impactos no son directos. Por tal motivo se toma como referencia muy general las localidades de Kennedy y Puente Aranda, con más aproximación a las UPZs que integran los barrios catástrateles.

El área de influencia directa-AID está estrechamente relacionada con el ámbito donde se desarrollarán las obras relacionadas con la demolición de un puente y la construcción de dos puentes en la Avenida 68 con 1º de mayo. La focalización a este nivel facilitará el análisis de los aspectos sociales del territorio, en conjunto con la información obtenida de fuentes directas, los factores de tipo social, cultural y económico y el análisis de los impactos, loque permitirá la formulación de las estrategias de intervención consideradas en el Plan de Manejo Social.

Los criterios considerados para definir el área de influencia socioeconómica directa e indirecta, se fundamentan en la identificación de las siguientes condiciones:

- Mayor cercanía al área física del área de obra.
- Dinámicas de movilidad vehicular, peatonal y de bici usuarios.
- Plan de Manejo de Tránsito -PMT-
- Presencia de instituciones o entidades sociales, de salud o educación en áreas cercanas a la obra.

- Condiciones y características de la actividad comercial en el territorio.

Estos criterios sociales se analizarán frente a criterios ambientales que definen los impactos desde los componentes abiótico y biótico, además de los factores de movilidad, así:

- Abiótico: aire, generación de partículas y ruido; suelo y paisaje.
- Biótico: Fauna, flora y procesos sociales y económicos.
- Movilidad: cambio en la movilidad, generado por los desvíos necesarios para la intervención de la avenida 68.

7.2.1.3.2 Área de Influencia Directa – AID

Se define como AID socioeconómica de la intersección de la Avenida 68, un búfer de 200 entorno al área de intervención (un promedio de dos manzanas aferentes.)

Es preciso fundamentar que esta área es definida por los predios que se ubican frente a los sitios donde se realizarán las intervenciones, que percibirán de manera directa las incomodidades por las actividades de la intersección especial de la Avenida 68, previendo impactos como alteraciones de la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida; cambios en la percepción de la seguridad ciudadana; afectaciones en la movilidad vehicular y peatonal, cambios en la productividad de actividades comerciales, generación de material particulado y ruido (esta área comprende el búfer de 84 m en el cual se disipa el ruido generado por el proyecto y a esta distancia no sobrepasa el límite permisible del sector más restrictivo, A y C en jornada nocturna, a niveles de 45 dBA); y afectación en la movilidad vehicular y peatonal.

Respecto del AID, determinada por las manzanas aferentes que colindan con el área de intervención, es de resaltar que los mayores efectos de las obras serán recibidos por la población que reside en los barrios Tejar, Villa Adriana, Floralia y Alquería la Fragua primer sector, en tal sentido, el AID define esta área como la de mayor vulnerabilidad frente a los impactos en la etapa preoperativa, fase previa en la que se iniciarán las obras de los tres puentes.

En la Figura 100 se evidencia el AID, conformada por las manzanas catastrales del entorno de la obra.

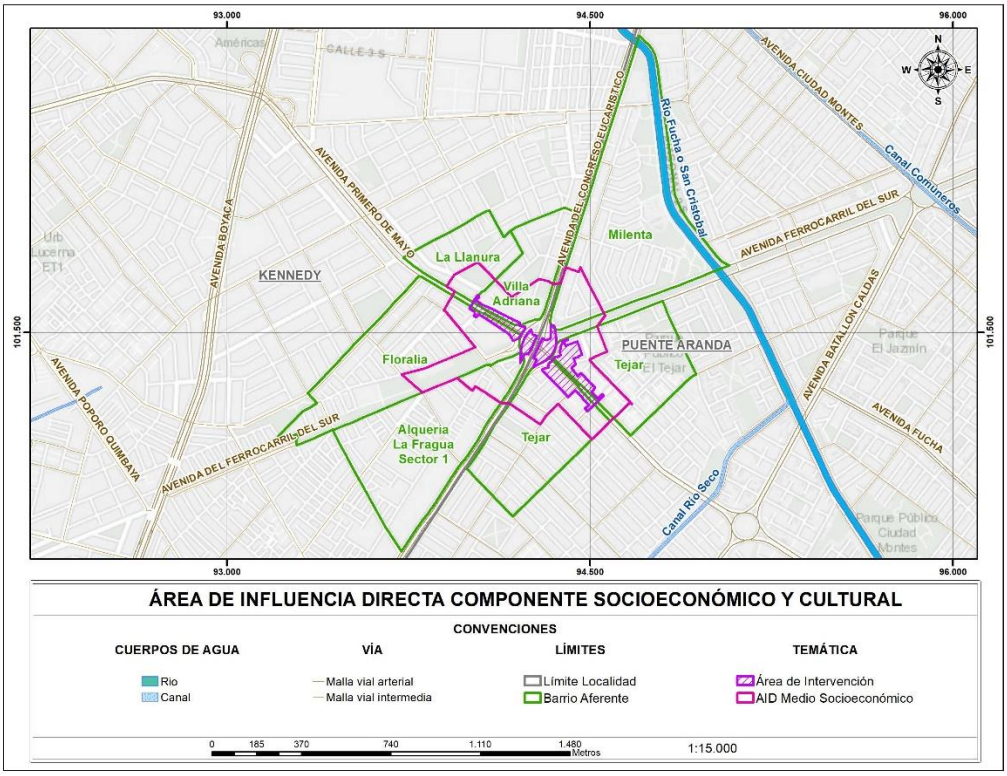


Figura 100 Área de Influencia Directa componente socioeconómico y cultural

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.1.3.3 Área de Influencia Indirecta – AII

La definición del área de influencia indirecta-AII del medio socioeconómico se fundamenta en el análisis de la trascendencia espacial de los impactos por las obras del proyecto. Esta delimitación considera las áreas urbanas por donde se propone el plan de cierres y alternativas de desvíos (PCAD) en razón a los cambios transitorios que pueden generarse por la ejecución de los planes de manejo para el tránsito necesarios para la obra.

En tal sentido, se definió el AII a partir de la organización político-administrativa del Distrito, tomando los barrios catastrales adyacentes al área de intervención como primera unidad de análisis y las UPZs (Unidades de Planeamiento Zonal) como sectores geográficos de referencia administrativa, cuya información fue consultada a través de fuentes oficiales.

> *"Las UPZs son instrumentos de planeamiento que establecen la reglamentación urbanística para un conjunto de barrios que presentan características comunes en su desarrollo urbanístico, así como en sus usos y actividades predominantes. Su objetivo es precisar y completar la norma urbana de la ciudad desde una escala más local y con participación de la ciudadanía*" (Cámara de Comercio de Bogotá)

En ese sentido, se definió el AII de la siguiente manera:

Tabla 75 – AII socioeconómica

Localidad	UPZ	Nombre UPZ
Kennedy	44	Américas
	45	Carvajal
Puente Aranda	40	Ciudad Montes
	41	Muzú
	43	San Rafael

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 101 se muestra el área de influencia indirecta con relación a las unidades de planeamiento zonal y los barrios cercanos al área de intervención:

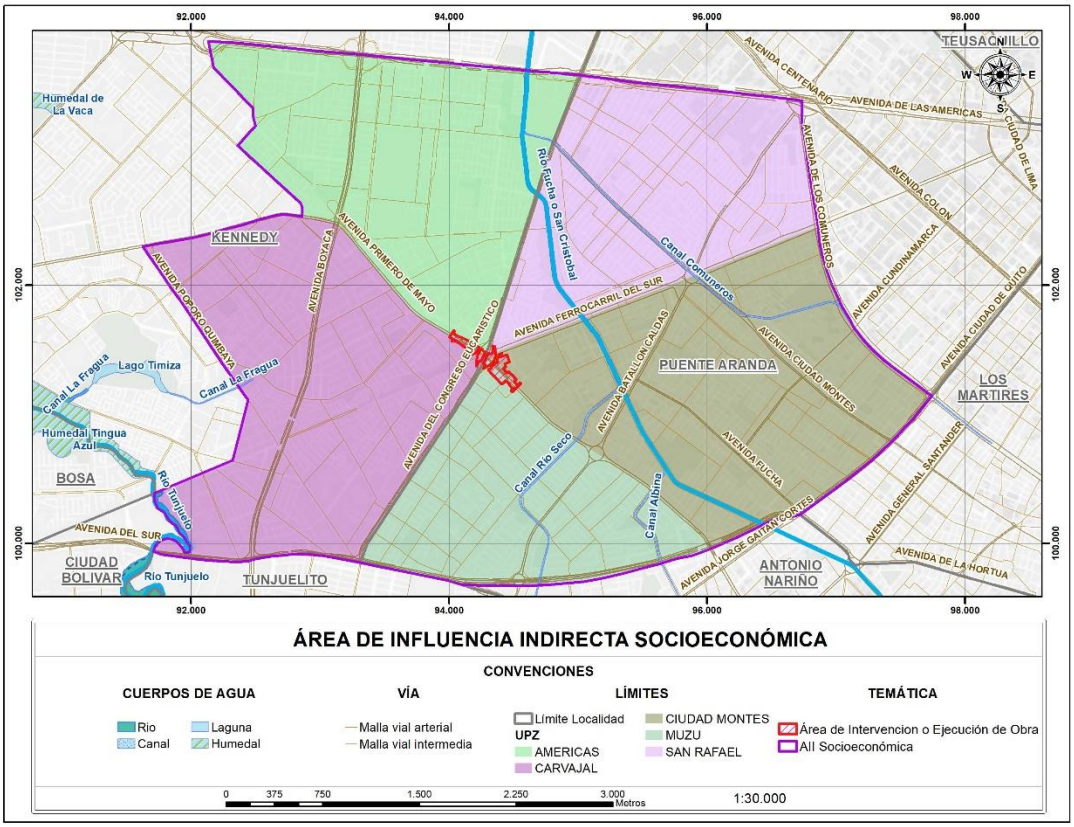


Figura 101 Área de Influencia Indirecta Socioeconómica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.2 Áreas de Influencia Definitivas

El proceso de definición del área de influencia definitiva se sustenta en el (Decreto 1076 de 2015) del MADS, Artículo 2.2.2.3.1.1., en el cual se define el área de influencia como aquella en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto.

En ese sentido, y a partir de la evaluación de impactos presentada en el capítulo 7.5 del presente estudio, a continuación, se presentan los impactos que, de acuerdo con su calificación, son considerados significativos o con importancia moderada, severa o crítica.

Si bien, es preciso señalar que la identificación de los impactos significativos conlleva a revisar y en caso de ser necesario, ajustar el área de influencia preliminar, todos los polígonos definidos preliminarmente y que no obtienen una calificación significativa, de igual manera, se integrarán para efectos de generar el área de influencia definitiva, con el fin de no omitir impactos irrelevantes pero que presentarán una espacialización del impacto.

7.2.2.1 Área de Influencia Medio Abiótico

7.2.2.1.1 Componente Geosférico

Las áreas de influencia, AID y AII se mantienen con relación a la preliminar. En este sentido, el AID es el área de intervención por las actividades del proyecto y el AII del componente geosférico corresponde a la manzana aferente (infraestructura social y vías aledañas) al AID, con relación al impacto por afectación a la percepción visual del paisaje.

Por otra parte, de acuerdo con la evaluación de los impactos Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo, alteración de las condiciones geomorfológicas y alteración a la calidad del suelo no definen un cambio en el área de influencia definitiva, ya que las actividades evaluadas para dichos impactos no generan una alteración mayor a los lugares puntuales de ejecución de las obras, que estarían ya incluidas dentro del área de intervención. En el mismo sentido, el impacto de aumento de la cantidad de residuos a disponer, teniendo en cuenta la evaluación ambiental, tendrá incidencias sólo dentro del área de intervención del proyecto para la generación, manejo y disposición de estos.

7.2.2.1.2 Componente Hidrosférico

El AID definitiva para este componente se mantiene con relación al AID preliminar. Se mantiene el búfer de 600 metros definido para el AII del recurso hídrico subterráneo.

7.2.2.1.3 Componente Atmosférico

El AID definitiva para este componente se mantiene con relación al AID preliminar. A continuación, se abordarán los aspectos decisorios para el AII definitiva por calidad del aire y ruido.

7.2.2.1.3.1 Calidad del Aire

Como se indicó anteriormente, el área de influencia definitiva es revisada a partir de la condición actual, manifiesto en los resultados de los monitoreos y modelaciones realizadas por el (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021).

Los monitoreos de aire se realizaron entre el día 15 de septiembre de 2021 y el 03 de octubre de 2021, en un total de 30 estaciones, a lo largo del trazado. Dentro de los resultados del muestreo, se encontró que el 90% de las muestras tomadas para el contaminante criterio PM10, no sobrepasaron el nivel permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS (75 µg/m^3 para un periodo de 24 horas).

Con relación al modelo de dispersión realizado por el (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021) para las actividades constructivas la Línea 1 del Metro de Bogotá (ver Figura 102), la concentración máxima obtenida para la modelación de dispersión de material particulado PM10 es de 0,37 µg/m^3, la cual está muy por debajo del nivel permisible de 75 µg/m^3.

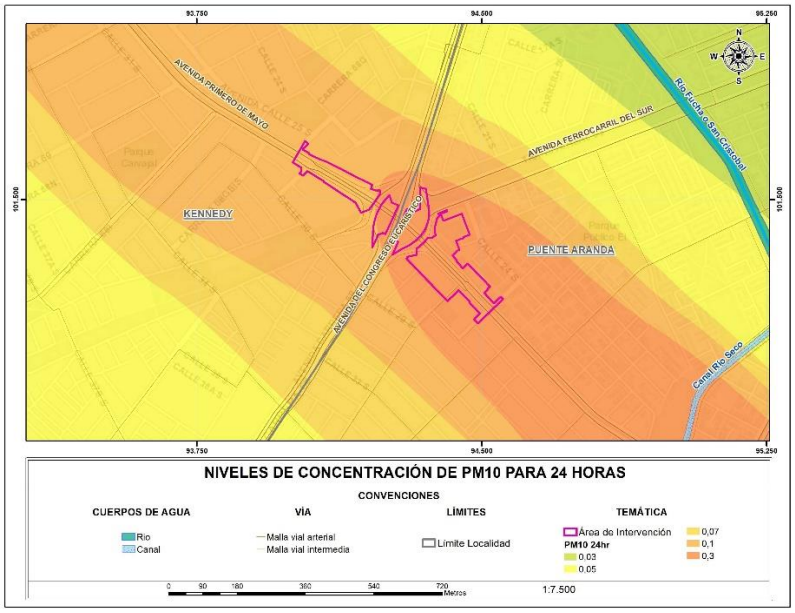


Figura 102 Niveles de concentración de PM10 para 24 horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con relación al modelo de dispersión la concentración máxima obtenida para la modelación de dispersión de material particulado PM2,5 es de 0,31 µg/m3, la cual está muy por debajo del nivel permisible de 37 µg/m3 (ver Figura 103).

Por otra parte, los resultados del modelo para el contaminante monóxido de carbono (CO) ilustran un comportamiento de dispersión similar al observado en el modelo de PM10, tal como se presenta en la Figura 104, donde el máximo nivel de concentración es un poco más de 40 µg/m^3, el cual es inferior a los 35000 µg/m3 estipulados como máximo nivel permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017.

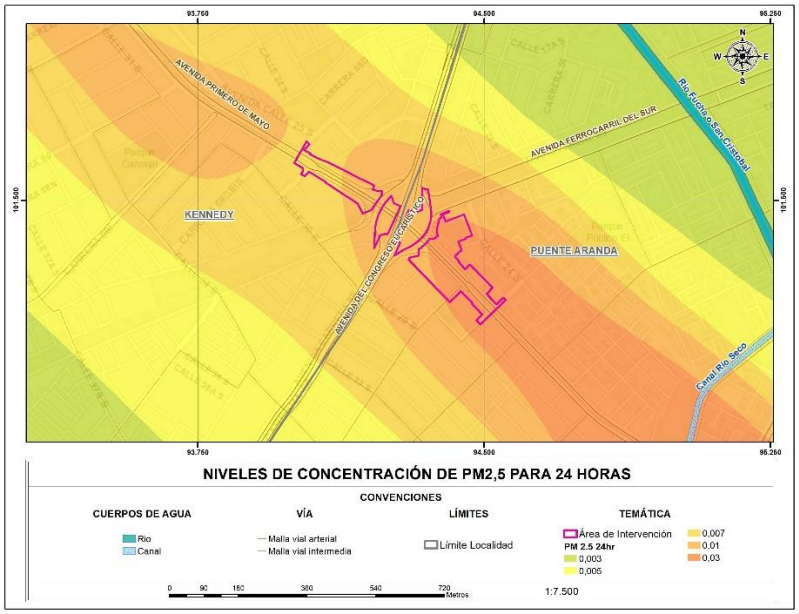


Figura 103 Niveles de concentración de PM2,5 para 24 horas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

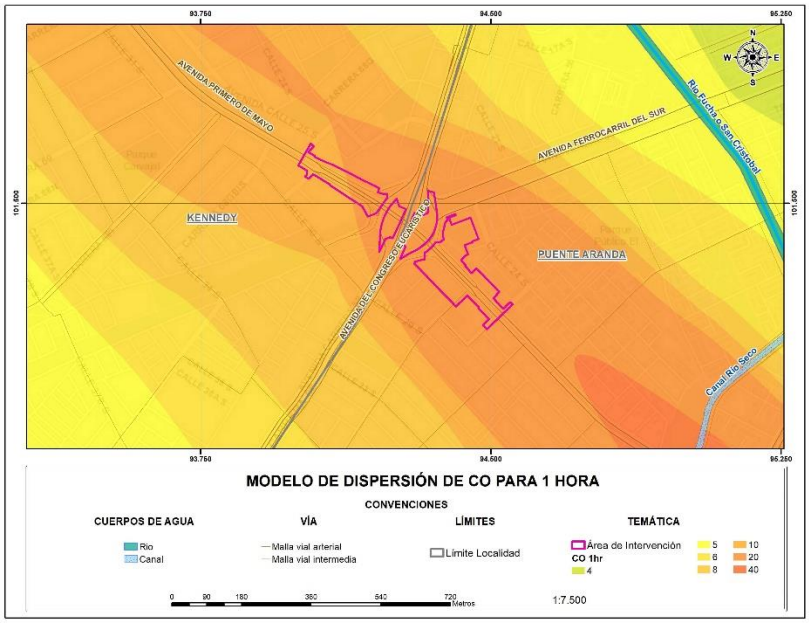


Figura 104 Modelo de dispersión de CO para 1 hora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Caso similar se presentó en el modelo de dispersión para el dióxido de nitrógeno (NO2), ya que el nivel máximo de concentración obtenido en el modelo de dispersión para una (1) hora de exposición es

alrededor de 40 µg/m^3, inferior a los permisibles 200 µg/m^3 establecidos en la Resolución 2254 de 2017 (Ver Figura 105).

Finalmente, el modelo de dispersión para el contaminante criterio SO2 para 1 hora de exposición, presenta un comportamiento de dispersión similar al observado en el modelo de CO, como se observa en la Figura 106. Adicionalmente se tiene que la concentración máxima para el modelo fue de 0,04 µg/m^3, el cual es inferior a los 100 µg/m^3, límite de la Resolución 2254 de 2017.

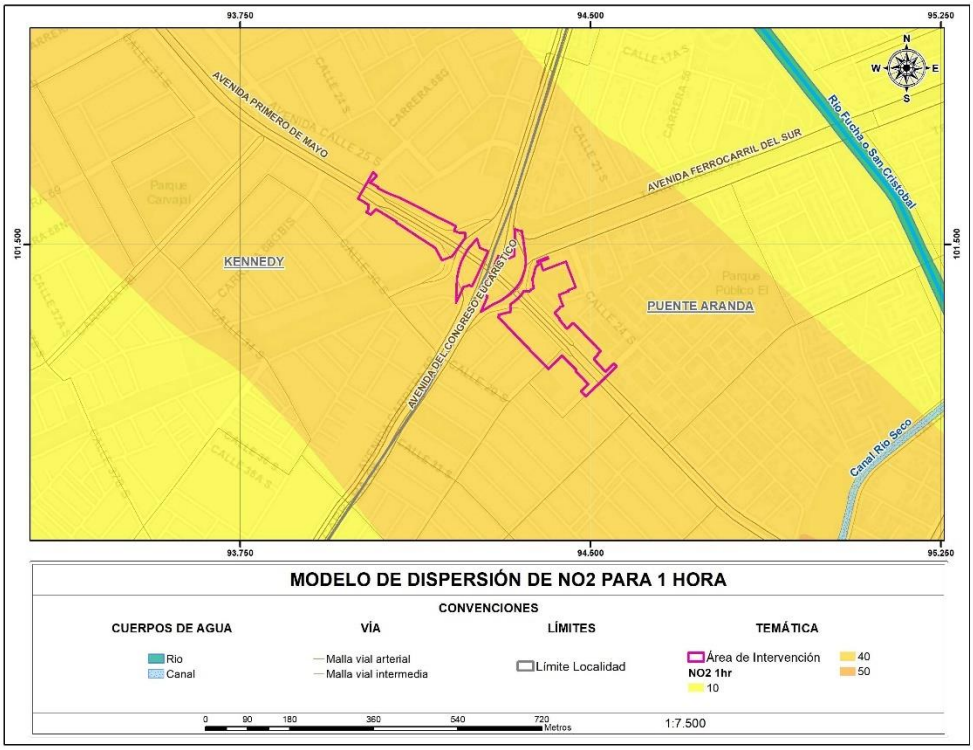


Figura 105 Modelo de dispersión de NO2 para 1 hora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

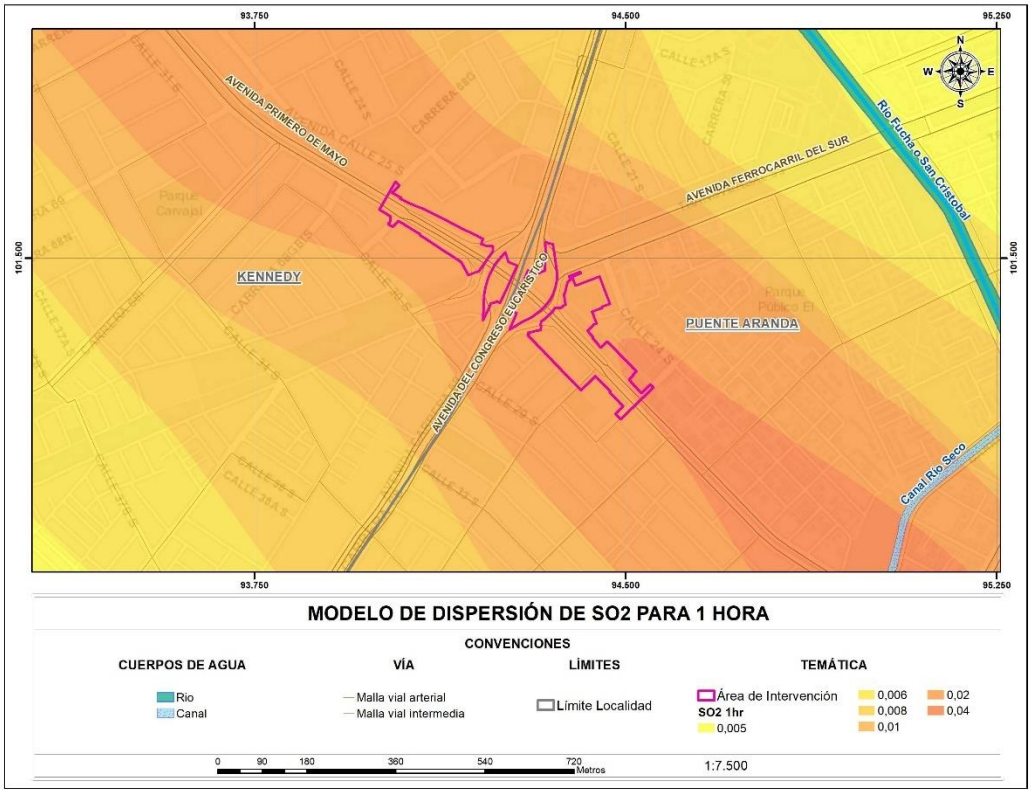


Figura 106 Modelo de dispersión de SO2 para 1 hora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Teniendo en cuenta que las concentraciones de contaminantes (PM10, PM2.5, CO, NO2, SO2) en los modelos de dispersión realizados no exceden los niveles máximos permisibles; y basados en que, la mayoría de los días monitoreados no superaron los niveles máximos para cada uno de los contaminantes, se considera que el área de influencia indirecta definitiva para calidad del aire es el mismo al área de directa intervención por las actividades del proyecto.

7.2.2.1.3.2 Ruido

El área de influencia definitiva se realizó mediante el mismo ejercicio que el de definición de área de influencia preliminar (ver numeral anterior 7.2.1.1.3.2), de acuerdo con el modelo de ruido que se generó para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental a cargo de (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021) según el cual, presenta un escenario crítico donde las áreas de construcción dentro del área de intervención tendrían unos niveles de presión sonora de 75 dBA. A partir de este valor se implementó la ecuación de decaimiento para evaluar la distancia a la que los niveles de presión sonora se atenúan de acuerdo con la distancia que se evalúe. Para el caso puntual, la ecuación de decaimiento indica que, a 64 metros, los niveles de presión sonora estarían en 44,89 dBA, inferior a los 45 dBA que indica cómo máximo permisible en la (Resolución 627 de 2006, 2006).

Para la definición del AII definitiva se optó por tener en cuenta el escenario más crítico, que corresponde al evaluado en el estudio de impacto realizado por el (Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN, 2019). También se tuvieron en cuenta las barreras físicas presentes en el área. Por lo anterior, el AII está definido dentro del radio de emisión y acotado a las manzanas aferentes al búfer de 84 metros (ver Figura 107).

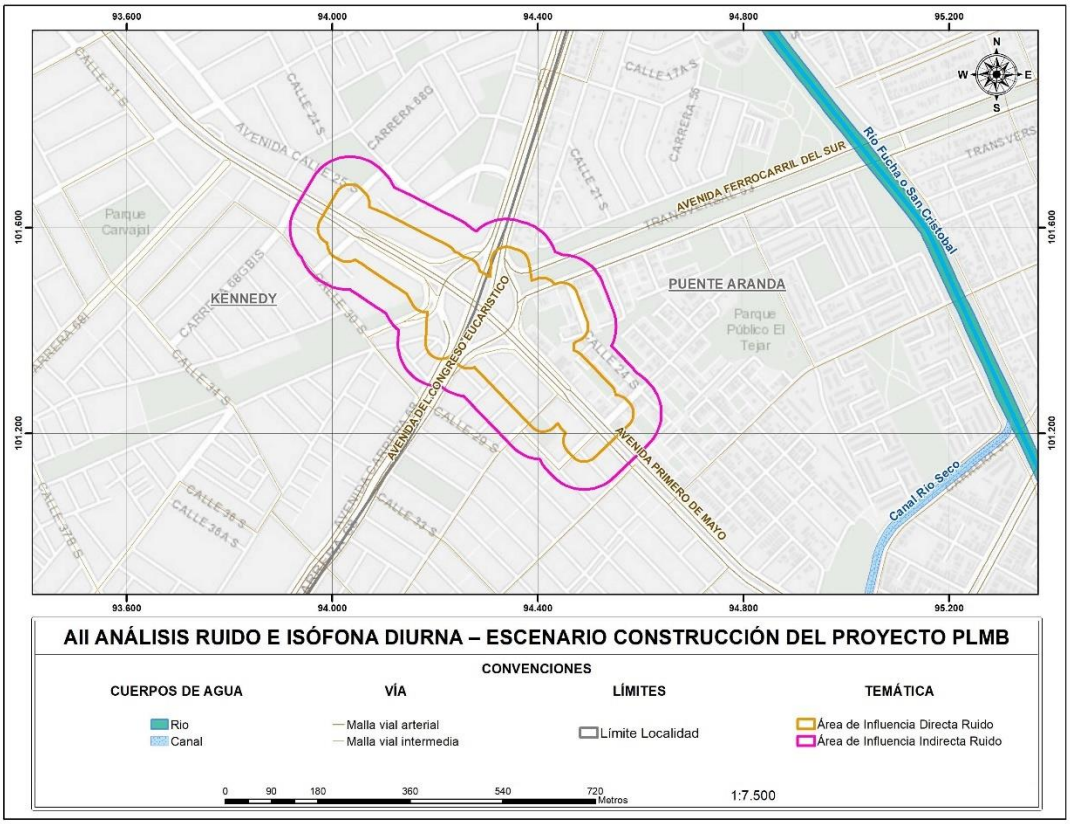


Figura 107 Área de Influencia Indirecta de la Unidad de Análisis Ruido e Isófona Diurna – Escenario Construcción del Proyecto PLMB

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.2.1.3.3 Vibraciones

Las áreas de influencia, AID y AII se mantienen con relación a la preliminar

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, en la definición del área de influencia definitiva del medio abiótico se revisaron los impactos significativos calificados para el presente estudio, revisando nuevamente los criterios de definición, con el fin de establecer si requiere una modificación en el área de influencia (ver Tabla 76).

Tabla 76 – Criterios de Definición de Áreas de Influencia Definitivas del Medio Abiótico

Componente	Impacto	Importancia	Sinérgico y acumulativo	Criterio de Definición del Área de Influencia Definitivas	
				¿Se mantiene el AI Preliminar?	Aspecto Definitorio del Área de Influencia Definitiva
Geosférico	Generación y/o activación de procesos erosivos y de estabilidad del suelo	Moderado	Si	Si	Áreas de directa intervención
	Alteración de las condiciones geomorfológicas	Moderado	No	Si	Áreas de directa intervención
	Alteración a la calidad del suelo	Moderado	Si	Si	Áreas de directa intervención
	Alteración en la percepción visual del paisaje	Moderado	No	Si	Manzana aferente al área de intervención
	Aumento de la cantidad de residuos a disponer	Moderado	Si	Si	Áreas de directa intervención como campamentos y áreas de almacenamiento de materiales y equipos.
Hidrosférico	Alteración a la calidad del recurso hídrico subterráneo	Moderado	No	Si	Búfer de 600 metros por cono abatimiento
Atmosférico	Aporte al calentamiento global	Moderado	No	Si	Concentración máxima permisibles para contaminantes criterio
	Alteración a la calidad del aire	Irrelevante	Si	Si, validado con resultados de modelaciones actuales (ver numeral 7.2.1.1.3)	
	Alteración en los niveles de presión sonora	Moderado	No		Niveles máximos permisibles para el sector y horarios más restrictivos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 108 se presenta el área de influencia definitiva para el medio abiótico.

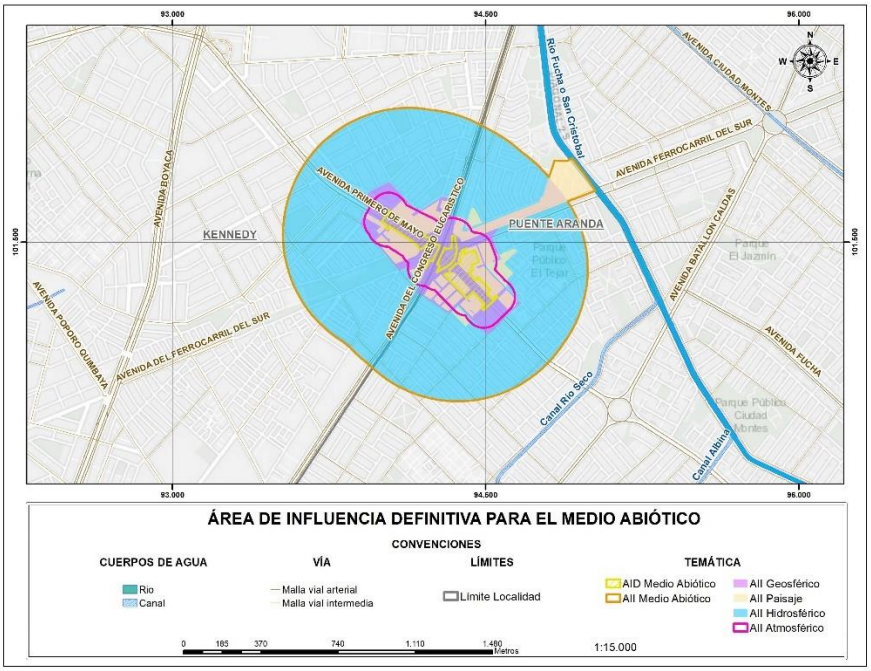


Figura 108 Área de influencia definitiva para el medio abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.2.2 Área de Influencia Medio Biótico

En el mismo sentido, la definición del área de influencia definitiva del medio biótico se realizó teniendo en cuenta los impactos significativos que se identificaron en el proyecto, teniendo en cuenta los componentes flora y fauna y los aspectos definitorios a partir de dichos impactos (ver Tabla 77).

Tabla 77 – Impactos significativos del medio biótico

Componente	Impacto	Importancia	Significativo	Sinérgico y acumulativo	Aspecto Definitorio
Flora	Modificación de las Coberturas vegetales y/o zonas verdes	Moderado	Si	Si	Cobertura de la tierra
Flora	Afectación a especies vegetales en veda	Moderado	Si	Si	
Flora	Afectación a la Estructura Ecológica Principal	Moderado	Si	Si	Estructura Ecológica Principal
Fauna	Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre	Moderado	Si	Si	Áreas de conectividad espacial
Fauna	Afectación de hábitats	Moderado	Si	No	Distribución de la fauna

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Para la definición del área de influencia definitiva del componente biótico se tuvo en cuenta la evaluación de los impactos asociados al componente flora y fauna, los cuales consideran las afectaciones de las actividades del proyecto con la alteración de los hábitats, de la estructura faunística y de las coberturas vegetales existentes. En cuanto a los impactos asociados al componente flora, se consideró principalmente la estructura ecológica principal que se encuentra dentro del área de intervención, donde se encontró que las alteraciones que se puedan dar por las actividades constructivas y de remoción de coberturas vegetales. Cabe resaltar que, las coberturas de la tierra que se impactan por la materialización del proyecto corresponden principalmente a territorios artificializados, principalmente a zonas urbanizadas. Por lo anterior, los impactos que se evaluaron tienen una afectación sólo dentro del área de influencia directa y no implicarían una ampliación del área de influencia definitiva.

Por otra parte, para el componente fauna se tuvieron en cuenta los impactos de cambio en la composición y a la estructura de la fauna silvestre y afectación de hábitats, los cuales van ligados directamente con la modificación de coberturas de la tierra y las perturbaciones al hábitat que actualmente ocupa la fauna silvestre urbana, esto relacionado principalmente con la remoción y el descapote necesario para completar los trabajos. Con base a lo anterior y teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos será dentro del área de intervención del proyecto, el área de influencia definitiva del proyecto no se verá modificada. En la Figura 109 se presenta el área de influencia definitiva para el medio biótico.

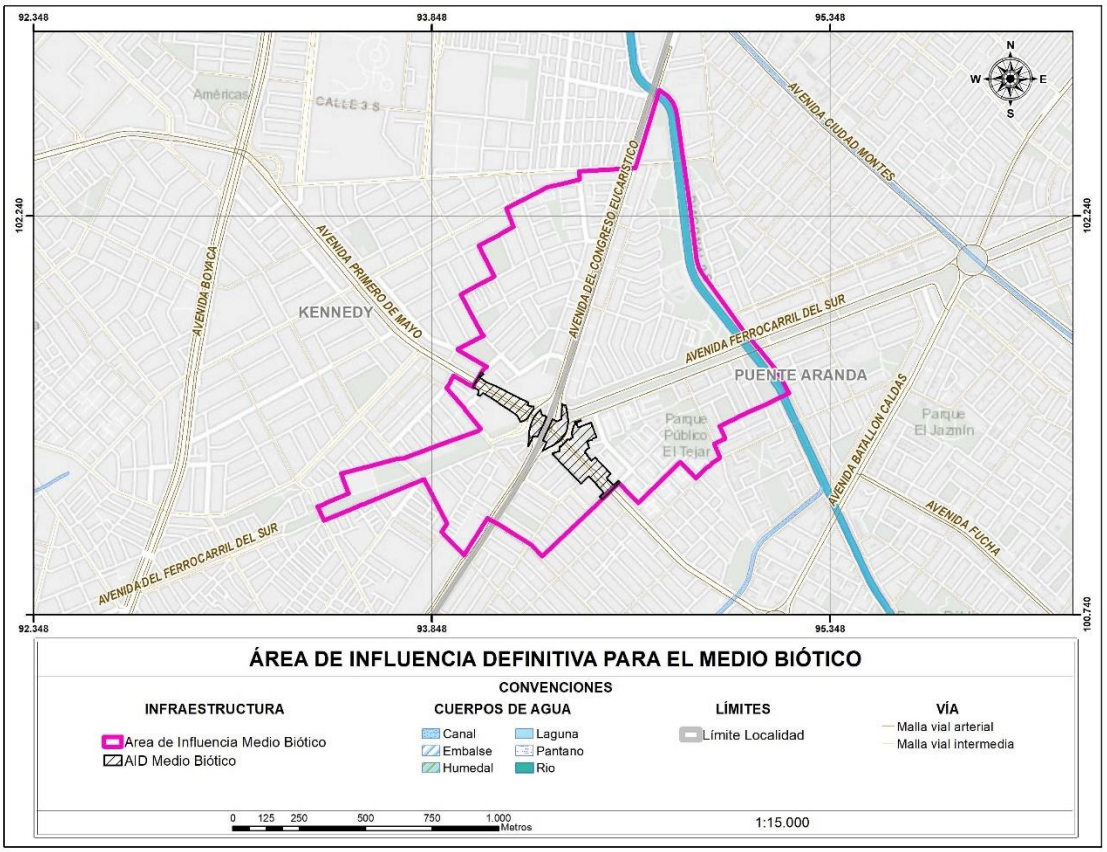


Figura 109 Área de influencia definitiva para el medio biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.2.3 Área de Influencia Medio Socioeconómico

Para la definición del área de influencia definitiva se tuvo en cuenta aquellos impactos significativos que se identificaron durante el ejercicio de evaluación ambiental. De acuerdo con la Tabla 78, se identificaron impactos significativos en los componentes cultural, espacial, económico y político organizativo, los cuales brindan como aspecto definitorio del área de influencia definitiva, aquellas manzanas aferentes al área de intervención del proyecto, tal como se muestra en la Figura 110.

Tabla 78 – Impactos significativos del medio socioeconómico

Componente	Impacto	Importancia	Significativo	Aspecto Definitorio
Cultural	Cambio en la percepción de la seguridad ciudadana	Severo	Si	Manzanas aferentes al área de influencia directa del proyecto
Espacial	Afectación en la movilidad vehicular y peatonal que puede generar accidentalidad, cambios en tiempos de	Severo	Si	Manzanas aferentes al área de intervención del proyecto

Componente	Impacto	Importancia	Significativo	Aspecto Definitorio
	desplazamiento, aumento en costos de transporte.			
Económico	Cambio en el nivel de ingresos en el área de influencia derivados de la modificación en las dinámicas del empleo.	Severo	Si	Manzanas aferentes al área de influencia directa del proyecto
	Cambios en la productividad de actividades comerciales del área de influencia.	Severo	Si	Manzanas aferentes al área de influencia directa del proyecto
Político Organizativo	Agudización, generación o potenciación de conflictos sociales.	Severo	Si	Manzanas aferentes al área de influencia directa del proyecto

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

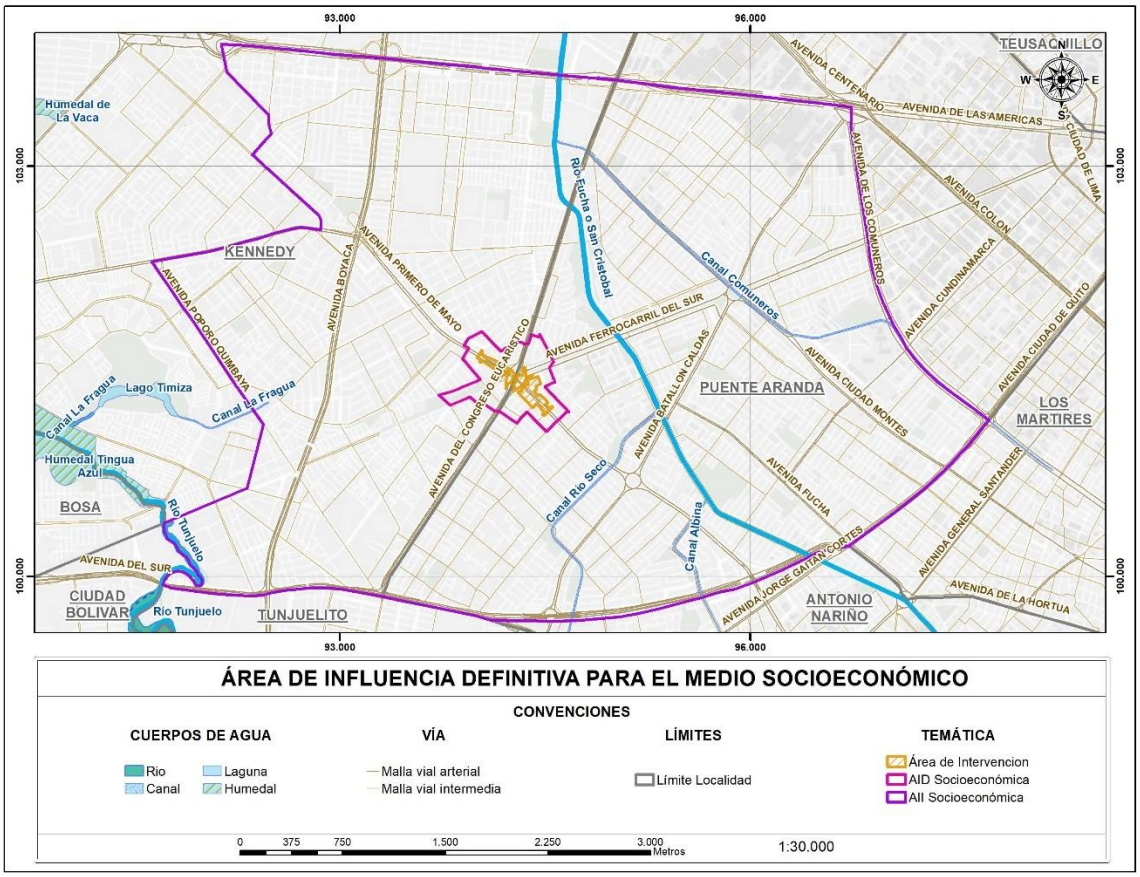


Figura 110 Área de influencia definitiva para el medio socioeconómico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.2.3 Resultados Áreas de Influencia Definitivas por Medios

La Figura 111 representa la superposición de las áreas de influencia definidas tanto directas como indirectas para cada uno de los medios, donde se podrán materializar los impactos ocasionados por las actividades del PMAS. A continuación, en la Tabla 79, se presenta el total de hectáreas que definen el AII para cada medio.

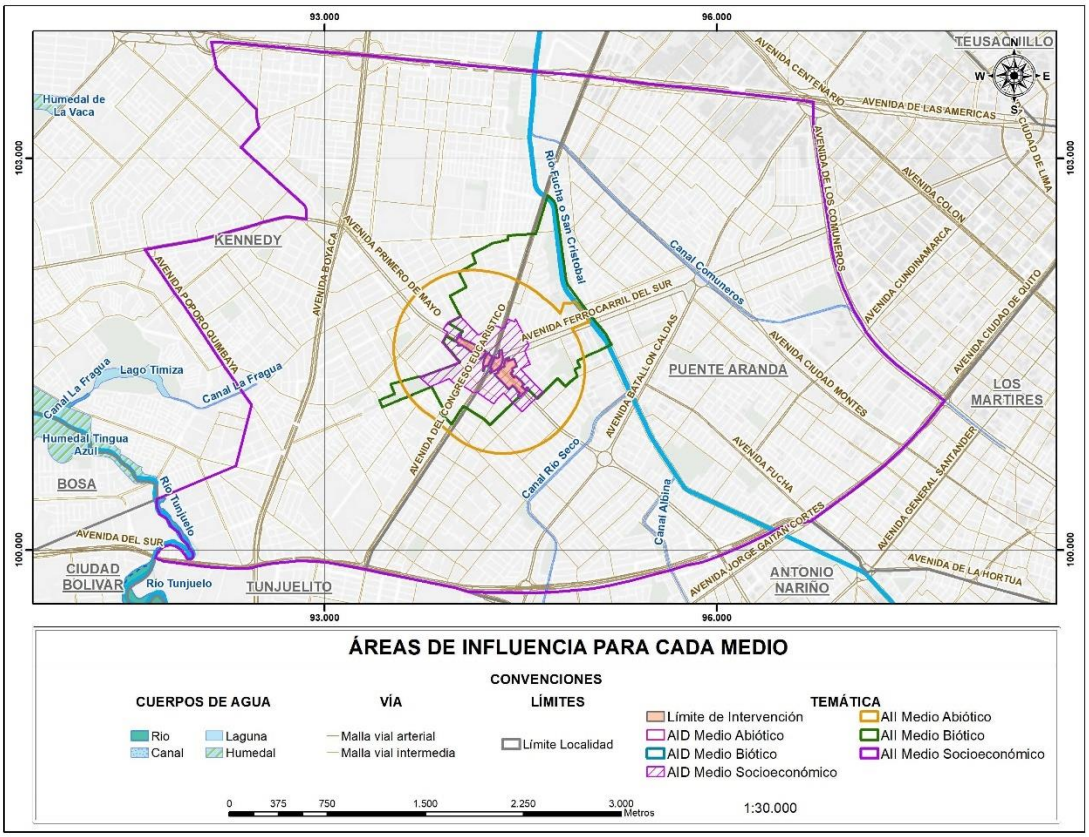


Figura 111 Áreas de influencia directas e indirectas para cada medio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 79 – Áreas de influencia para cada medio

Medio	Área de Influencia Indirecta (Ha)	Área de Influencia Directa (Ha)
Abiótico	157,40	11,97
Biótico	127,97	5,10
Socioeconómico	1847,28	35,11

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L 1, 2022

7.3 CARACTERIZACIÓN

7.3.2 Medio Abiótico

Para asegurar la adecuada gestión de los impactos y riesgos generados durante la implementación del proyecto, en el desarrollo del presente capitulo se da cumplimiento a la Política de Gestión de Riesgo de Desastres Naturales (OP-704) del BID de tal forma que se introduce la noción de la prevención de desastres en etapas temporales relacionadas con esos sucesos antes, durante y después de los desastres.

Asimismo, para el desarrollo de toda la caracterización, se tuvieron en cuenta todas las políticas activas de la banca multilateral, por ejemplo, desde el medio abiótico se implementa la Política OP/BP 4.11 sobre los Recursos Físicos y Culturales del Banco Mundial, identificando dentro de los recursos culturales y físicos, la caracterización paisajística. Por último, se da cumplimiento a la Política de Prevención y reducción de la contaminación del BEI para evitar y minimizar los impactos negativos sobre la salud de las personas, la biodiversidad y los ecosistemas, causados por operaciones públicas y privadas financiadas.

Es importante aclarar que para el presente PMAS se utilizaron los resultados de los monitoreos ambientales realizados para la caracterización del área de influencia de la PLMB, basados en los aplicables al área de estudio.

La caracterización en el marco de este PMAS es realizada siguiendo los lineamientos del (Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS)) – Apéndice Técnico 15. Es preciso mencionar que los resultados de línea base concernientes a las vibraciones y al ruido estructural transmitidos a la infraestructura y que se puedan generar por la demolición del puente existente y la construcción de los puentes, se consideran de menor afectación, por lo tanto, dichos estudios no se consideran relevantes en este PMAS y no son presentados en esta caracterización. Sin embargo, las medidas asociadas a la posible afectación a la infraestructura social y comunitaria cercana al área donde se intervendrá se establecen en el capítulo 8.5 Programas del Plan de Manejo Social.

7.3.2.1 Componente Geosférico

7.3.2.1.1 Geología

7.3.2.1.1.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

La Ciudad de Bogotá se encuentra en el extremo suroriental de la región de la Sabana de Bogotá, tiene una altitud aproximada de 2600 m.s.n.m., con una extensión del orden de los de 4500 km^2 y se localiza en la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos.

Desde el punto de vista geológico, la Sabana de Bogotá es una extensa cuenca intramontaña formada de manera contemporánea con el ascenso de la Cordillera Oriental, desde inicios del Mioceno hasta

finales del Plioceno. La cuenca de la Sabana de Bogotá era inicialmente una gran laguna, que inició su colmatación y subsecuente desecación, hace aproximadamente 30000 años.

El proceso de colmatación comenzó con el depósito de secuencias predominantemente aluviales y prosiguió con secuencias lacustres. El depósito fluvio-lacustre cuaternario de la Sabana de Bogotá alcanza en la parte central un máximo del orden de los 400 m, apoyándose discordantemente sobre una secuencia de rocas sedimentarias con edades del Cretácico y el Terciario (Paleógeno y Neógeno). Las rocas del basamento afloran tanto en los cerros que la bordean, como en los que se encuentran a su interior.

La zona correspondiente a la superficie plana de la Sabana de Bogotá se desarrolla sobre depósitos cuaternarios diferenciados en Complejo de Conos, Formación Sabana, Depósitos de Llanura de Inundación y Depósitos Coluvión. La secuencia de rocas sedimentarias del basamento de la cuenca de la Sabana de Bogotá, como consecuencia de la tectónica compresiva que dio origen a la Cordillera Oriental, se encuentran plegada y fallada. El tren estructural de dirección general NNE-SSW, está conformado predominantemente por anticlinales estrechos y sinclinales amplios, en general limitados por fallas de cabalgamiento definidas por la falta de registro estratigráfico. De igual manera se observan especialmente al sur de la Sabana de Bogotá, fallas transversales de desplazamiento lateral izquierdo, de dirección WNW-ESE, consideradas consecuencia de un estilo estructural heredado.

La intersección de estos dos sistemas de fallas aproximadamente perpendiculares da lugar a la división del substrato terciario y cretácico en una serie de bloques con movimientos diferenciales entre ellos, originando una serie de “horst y graven” donde la zona de horst se corresponde con la zona de relieves altos y la zona de graven con la llanura de la Sabana de Bogotá.

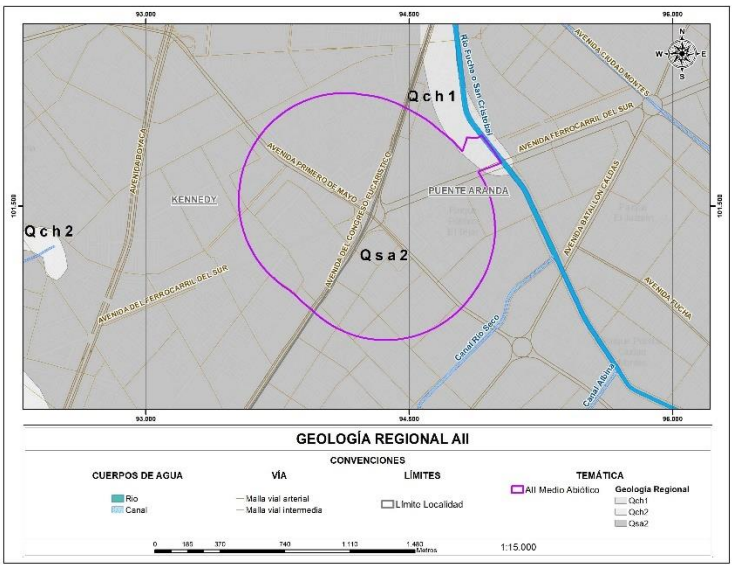


Figura 112 Geología Regional AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.1.1.1.1 Unidades del Cuaternario

Como se puede ver en Figura 112, en el AII, se encuentran dos formaciones geológicas, las cuales se describen a continuación:

- Formación Sabana (Qsa2)

Nombrada originalmente por (Hubach, 1957) al describir depósitos lacustres, paludales y marginales distribuidos en la planicie de la Sabana de Bogotá y anexos en los valles que desembocan en ellas, y en algunos cerros bajos, como los de Madrid y Mosquera, de edad Pleistoceno medio y tardío, las secciones tipo propuestas corresponden a perforaciones realizadas en el municipio de Funza y en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, el espesor de la Formación Sabana se determinó en 320 m en el centro de la cuenca y 168 m al sureste de Bogotá. Está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota se encuentran (hacia el techo) intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación. Localmente, los dos metros superiores presentan un complejo de suelos formados por cenizas volcánicas. Este depósito es el resultado de la acumulación de sedimentos finos en un antiguo lago, con fluctuaciones en el nivel del agua: Hacia los bordes de esta cuenca sedimentaria se intercalan arcillas orgánicas, turba, arcillas arenosas y arenas (arcillosas).

- Formación Chía (Qch)

Definida por primera vez por (Helmens, 1990), de edad Holoceno y espesor aproximado de 5 m., corresponde con arcillas de inundación, en ocasiones moteadas grises y naranja y en áreas fangosas, arcillas orgánicas/diatomíticas (Qch1). Localmente pueden contener limos fluviales (Qch2). Conforman una cobertera delgada de limos fluviales sobre gravas de la formación Tunjuelo (Qch3). Pueden interpretarse como arcillas de inundación y localmente pueden tener origen coluvial-fluvial.

En la Figura 113, se presenta la Columna estratigráfica a nivel regional.

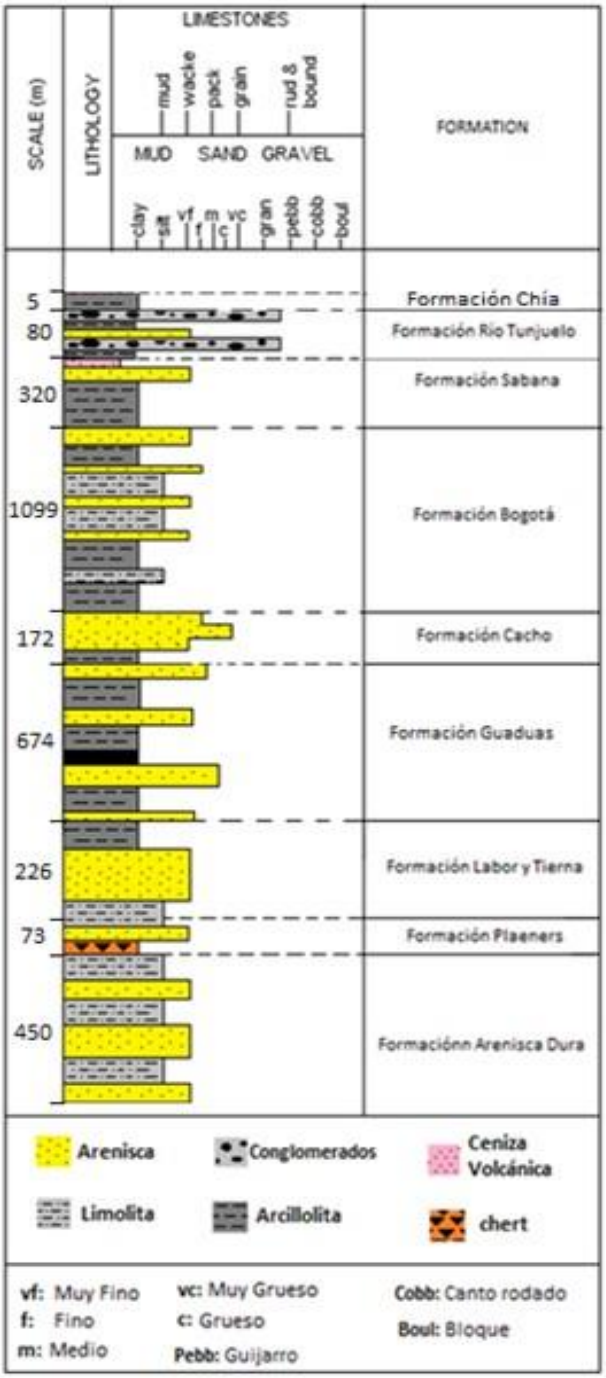


Figura 113 Columna Estratigráfica Nivel Regional

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2012)

7.3.2.1.1.1.2 Geología Estructural

Muchas de las fallas existentes en la sabana son, en sentido estricto, de origen neotectónicos, aunque no todas activas, es decir, mecánicamente movibles de acuerdo con la velocidad y dirección del campo de esfuerzos actuante. En los alrededores de la sabana se presentan deformaciones de origen neotectónico, tal como en la Formación Tilatá de edad Pliocena.

En el relleno cuaternario de la Sabana de Bogotá, no se ha encontrado evidencias morfotectónicas de fallamiento activo, aunque algunos indicios morfológicos se detectaron en las fallas de Usaquén, Río Tunjuelito y en el sistema de Facatativá, sin embargo, el Servicio Geológico no reporta la evidencia de los mismos; no obstante al suroccidente de Bogotá se encuentra la Falla La Cajita, la cual afecta depósitos glaciares cuaternarios en el Páramo de Sumapaz y probablemente tiene asociado sismos históricos.

Estructuralmente la Sabana está dividida en regiones; la región central comprende el área situada sobre el eje de la Cordillera Oriental, donde se ubica la Sabana de Bogotá, allí se destacan las fallas de La Cajita, Río Tunjuelito, Bogotá, Usaquén y Facatativá – San Cristóbal. Los rasgos de posible origen neotectónico, identificados y analizados en esta región son relativamente escasos, si se compara con los existentes por ejemplo en los sistemas del Borde Llanero, Magdalena, Ibagué y Romeral. Con excepción del sector del Páramo de Sumapaz y Valle del Río Tunjuelito, no se detectan rasgos de neotectónica en depósitos de edad reciente, ni evidencias de fallamiento activo (SGC, 2015).

La geometría de la cuenca de la Sabana de Bogotá corresponde a un sinclinorio en el que las rocas sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno que hacen parte del basamento sobre el cual se dispone discordantemente gran el relleno cuaternario de la Sabana, se encuentran plegadas, formando anticlinales angostos y sinclinales amplios, en general deformados por fallas longitudinales de cabalgamiento de dirección general NNE-SSW, con buzamiento al oriente y vergencia al occidente. Además de las fallas de cabalgamiento se presentan fallas verticales de dirección general WNW-ESE y ENS-SWS, que sirven como rampas laterales, a las que se le puede atribuir la conformación de bloques hundidos y levantados. En el sector suroriental de la cuenca, en los cerros orientales y del sur de la ciudad de Bogotá, afloran rocas del Cretácico superior de las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna, al igual que rocas del Cretácico superior y el Paleógeno de la Formación Guaduas, y rocas del Paléogeno de las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y Usme. Estas rocas se encuentran afectadas por varias estructuras, dentro de las cuales cabe mencionar el anticlinal de Bogotá y los sinclinales de Usme-Tunjuelo y de Suba, al igual que las fallas de Bogotá, Río Tunjuelo, Mochuelo,Tunal, Facatativá-San Cristóbal y Santa Bárbara.

A continuación, se describen las fallas más representativas presentes en el área de influencia indirecta (AII):

- Falla Facatativá- San Cristóbal: Un conjunto de fallas transcurrentes de dirección SE-NE que define el límite de la Sabana de Bogotá por el costado suroccidental. Se compone por fallas en

distribución escalonada, de corta longitud, que se van relevando, desde Facatativá, Soacha hasta el río San Cristóbal, caracterizadas por tener movimiento lateral izquierdo. Comprende a las fallas de Facatativá, Soacha, El Mesón y San Cristóbal, las cuales se han catalogado potencialmente activas (INGEOMINAS, 1996). Los indicios neotectónicos son esencialmente drenajes alineados y algunas típicas presentes en rocas antiguas (silletas, valles lineales, interfluvios desplazados, facetas y lomos de obturación), elementos que sugieren probable edad de formación en el Plio – Pleistoceno, (SGC, 2015).

- Falla de Bogotá: Es una falla inversa, con un rumbo promedio de N10°E; muestra un salto menor en el sector de Monserrate que el que presenta hacia el sur, en la zona de Usme (SGC, 2015). La falla de Bogotá puso en contacto la Formación Plaeners con la Formación Guaduas.
- Falla de Santa Bárbara: De acuerdo con INEGETEC, 2018 pg., 20 (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07 / 7_1Geosferico). las proyecciones en superficie de las fallas Tunal, San Cristóbal y Santa Bárbara, que atraviesan la zona, no muestran evidencias de actividad reciente que hayan producido deformaciones en el depósito cuaternario de la Sabana, o al menos no hay información que indique lo contrario.

En cualquier caso, ninguna de las fallas o rasgos estructurales a nivel regional, se proyectan en los depósitos cuaternarios, los cuales actualmente cubren toda el área de estudio y parte de las unidades de roca, siendo el depósito de mayor representatividad la Formación Sabana con un espesor reportado de hasta 300m.

7.3.2.1.1.2 Área de Influencia Directa (AID)

La evaluación geológica del AID incluye el análisis de información antecedente y de referencia llevada a cabo tanto en la Sabana de Bogotá, como en la Ciudad de Bogotá, por diferentes entidades oficiales, como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), y el instituto Distrital de gestión de riesgos y cambio climático (IDIGER).

En el área de influencia directa como se observa en la Figura 114 (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos), se encuentran los sedimentos que conforman las unidades denominadas la Formación Sabana (Qsa2), al igual que los depósitos de la Formación Chía (Qch1) y depósitos de origen antrópico de menor tamaño y relevancia. Dichas unidades representan la parte superior de una secuencia estratigráfica que supra-yace formaciones como la Bogotá la que, cómo veremos adelante, no registra evidencias en profundidad dentro de la zona de estudio.

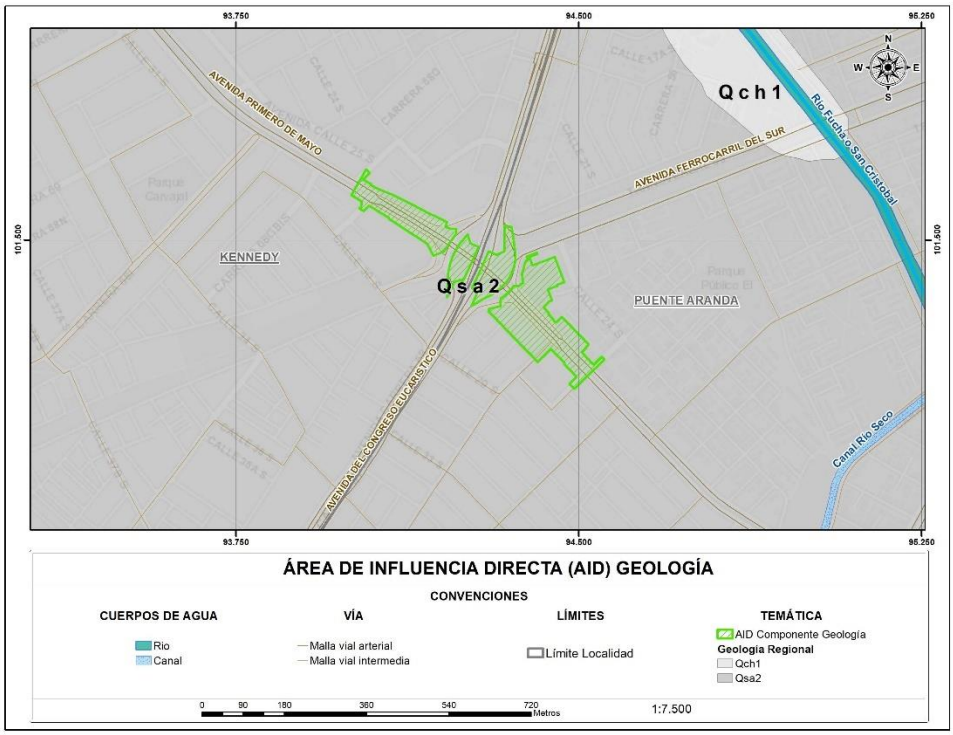


Figura 114 Área de Influencia Directa (AID) Geología

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A partir de la exploración del subsuelo realizada dentro de los diseños de la PLMB (WSP, 2021), y su validación con: la cartografía existente, información oficial y de referencia, se establece que, en el AID, se encuentran los siguientes depósitos, los cuales se describen a continuación del más antiguo al más joven.

- Formación Sabana (Qsa2):

El (Servicio Geológico Colombiano, 2004), menciona que fue referenciada inicialmente por (HUBACH, 1957) y que comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas.

En el centro de la cuenca presenta aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a 1 millón de años, perteneciendo al Pleistoceno Medio a Tardío. Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre).

Se presentan arcillas con contenido de material orgánico. Posteriormente, se presenta una capa lenticular de arenas limosas color café, pardo rojizo, de grano medio a fino, de humedad media, cuyas arenas son medianamente densas. Finalmente, hacia la base consiste en arcillas que alternan a arcillas arenosas, con niveles puntuales de arenas de grano fino.

A continuación, en la Tabla 80, se presenta la columna litoestratigráfica tipo y generalizada de la Formación Sabana en la zona del proyecto, lo cual permite visualizar la secuencia litológica, y el espesor promedio de las mismas. Así como la tendencia a la disposición de los sedimentos dentro de dicha formación.

La Formación Sabana como se ha mencionado y de acuerdo con la exploración del subsuelo, consiste en arcillas generalmente grises, presenta además niveles de arena limosa, seguido de un nivel destacable de arcillas, con estratos de intercalaciones de arcillas y ocasionales lentes de arenas de grano fino algo limosas, así como arcillas con contenido de materia orgánica

Es importante resaltar que la Formación Sabana en la zona del proyecto, se encuentra infrayaciendo la Formación Chía.

Tabla 80 – Columna Registro fotográfico - Formación Sabana

Registro fotográfico	Perforación	Litología	rangos de profundidad de cada estrato litológico
	P-VDT-022	Material de relleno	0-2.50 m
	P-VDT-022	Arena limosa	2.50-11 m
	P-VDT-022	Arcilla	11-16 m
	P-VDT-039	Intercalaciones arenas y arcillas	16-50.5 m
	P-VDT-039		
	P-VDT-038	Arcillas con contenido de materia orgánica	50.5-54 m

Registro fotográfico	Perforación	Litología	rangos de profundidad de cada estrato litológico
	P-VDT-040	Arena limosa	2.5-11 m
	P-VDT-103	Arena limosa	2.5-11 m
	P-VDT-110	Arcilla	11-16 m
	P-VDT-110	Intercalaciones arenas y arcillas	16-50.5 m
	P-VDT-05 Carrera 80 E3		
	P-VDT-04 Carrera 80 E3	Arcillas con contenido de materia orgánica	50.5-54 m
	PVDT-297	Arena limosa	2.5-11 m
	PVDT-297	Arcilla	11-16 m
	PVDT-297	Arcillas con contenido de materia orgánica	50.5-54 m

Registro fotográfico	Perforación	Litología	rangos de profundidad de cada estrato litológico
	PVDT-297	Intercalaciones arenas y arcillas	16-50.5 m
	PVDT-297		
	PVDT-411	Arcilla	11-16 m
	PVDT-297	Arena limosa	2.5-11 m
	PVDT-412	Arcillas con contenido de materia orgánica	50.5-54 m
	PVDT-297	Intercalaciones arena limosa y arcillas	50.5-54 m
	PVDT-297		50.5-54 m

Fuente: WSP, 2021

- Formación Chía (Qch):

De acuerdo con el (Servicio Geológico Colombiano, 2004), la Formación Chía corresponde a sedimentos fluviales de inundación y de los cauces actuales, localizados a lo largo de los ríos principales que cruzan la Sabana, algo por debajo de la planicie general; está constituida principalmente por arcillas de color gris claro, oscuro y amarillo; localmente puede contener limos y arcillas orgánicas. Su espesor máximo puede alcanzar los 5.00 m.

Se pueden interpretar como arcillas de inundación de una edad Pleistoceno Tardío a Holoceno. Durante los últimos años, los ríos depositaron mayor cantidad de sedimentos limosos, principalmente en las

regiones más áridas; están asociadas con erosión en las pendientes que rodean la Sabana en esas áreas secas, relacionadas con deforestación causada por el hombre.

Para (Carvajal, 2005), estos depósitos forman terrazas fluviales por erosión, son planas, de suave pendiente y son talladas por la acción de las corrientes fluviales actuales. Según (Servicio Geológico Colombiano, 2004) las características litológicas de la Formación Chía y factores como, granulometría, sedimentación diferencial y posición geográfica de la cuenca, están definidos como: Depósitos correspondientes a la parte baja y media de la cuenca (Stf1), constituidos predominantemente por arcillas y limos, y arcillas orgánicas, de colores gris, amarillo y naranja, de consistencia blanda.

Depósitos correspondientes a las partes media y alta de la cuenca (Stf2 y Stf3), conformados por materiales de granulometría fina a media gruesa: arcillas, limos, arenas finas, gravas, gravillas y ocasionalmente bloques redondeados; los materiales de granulometría media y gruesa se presentan hacia el techo de la secuencia y especialmente en los sectores de confluencia de los afluentes principales del río Bogotá. El espesor de los depósitos fluviales es de aproximadamente 5 metros y corresponden a la formación Chía, denominada por (Hammen, 1960). (Ver Tabla 81).

Tabla 81 - Características geológicas de la Formación Chía

Unidad Geológica Superficial								
Tipo de material	**Clase**	**Origen y composición**	**Color**	**Textura**	**Consistencia**	**Forma de los Clastos o granos**	**Condición de humedad**	**Densidad relativa**
Unidad de suelo	Str1	Trasportado, fluvial; minerales arcillosos y limosos	Gris oscuro y claro, amarillo pálido	Arcillo-limosa	Blanda	Sub redondeados y laminares	Húmedo; mojado en sectores	Suelta
Masa de Suelo								
Perfil del suelo			**Estructuras**		**Discontinuidades**		**Unidad Geológica**	
Masa de suelo uniforme; en superficie delgada capa de horizonte de suelo residual (IV) y orgánica.			Fisuras		No		Depósitos aluviales recientes y de llanuras de inundación. Formación Chía (Qch).	

Fuente: Servicio Geológico Colombiano. 2004. Modificado por WSP, 2021

Este depósito de sedimentos fluviales, de acuerdo con la exploración del subsuelo, en términos generales, consiste principalmente en arcillas, hacia el techo se encuentra un nivel que corresponde a relleno antrópico de espesor aproximado de 1,6m, seguido de una capa de arcillas de alta plasticidad, color naranja con espesor aproximado de 2,1m.

Luego un nivel de arcillas a veces limosas que varía a un color amarillo claro, y hacia la base arcillas color gris claro, como se indica en la columna litológica tipo y generalizada, que permite observar gráficamente los materiales tipo de la Formación Chía, ver Tabla 82.

Tabla 82 – Columna Registro fotográfico - Formación Chía

Registro fotográfico	Perforación	Litología	rangos de profundidad de cada estrato litológico
	PVDT-009	Material de relleno	0-1.6 m
	PVDT-028	Arcilla color naranja oscuro	1.6-3.7 m
	PVDT-009	Arcilla color naranja claro	3.7-5.2 m
	PVDT-009	Arcilla limosa gris	5.2- 5.7 m
	P-VDT-04 Carrera 80 E3	Arcilla moteada (color naranja oscuro, y gris)	1.6 - 5.2 m
	P-VDT-04 Carrera 80 E3	Arcilla limosa gris	5.2- 5.7 m

Fuente: WSP, 2021

7.3.2.1.2 Geomorfología

7.3.2.1.2.1 Área de Influencia Indirecta (AII)

7.3.2.1.2.1.1 Unidades Morfogenéticas AII

De acuerdo con los lineamientos generales de la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (SGC, 2012) los cuales se siguen para la descripción de los aspectos

geomorfológicos del área de influencia indirecta del proyecto, ésta se localiza en la morfo-estructura correspondiente a la Cordillera Oriental, en la provincia geomorfológica conocida como Altiplano Cundiboyacense, en la región de la Sabana de Bogotá.

En la Tabla 83, se presentan las unidades morfogenéticas identificadas en el área de influencia indirecta del proyecto.

Tabla 83 – Jerarquización Unidades Geomorfológicas en el Área de Influencia Indirecta

Geomorfo estructura	Provincia	Ambiente morfogenético	Subunidad geomorfológica	Nomenclatura	Ha
	Altiplano Cundiboyacense	Antrópico	PLANOS Y CAMPOS DE RELLENO	Ar	20,41
		Antrópico	Canal	Canal	0,08
		Fluvial	PLANICIES O LLANURAS DE INUNDACIÓN	Fpi	9,48
		Fluvial	ABANICOS ALUVIALES	Faa	127,43

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Morfogénesis

El AII se ubica en la región de la Sabana de Bogotá, en la cual, indirectamente (regional) se diferencian dos unidades genéticas de relieve: una zona plana de ambiente agradacional y una zona montañosa de ambiente estructural-denudacional. (Ver Figura 115).

- Zona plana agradacional

La Sabana de Bogotá es una extensa llanura relativamente plana, en la que se reconocen principalmente dos procesos de agradación consecutivos: lacustre y fluvio lacustre, siendo este último el más predominante en el tiempo geológico reciente. El área conforma un valle en avanzado estado de senectud en el que los procesos agradacionales o constructivos de sedimentación, predominan sobre los procesos erosivos.

La zona plana hace parte de la Sabana de Bogotá. con ligera pendiente al sur, que llega a rodear completamente algunas zonas montañosas situadas dentro de ellas como es el Cerro de Suba.

Esta zona se corresponde con el relleno del sinclinorio de la Sabana (de origen tectónico), desde el Pleistoceno hasta la actualidad. En el inicio del relleno de esta cuenca, predominaban los procesos de ladera (complejos de conos, piedemontes, etc.) y de sedimentación fluvial (aluviales), posteriormente, la sedimentación fue de tipo lacustre, la cual es la responsable de la modelización del relieve de la zona plana.

El río Bogotá discurre de norte a sur sobre esta zona, en un sistema fluvial de alta sinuosidad tipo río meandriforme de un solo canal. En los alrededores del cauce actual se observan los restos de abundantes meandros abandonados.

En la zona plana se reconocen paisajes de ambiente agradacional correspondientes a conos aluviales coalescentes, coluvios de remoción, terraza alta, terraza baja y planos inundables.

El ambiente agradacional comprende los procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles tales como el agua de escorrentía, los glaciares y el viento, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie terrestre, mediante el depósito de los materiales sólidos o disueltos, resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

- Plano inundable (Fpi)

Paisaje de edad actual o sub-actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales, en el que se destacan meandros abandonados colmatados y humedales. En el AII se diferencian los planos de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo. El plano inundable del río Bogotá es el más amplio de los mencionados y ha sido parcialmente urbanizado, previa colocación de rellenos con desechos de excavación y de construcción.

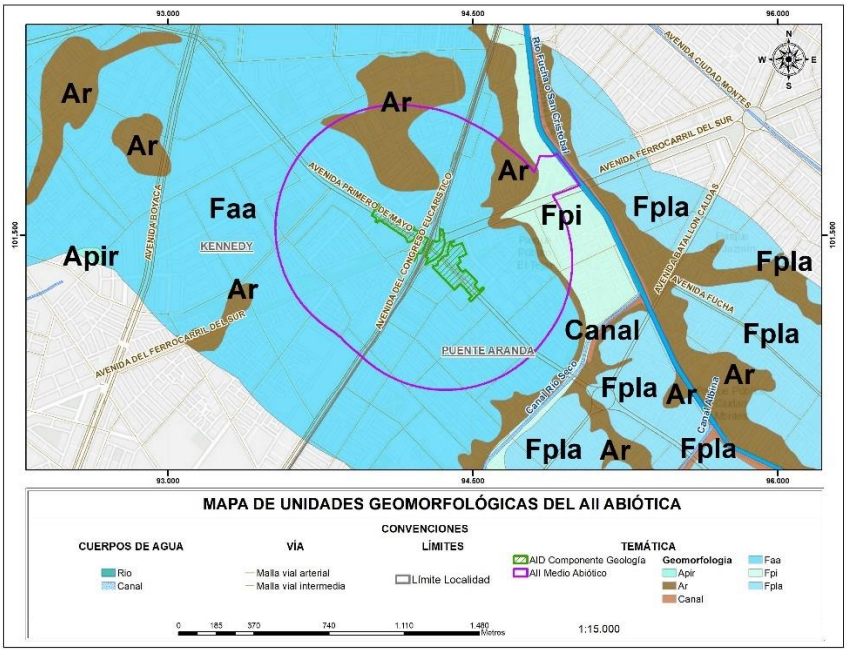


Figura 115 Mapa de Unidades Geomorfológicas del AII Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el análisis geomorfológico donde se desarrollarán las obras se incluye la morfografía; lo anterior, hace referencia al análisis de las formas de las laderas de la zona donde se localiza el proyecto mediante la descripción cuantitativa de parámetros relacionados con la longitud, ángulo de inclinación y altura,

determinados mediante la generación de un mapa de pendientes. Este mapa indica si las laderas son suaves, abruptas, escarpadas, cóncavas, convexas, etc.

El mapa de pendientes del área de influencia indirecta – AII, se generó a partir de las curvas de nivel utilizando el método de los intervalos móviles, (Dense, B. 1976). Para la elaboración del mapa de pendientes se tuvieron en cuenta los rangos indicados en la Tabla 84.

Tabla 84 – Categorías de los Rangos de Pendientes para el Área de Influencia Indirecta

Simbología	Pendiente (%)	Descripción
	0-1	A nivel
	1 - 3	Ligeramente plana
	3 - 7	Ligeramente inclinada
	7 - 12	Moderadamente inclinada
	12 - 25	Fuertemente inclinada
	25 - 50	Ligeramente escarpada o empinada
	50 - 75	Moderadamente escarpada o empinada
	75 - 100	Fuertemente escarpada o empinada
	>100	Totalmente escarpada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El mapa de pendientes de la Figura 116 (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos) indica que, en general la zona donde se realizarán las obras es predominantemente ligeramente plana (1% - 3%) y ligeramente inclinada (3%-7%).



Figura 116 Mapa de Pendiente en Porcentajes del AII y AID Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.1.2.1.2 Procesos Morfodinámicos

Todos los elementos móviles determinados por las fuerzas de cambio capaces de desprender, transportar y depositar los productos incoherentes de la meteorización y de la sedimentación se conocen como agentes geomorfológicos, dentro de los cuales se encuentran el agua de las lluvias, el agua de escorrentía y el viento, con ayuda de la gravedad. A estos pueden agregarse los animales y el mismo hombre. Estos agentes son los responsables directos de la mayoría de los procesos morfodinámicos que afectan la superficie terrestre, ya degradándola o construyendo nuevos paisajes (Villota, 2005). Los principales procesos morfodinámicos que se presentan en el área de influencia indirecta corresponden a la remoción en masa, a la erosión pluvial y a la sedimentación fluvial. También se encuentra la actividad antrópica puesta de manifiesto en la extracción de materiales de construcción y la conformación de zonas para la disposición de escombros y sobrantes de excavación, al igual que las zonas destinadas a rellenos sanitarios.

Algunos fenómenos de remoción en masa correspondientes a deslizamientos y desprendimientos de roca se presentan en la parte baja de las laderas de los cerros orientales de Suba, el suroriente y sur de Bogotá. Estos procesos ocurren especialmente durante las temporadas de lluvias fuertes, en terrenos desarrollados sobre rocas blandas y duras de las formaciones Labor-Tierna, Guaduas, Cacho, Bogotá, Arenisca de La Regadera y Usme.

Los procesos de erosión pluvial se presentan en las zonas desprovistas de vegetación como consecuencia de la actividad extractiva de materiales de construcción (arenas y arcillas) en canteras ubicadas en los cerros orientales y del sur de Bogotá en terrenos desarrollados principalmente en rocas de las formaciones Labor-Tierna y Bogotá. Durante las temporadas de fuertes lluvias, el agua desprende y arrastra el material suelto localizado en estas canteras, transportándolo hasta zonas bajas.

De igual manera, durante algunas temporadas de lluvias fuertes que dieron lugar al desbordamiento de algunos de los cursos superficiales de agua que drenan la Sabana de Bogotá, principalmente los ríos Bogotá, Tunjuelo y Fucha, con la subsecuente inundación de las zonas bajas aledañas o planicies de inundación y depósito de delgadas capas de lodo.

7.3.2.1.2.2 Área de Influencia Directa (AID)

En el área de influencia directa se encuentran las geoformas correspondientes a planos y campos de relleno, llanuras de inundación, cuencas de decantación fluvial, abanicos aluviales, planicies y deltas lacustritos, flujos torrenciales y un canal (geoforma antrópica).

En la zona del proyecto, se identificó la siguiente geoforma:

- Abanicos aluviales (Faa): Superficie en forma de cono, de laderas cóncavas a convexas de morfología plana, aterrazada. Su origen es relacionado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial, donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar varios kilómetros de largo y de ancho.

  Dentro del área de influencia directa del proyecto; se ubica en la zona central del mismo y corresponde a una geoforma continua que tiene su origen en los múltiples eventos fluvio-torrenciales originados en el piedemonte y las geoformas de origen estructural localizadas en los cerros orientales.

En la Figura 115 y ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos, se presenta el mapa de geomorfología del área de influencia directa, dónde se pueden detallar las distribuciones de estas.

En la Figura 117 (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos), se presenta una imagen satelital tipo Maxar dónde se puede observar la morfología principalmente plana constituida por Planicies de inundación (Fpi).

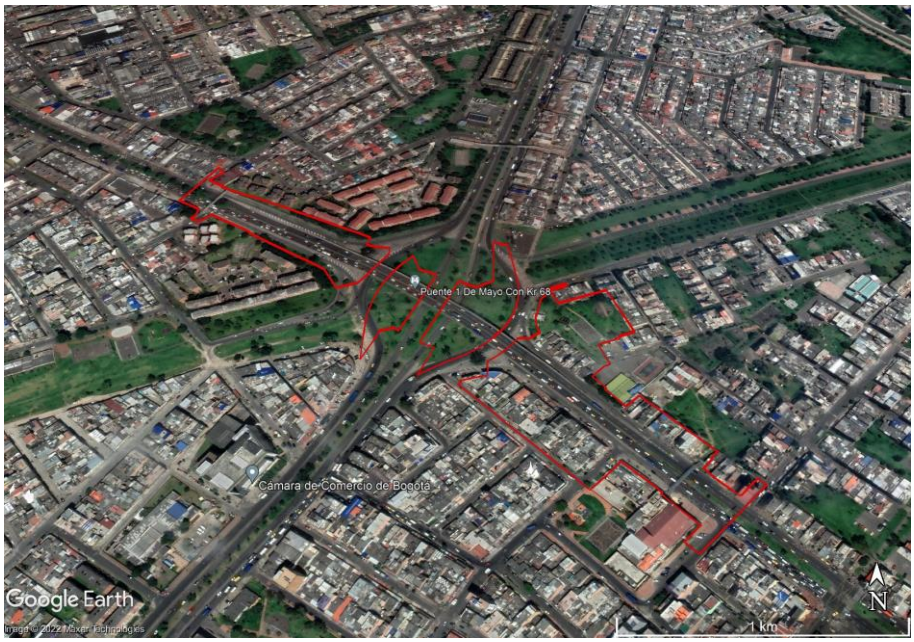


Figura 117 Panorámica del AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022 (Imagen Google Earth)

7.3.2.1.3 Paisaje

En el marco del desarrollo del PMAS para las actividades asociadas a la intersección de la Av. 68 con Primero de Mayo buscando adelantar el análisis de las condiciones de paisaje considerando este como el ambiente múltiple que percibimos visualmente (Gómez Alzate, 2012), el cual cambia con las costumbres y acciones humanas.

De manera particular, el proceso de urbanización es uno de los procesos que mayor impacto ejerce sobre el cambio del uso del suelo, la pérdida de diversidad y los cambios en la percepción del paisaje (Wu, 2002), lo cual se destaca como elemento fundamental para el área de estudio de la Av. 68 con Primero de mayo, atendiendo que la totalidad del área corresponde a áreas de connotación urbana.

De igual forma, el crecimiento poblacional producto de la llegada de habitantes de otros municipios a la ciudad de Bogotá ha provocado una reducción y transformación de los espacios naturales (Almanza - Castañeda, Preciado, & Leal, 2005), que a largo plazo han provocado un cambio en la percepción del paisaje, transformando las características naturales en una condición urbana de alta densidad y ocupación, característico de las áreas en las cuales se propone el desarrollo del proyecto.

Así bien, el paisaje es una herramienta de ordenamiento importante, mediante la que es posible construir el territorio a partir de las modificaciones que a este se realizan y lograr el bienestar de la comunidad a través del sentido de pertenencia (Matsuoka & Kaplan, 2008). Es valorado principalmente a partir de

seis (6) elementos: el contacto con la naturaleza, la preferencia estética, la recreación, la interacción social, la participación ciudadana y la identidad comunitaria (Matsuoka & Kaplan, 2008).

Para la caracterización de la calidad visual sobre el área de la intersección de la Av. 68 con Primero de Mayo, estos elementos fueron analizados metodológicamente y especializados de acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización social y recorridos por el área de estudio.

A continuación, se presenta la evaluación dada a estos elementos:

Contacto con la naturaleza**:** Se encuentra relacionada con la presencia de parques locales, zonales o metropolitanos, reservas urbanas y la facilidad de acceso a estas. Se incluye también en esta categoría la presencia de arbolado y jardines urbanos, ya que a nivel estético reducen las modificaciones que se realizan al medio (Tabla 85).

Tabla 85 – Valoración del contacto con la naturaleza

Valoración del contacto con la naturaleza	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Preferencia estética: Corresponde a aquellos elementos definidos por la percepción humana a través de la belleza intrínseca de las formas de la tierra, como la presencia de recursos históricos y arquitectónicos que son de gran importancia, la presencia de árboles o jardines y en algunos casos coberturas naturales o afloramientos rocosos (Tabla 86).

Tabla 86 – Valoración de preferencia estética

Valoración del Preferencia Estética	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Recreación: Hace referencia a la disponibilidad de zonas verdes y parques en los que los habitantes pueden interactuar con su familia. Para este caso son considerados los parques metropolitanos, parques zonales y parques locales presentes en el área de influencia (Tabla 87).

Tabla 87 – Valoración de la recreación

Valoración de la Recreación	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Interacción social: El lazo o vínculo que existe entre las personas y que son esenciales para el grupo, de tal manera que sin ella la sociedad no funcionaría. Las relaciones sociales y los modos de interacción no se limitan al ámbito familiar o de parentesco; también incluye las relaciones laborales, políticas, o asociadas a un lugar en especial, así como a los centros educativos, etc. (Tabla 88).

Tabla 88 – Valoración de la integración social

Valoración de la Integración social	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Participación ciudadana: La participación ciudadana es un conjunto de mecanismos para que la población acceda a las decisiones del gobierno de manera independiente sin necesidad de formar parte de la administración pública o de un partido político. Para el presente estudio, esta información se relaciona con la presencia de grupos y organizaciones que interactúan entre sí con el fin de llegar a un objetivo común, en este caso el bienestar de la comunidad donde habitan (Tabla 89).

Tabla 89 – Valoración de la participación ciudadana

Valoración de la de la Participación ciudadana	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Identidad comunitaria o sentido de pertenencia: Se define como a satisfacción de una persona al sentirse parte integrante de un grupo la caracteriza y distingue de las demás por sus tradiciones, preferencias o conocimientos (Tabla 90).

Tabla 90 – Valoración del sentido de pertenencia de la comunidad

Valoración del sentido de pertenencia y la identidad comunitaria	Calificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Una vez adelantada la caracterización y espacializados cada uno de los elementos evaluados, se realizó una ponderación de las variables dando su respectivo peso, de acuerdo con la matriz de consolidación de recomendaciones ciudadanas, estos sectores se caracterizan por una preferencia diferente en cada uno de los elementos que componen el paisaje descrito anteriormente.

En la Tabla 91 se presentan los pesos dados a cada una de las variables evaluadas para el análisis.

Tabla 91 – Pesos a cada de acuerdo con la percepción paisajística local

Parámetro	Av. 68 con Primero de mayo
Contacto con la naturaleza	0.26
Preferencia estética	0.33
Recreación	0.25
Interacción social	0.20
Participación ciudadana	0.33
Identidad comunitaria o sentido de pertenencia	0.17

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Estimada la calidad visual para el área de estudio, se procede a clasificarla de acuerdo con los valores presentados en la Tabla 92, de los cuales se obtuvo un mapa de distribución de la calidad visual en el área de estudio.

Tabla 92 – Clasificación de la calidad visual

Valor	Calidad Visual
2,44 – 3,06	Alto
1,82 – 2,44	Medio
1,35 – 1,82	Bajo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El paisaje que se ha identificado en el área del proyecto es propiamente urbano y la percepción del entorno no se centra en las características físicas del medio en el que habitan los seres humanos, sino en el componente social y principalmente en las relaciones sociales, ya que incluye una valoración significativa de estos elementos, los cuales son importantes para el bienestar y la habitabilidad del territorio, principalmente en lugares con modificaciones notorias al medio y en el que no es común observar elementos naturales.

Los resultados obtenidos de la calidad visual del paisaje se presentan en el siguiente numeral.

7.3.2.1.3.1 Análisis puntual área de influencia paisaje intersección Av. 68 con Primero de Mayo

En el área de influencia para paisaje de las obras de la intersección de la Avenida 68 con Primero de Mayo, predomina la construcción habitacional seguida por red vial, parques urbanos y algunas zonas verdes de otro tipo, se encuentran algunas zonas comerciales sin embargo no son predominantes. En el área se identifican el Parque Urbano Milenta Tejar San Eusebio, el separador vial de la Avenida Primero de Mayo y Corredor Ecológico de Ronda del Río Fucha (ver Fotografía 19).



Fotografía 19 Zonas verdes área de estudio Av. 68 con Primero de Mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En lo referente a la variable de preferencia estética detallada en el área de la Av. 68 con Primero de Mayo, la valoración es media debido a que está relacionada con las zonas verdes identificadas en el área y asociadas a las edificaciones privadas o zonas residenciales. En el área se identifica un alto número de áreas predominadas por red y separadores viales (ver Fotografía 20).



Fotografía 20 Red vial y construcciones asociadas a la intersección de la Av. 68 con Primero de Mayo.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se dijo inicialmente en el área de identificaron zonas de tipo recreativos como parques y zonas verdes de importancia como el Parque Urbano Milenta Tejar San Eusebio (Fotografía 21).



Fotografía 21 Zonas recreativas Av. 68 con Primero de Mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En cuanto a la participación social en el área, se reconocen diferentes tipos de equipamientos como lo son sedes de acción comunal e iglesias de diversos cultos. Por otro lado, se encuentra otro tipo de equipamientos como restaurantes y supermercados (Fotografía 22).



Fotografía 22 Equipamiento asociado a la Av. 68 con Primero de Mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo anterior y con el apoyo de las entrevistas realizadas a la Comunidad, los resultados arrojaron variables de preferencia estética (94,74%) y participación ciudadana (100%) con

predominancia de valoración media, esto principalmente relacionado con la presencia activa de la comunidad en lo referente al cuidado del territorio y la importancia de diferentes áreas en el sector. Por otra parte, las variables asociadas a contacto con la naturaleza (68.42%), recreación (71.05%), interacción social (78.95%) e identidad comunitaria (100.00%) se consideran como bajas debido a la relación que existe entre la presencia de vías, parques y vegetación y las edificaciones provocando que gran parte de la armonía o la relación de estas variables en el área sea baja. (véase Figura 118).

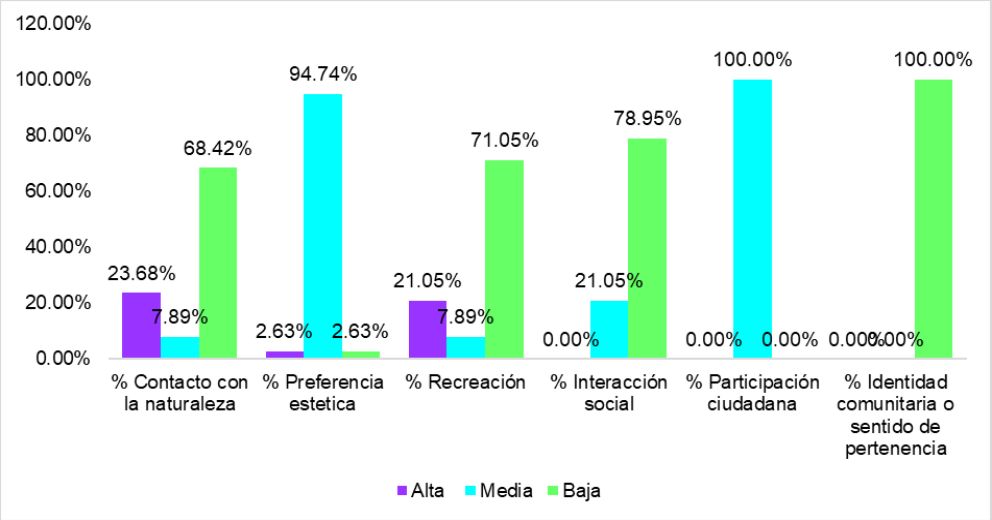


Figura 118 Superficie cubierta por cada uno de los parámetros evaluados para estimar la calidad visual Av. 68 con Primero de Mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por consiguiente, de acuerdo con los resultados obtenidos para cada una de las variables referenciadas, en el área de la intersección de la Av. 68 con Primero de Mayo predomina la calidad de paisaje baja con 13.20 ha (69.22%) (Tabla 93). Sin embargo, en el 5.87% del área se presenta una calidad media, lo que es consecuente con la participación ciudadana y la presencia de áreas verdes en la zona, generando una mejor calidad visual, en el área no se registra calidad visual en categoría alta

Tabla 93 – Distribución de la calidad visual en la Av. 68 con Primero de Mayo (ha)

Calidad Visual	Área (ha)	Área (%)
Alto	0.00	0.00%
Medio	5.87	30.78%
Bajo	13.20	69.22%
Total	19.06	100.00%

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, en la Figura 119 se detalla la distribución de la calidad visual encontrada en el área de estudio de la Av. 68 con Primero de Mayo.

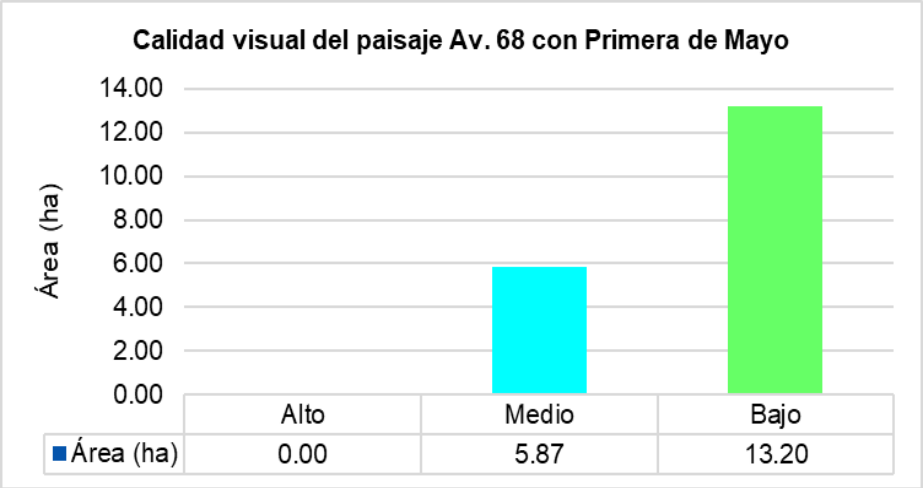


Figura 119 Distribución de la calidad visual Av. 68 con Primero de Mayo en superficie (ha)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

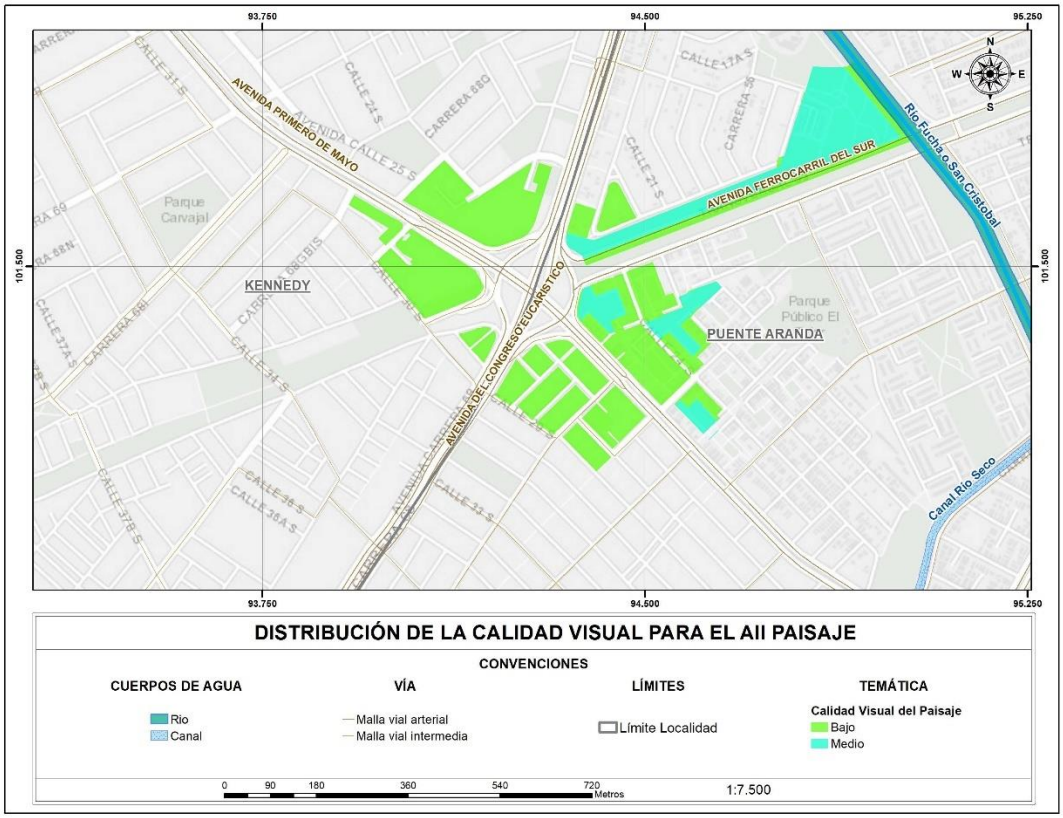


Figura 120 Distribución de la calidad visual para el AII Paisaje

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.1.4 Suelos

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo, como parte del paisaje y los ecosistemas, la caracterización del componente suelo consideró los siguientes ítems:

- Identificación del uso actual y potencial del suelo y su relación con el Proyecto acorde con el Plan de Ordenamiento Territorial – POT.
- Elaboración de mapas a escala de 1:10.000 para el área de influencia directa, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del Proyecto con los cambios en el uso del suelo.

7.3.2.1.4.1 Uso Reglamentado del suelo

El suelo es un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural (USDA, 2010).

El suelo es un recurso natural esencial que cumple funciones fundamentales dentro de los ecosistemas; es el elemento integrador entre las distintas esferas del planeta (pedósfera, hidrósfera, atmósfera, geósfera, biósfera) y constituye además, medio para el crecimiento de plantas naturales y cultivadas, filtro natural para el agua superficial y subterránea, sitio de ciclaje de nutrientes y descomposición de residuos orgánicos, productor y almacenador de gases y hábitat de una variada biodiversidad, entre otros (IGAC, 2003).

El territorio del Distrito Capital, de acuerdo con lo presentado en el Decreto 555 de 2021, que conforma el Plan de Ordenamiento Territorial, establece en el Capítulo 1 el Modelo de Ocupación Territorial – MOT multiescalar, el cual, especifica el componente de la clasificación del suelo rural, urbano y de expansión y los define de la siguiente manera:

- Suelo Rural: Está constituido por los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.
- Suelo Urbano: Está constituido las áreas del territorio del Distrito Capital destinadas a usos urbanos que cuentan con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, que posibilitan la urbanización y edificación, según sea el caso. Pertenecen a esta categoría aquellas zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidos en áreas consolidadas con edificación y las áreas de mejoramiento integral.
- Suelo de Expansión Urbana: Está constituido por la porción del territorio, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del presente Plan. La determinación de este suelo se ajusta

a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

El suelo de protección está constituido por las zonas y áreas de terreno localizadas dentro de cualquiera de las anteriores clases de suelo, que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse

El análisis de suelos para el área de influencia directa e indirecta se realizó acorde con las categorías de las áreas y zonas de actividad, asociando la compatibilidad de las categorías en función de usos permitidos principales, complementarios y restringidos, los cuales se encuentran definidos en el artículo 242 POT (Decreto 555 de 2021), así:

- Uso principal: Uso predominante, que determina el destino urbanístico del Áreas de Actividad y como tal, se permite en la totalidad del área, zona o sector objeto de reglamentación.

  Uso complementario: Aquel que contribuye al adecuado funcionamiento del uso principal y se permite en los lugares que señale la norma específica.

- Uso restringido: Uso que no es requerido para el funcionamiento del uso principal, pero que bajo determinadas condiciones normativas puede permitirse.

Áreas de Actividad del suelo urbano y de expansión urbana. En función de la estructura urbana definida en el POT 555 del 2021, el suelo urbano y de expansión se zonifica en tres (3) áreas de actividad, Así:

- Área de Actividad Estructurante. Corresponde a las zonas interconectadas a través de corredores de alta y media capacidad con el resto de la ciudad, y en las cuales se permite mayor intensidad en la mezcla de sus usos.

Se compone de dos zonas:

  - Zona receptora de vivienda de interés social. Corresponde a las áreas que por sus condiciones de soportes urbanos buscan la mezcla social del hábitat, incentivando la producción de vivienda de interés social.
  - Zona receptora de actividades económicas. Comprende a las áreas donde se busca incentivar la localización de actividades económicas y nuevos empleos.

- Área de Actividad de Proximidad. Corresponde a las zonas cuyo uso principal es el residencial, destinadas a la configuración de tejidos residenciales y socioeconómicos locales que permiten el acceso y cercanía de su población a los servicios y al cuidado inmediato requerido, y en el cual se promueve el incremento de la vitalidad urbana, la interacción social y la vida en comunidad, salvaguardando la calidad residencial de los territorios que la conforman.

Se compone de dos zonas:

- Zona generadora de soportes urbanos. Corresponde a las áreas que por sus condiciones tienen el potencial de aportar al equilibrio territorial con la generación de soportes urbanos.
- Zona receptora de soportes urbanos. Corresponde a las áreas más deficitarias en soportes urbanos densamente pobladas, donde se requiere consolidar los tejidos socioeconómicos locales y mejorar los entornos urbanos.

- Área de Actividad de Grandes Servicios Metropolitanos. Corresponde a las áreas destinadas a la localización de usos que promueven el desarrollo económico, necesarias para el funcionamiento de la ciudad, que aportan servicios para todos los habitantes, albergan aglomeraciones de servicios sociales especializados, y permiten mayor intensidad de los usos económicos.
  - Plan Especiales de Manejo y Protección (PEMP). Es el instrumento de gestión del patrimonio cultural por medio del cual se establecen las acciones necesarias para garantizar su protección, conservación y sostenibilidad.

A continuación, se presenta la caracterización del suelo para el Área de influencia Directa e Indirecta del proyecto.

7.3.2.1.4.1.1 Área de influencia indirecta

En la Tabla 94 y Figura 121 (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos), se presenta el uso reglamentado del suelo en el área de influencia Indirecta del medio abiótico del proyecto, como se observa el mayor porcentaje del área correspondiente a 156,91 Ha (99,69 %) se clasifica en suelo urbano, seguido por el suelo de protección que equivale a 0,49 Ha que corresponden a una faja de protección paralela de la ronda hídrica del canal río Fucha (0,31%).

Tabla 94 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Indirecta – AII, según POT

Clasificación del suelo	Área (ha)	Área (%)
Suelo Urbano	156,91	99,69
Protección	0,49	0,31
Total	157,4	100,00

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Figura 121 Clasificación del Suelo en el AII Abiótica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, en la Tabla 95, se presenta la destinación de las áreas de actividad en cada clasificación del suelo, indicando las áreas de actividad, zonas de actividad, cantidad en área y valor porcentual del uso reglamentado del suelo en el AII.

Tabla 95 –Compatibilidad de Usos para las Áreas y Zonas de Actividad en el AII

Áreas de actividad	Área (Ha)	Área (%)
Área de actividad de proximidad – Receptora de soportes urbanos	38,40	24,4
Área de actividad de proximidad – Generadora de soportes urbanos	17,66	11,21
Área de actividad estructurante – Receptora de vivienda de interés social	60,08	38,17
Área de actividad estructurante – Receptora de actividades económicas	37,23	23,66
Otras áreas	4,01	2,55
Total general	**157,4**	**100**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

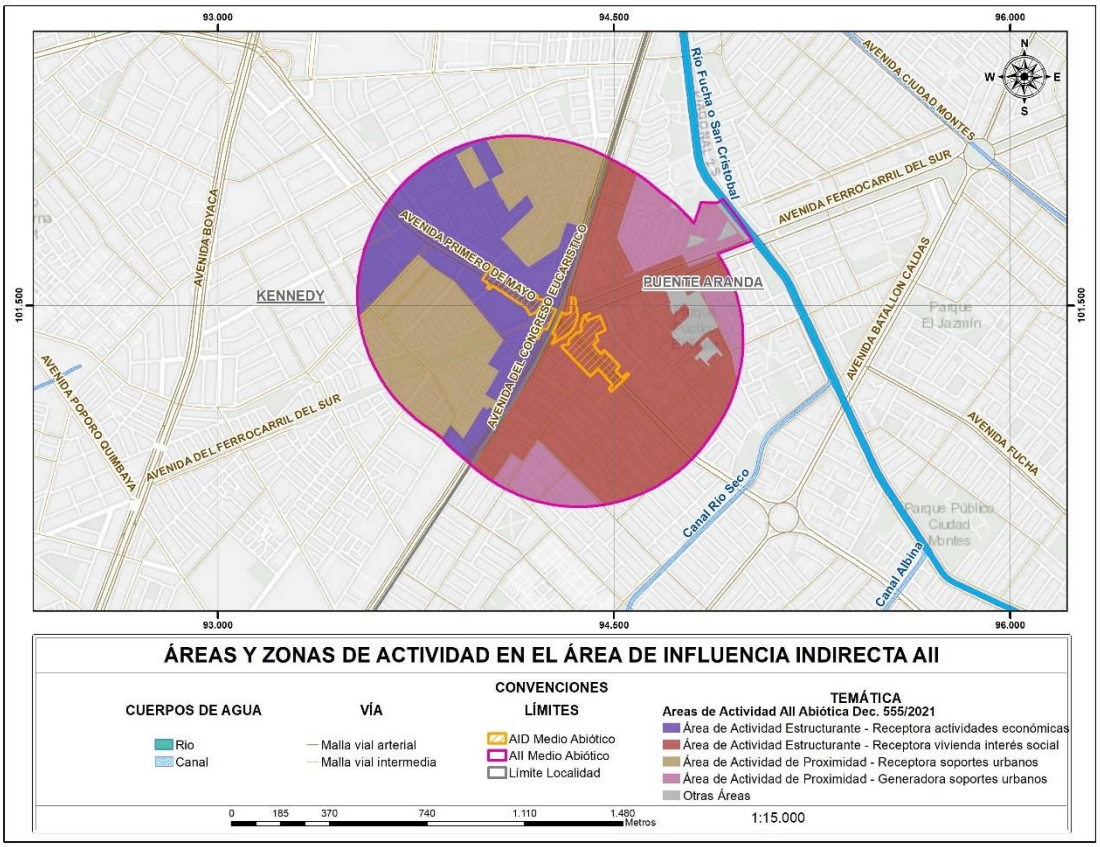


Figura 122 Áreas y Zonas de Actividad en el Área de Influencia Indirecta AII

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se observa el área más representativa es el área de actividad residencial, la cual se distribuye en 91,12%, en segundo lugar, se clasifica el área de actividad de comercio y servicios con 8,05 Ha (5,11%), posterior a esta se encuentra con un 2,16 % el área correspondiente con actividad Industrial, el 1,30 % restante corresponde al Área Urbana Integral (2,04 %) y Sistemas de Áreas Protegidas (0,31%).

7.3.2.1.4.1.2 Área de influencia directa

Para el área de influencia directa – AID de acuerdo con lo establecido en el POT, el suelo es urbano en el 100 % (5,10 Ha) son suelos de uso urbana, como se observa en la Tabla 96.

Tabla 96 – Clasificación del Suelo del Área de Influencia Directa – AID, según POT

Clasificación uso del suelo	Área (Ha)	Área (%)
Urbano	5,10	100

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.1.5 Amenazas naturales

Debido a que la ciudad de Bogotá está ubicada en el Altiplano Cundiboyacense, en la parte central de la Cordillera Oriental, presenta diferentes amenazas naturales que se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos que, por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. A continuación, se describen las amenazas naturales que pueden afectar la zona del proyecto relacionadas con: terremotos, inundaciones y procesos de remoción en masa.

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) cuenta con un registro de 10.501 eventos desde primer semestre de 2002 al segundo semestre de 2013, de los cuales el 50.4% corresponde a inundaciones y el restante 49,6% a procesos de movimientos en masa, ocurridos estos últimos durante las temporadas de lluvias.

La Secretaría Distrital de Planeación, (2013) registra que durante el periodo comprendido entre el 2002 y el 2012 se presentaron en Bogotá aproximadamente 4.169 procesos de remoción en masa.

7.3.2.1.5.1 Amenaza por Movimientos en masa

En la ciudad de Bogotá el riesgo por la ocurrencia de procesos movimientos en masa se presenta principalmente en los cerros orientales del suroriente, sur y de Suba, como consecuencia de la localización de asentamientos en zonas de antiguas canteras dedicadas a la explotación de materiales de construcción, en taludes que no fueron intervenidos técnicamente, rellenos e incluso en las rondas de quebradas (en áreas montañosas). Procesos de remoción en masa por deslizamientos y caída de rocas se concentran principalmente en las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y Suba.

El área del PMAS discurre fundamentalmente sobre la zona plana de la ciudad o de la Sabana de Bogotá y la totalidad del área de influencia indirecta y directa, se ubica en amenaza por remoción den masa baja, como se observa en la Figura 123 y ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos.



Figura 123 Amenazas por Movimientos en Masa AID

Fuente: Adaptado del POT

La zonificación de amenaza por fenómenos de movimientos en masa se evidencia con claridad que tanto en el AID como el AII se encuentra localizada en área de categorización por amenaza baja debido a su cercanía a los cerros orientales. De esta manera, se concluye que tanto el AII como el AID del proyecto de la PLMB, no se encuentran condicionados por fenómenos de movimientos en masa y, por tal razón, dicho fenómeno no tiene incidencia negativa en el marco del proyecto y esto no genera escenarios de riesgo.

7.3.2.1.5.2 Amenaza por Inundación

La ciudad de Bogotá se localiza en gran parte sobre la superficie plana de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar una zona baja e inundable correspondiente a la llanura de inundación de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Torca, y la zona de terrazas alta y baja.

El mapa de isoyetas de la Sabana muestra que al occidente de la ciudad de Bogotá el promedio anual de lluvias es de aproximadamente 500 mm/año, 800 mm/año en el centro de la ciudad y ascendiendo a 1300 mm/año en la zona de los cerros orientales. Esto indica que, en la zona oriental de la ciudad, son comunes los fuertes y prolongados aguaceros durante las temporadas de lluvias, produciendo encharcamientos e inundaciones frecuentemente. Contribuyen a este fenómeno, el cambio climático

puesto de manifiesto por los fenómenos de La Niña y El Niño, y las deficiencias del sistema de alcantarillado. Periódicamente, durante las temporadas de lluvias, de mediados de marzo a mediados de junio y de mediados de septiembre a mediados de diciembre, se presentan encharcamiento e inundaciones en Bogotá.

En el Mapa de Amenazas por Inundaciones, presentado en la Figura 124, se aprecia que la zona inundable por desbordamiento en la zona de influencia son las correspondientes a las llanuras de inundación del río Fucha, dicha amenaza solo afecta una parte del sector de la avenida ferrocarril en el barrio tejar. Estas inundaciones también se encuentran asociadas por el mapa de pendientes las cuales tienen una pendiente de 3 a 7% (ligeramente inclinada).

Un sector, específicamente hasta la avenida 68 (barrio la Alquería) es clasificada en mayor parte como amenaza alta por inundación, en especial un área que se encuentra en el costado suroccidental, asociada al endurecimiento de la zona.

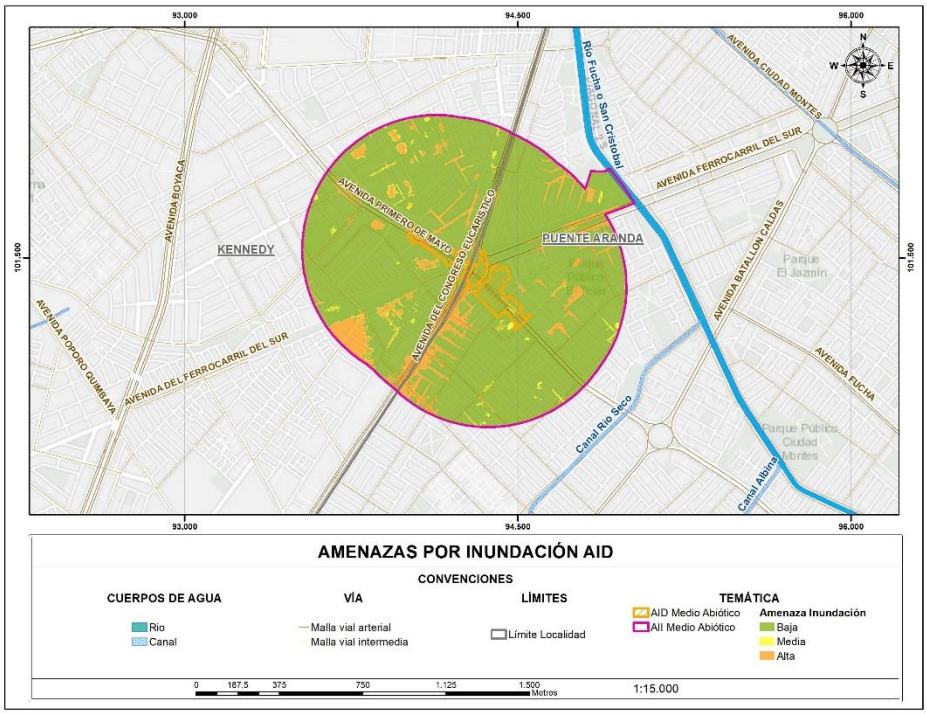


Figura 124 Amenazas por Inundación AID

Fuente: Adaptado del POT

La zonificación de amenaza por fenómenos de inundación demuestra con claridad que existen porciones tanto del AII como del AID del proyecto que se encuentran dentro de la categorización de amenaza **media y baja**. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de estos eventos oscila entre el 10% y el 65% para la categoría de amenaza media y una probabilidad menor al 10% para las zonas de amenaza baja. Para el AID del proyecto se puede observar con claridad que se encuentran en zonas

de amenaza media y baja (alrededor del 90% del AID en esta última categoría. La condición de amenaza media no suscita en escenarios de alto riesgo, y están asociados a canales como río fucha y río seco, los cuales se encuentran a más de 600 m del AID.

En cuanto a amenaza de inundación por lluvia, el área de intervención del proyecto no se encuentra expuesta a procesos de inundación por fuertes lluvias en ninguna zona del proyecto, esto, se confirmó durante la elaboración de la línea base mediante recopilación de información secundaria histórica del distrito en entidades como IDIGER, UNGRD, Secretaría de Medio Ambiente y CAR. Las zonas en condición de Amenaza por inundación del AII del proyecto (Amenaza media) son zonas que fueron identificadas con condición de amenaza desde el año 2004 en la resolución del POT vigente de la ciudad de Bogotá; no obstante, dichas áreas en condición de amenaza por inundación asociadas o no con el proyecto, fueron sometidas a medidas estructuras de reducción del riesgo por inundación del río Bogotá dónde la alcaldía, en conjunto con la Unidad Departamental del Gestión del Riesgo, realizaron una descolmatación del río Bogotá y construyeron un Jarillón a lo largo de todo el flanco derecho de río con el fin de evitar que las crecientes súbitas alcanzaran todos aquellos terrenos aledaños al margen del río y en condición de amenaza. La construcción de los Jarillones como obra de reducción del riesgo es un proyecto que, dentro de las modelaciones hidráulicas y evaluaciones de riesgo de la alcaldía mayor de Bogotá, constituye un contingente suficiente para reducir las condiciones de riesgo. Una prueba de lo anterior es lo expresado en el decreto 555 de 2021 del nuevo POT dónde en los usos de suelo, atribuyen toda la zona dónde se desarrollará el proyecto de la PLMB cómo suelo urbano y con actividades avaladas de Comercio y Desarrollo Urbanístico. Dicho todo lo anterior, se considera que para la ejecución y funcionamiento del proyecto no se presentarán condiciones amenazantes por inundación dado que éstas ya cuentan con acciones correctivas por parte de las autoridades ambientales distritales y regionales y, por tal razón, no se deben implementar acciones adicionales desde el proyecto para evitar inundaciones. Así mismo, la implementación de obras del proyecto no constituirá un atenuante de los factores que propician los fenómenos amenazantes de inundación y, de esta manera, no es necesario implementar acciones correctivas frente a este fenómeno.

7.3.2.1.5.3 Amenaza por Actividad Sísmica

Según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997), Bogotá se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica intermedia con valores de aceleración máxima probable en roca entre 0,1 y 0.2 g. La principal fuente sismogénica es el Sistema de Fallas del Borde Llanero de la Cordillera Oriental, donde se esperan sismos de magnitud 7.2, a una distancia de 80 km de la ciudad (Universidad Javeriana – EAAB,2008-2009).

En la Tabla 97, se relacionan los valores de aceleración pico efectivo para cada una de las zonas en que se encuentra dividido el país.

Tabla 97 –Valores de Aceleración As (g)

Baja	Intermedia	Alta
0,05 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,4

Fuente: Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 1997)

En la Figura 125, se muestra el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia según lo establecido en la NSR-10

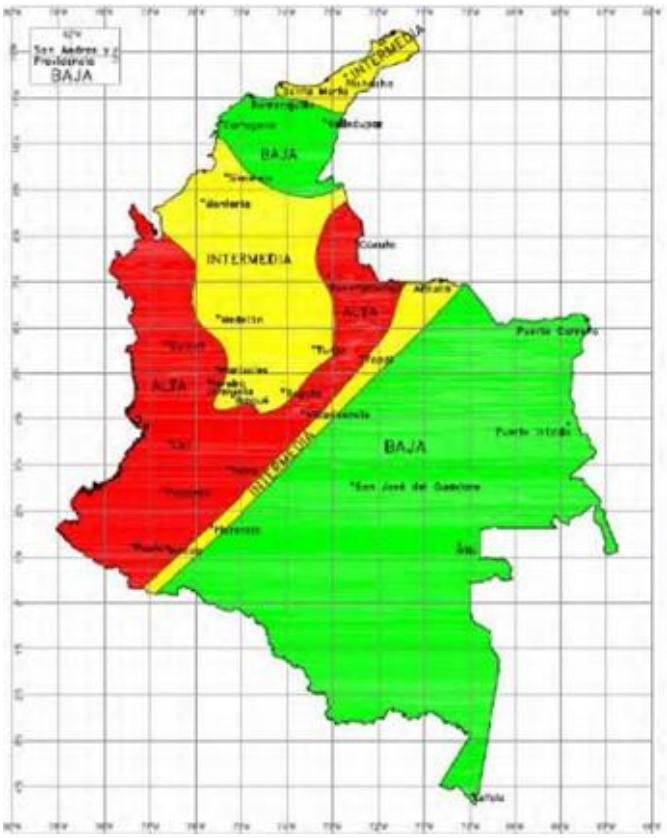


Figura 125 Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia

Fuente: AIS, 2009

Para la ciudad de Bogotá se han planteado cuatro grandes zonas sísmicas: cerros, piedemonte, lacustre y aluvial, que, al combinarse con el mapa de zonificación geotécnica, teniendo en cuenta el espesor de los depósitos lacustre y aluvial, genera un total de 16 zonas de respuesta sísmica homogénea, con características definidas, de acuerdo con los planteamientos del Decreto 523 de 2010 para la ciudad de Bogotá (Tabla 98).

Tabla 98 – Descripción de las Zonas de Respuesta Sísmica

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50m Vs (m/s)	Humedad promedio 50m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Cerros		<0,3	Rocas sedimentarias y depósitos de ladera con espesores menores a 6m	<750	<10	Topográfico
Piedemonte A	<50	0,3-0,6	Depósitos coluviales y aluviales conformados por bloques, cantos y graves en matriz arcillo-arenosa	200-750		Topográfico, amplificación
Piedemonte B	<50	0,3-0,6	Depósitos coluviales y aluviales con espesor superior a 12m	300-750		Topográfico, amplificación
Piedemonte C	<50	0,3-0,6				
Lacustre 50	<50	1,0-1,5	Depósitos lacustres blando conformado por arcilla limosas o limos arcillosos, con intercalaciones locales de turbas	<175	>80	Amplificación
Lacustre 100	50-100	1,5-2,5				
Lacustre 200	100-200	2,5-3,5				
Lacustre 300	200-300	3,5-4,5				
Lacustre 500	300-500	4,5-6,5				
Lacustre Aluvial 200	100-200	2,0-3,0	Depósito fluviolacustre conformado por intercalaciones de arcilla limosas o limos arcillosos, con lentes de turba y niveles de arenas compactas	<200	>60	Amplificación
Lacustre Aluvial 300	200-300	3,0-4,0				
Aluvial 50	<50	0,4-0,8	Depósito aluvial duro conformado por arcillas limosas o arenas arcillosas o limos arenosos localmente con lentes de arenas limpias	175-300	25-50	Amplificación, licuación
Aluvial 100	50-100	0,8-1,2				
Aluvial 200	100-200	1,2-2,5				
Aluvial 300	200-300	2,5-4,0				
Depósitos de Ladera		<0,3	Depósitos de ladera de composición variable y espesor superior a 6m	Variable según el tipo de depósito	Variable según el tipo de depósito	Topográfico

Fuente: Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE, 2012

En la Figura 126, se presenta el Mapa de Zonas de Respuesta Sísmica de la ciudad de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Planeación (2010) elaborado según la normativa del Decreto 523 de 2010.

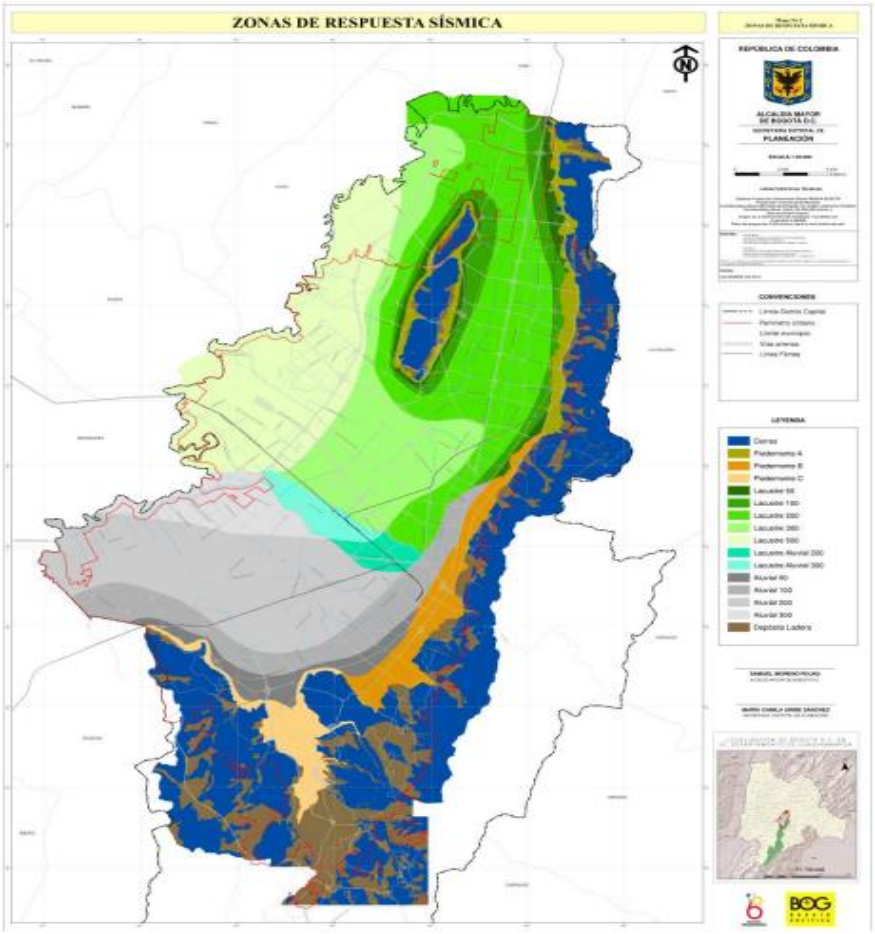


Figura 126 Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

La aceleración máxima horizontal a nivel de roca “es el parámetro más empleado en estudios de amenaza sísmica para representar el movimiento del terreno” (Garzón, 2011).

De acuerdo con la Norma Colombiana Sismo resistente de Construcción NSR- 10, título A, Capitulo A.2.1 GENERAL-A.2.1.1.-Movimientos sísmicos prescritos “Para efectos del diseño sísmico de la estructura, ésta debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica, baja, intermedia o alta, y además deben utilizarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el presente Capítulo, los cuales se pueden expresar por medio del espectro elástico de diseño definido en A.2.6, o por medio de familias de acelerogramas que cumplan los requisitos de A.2.7.” Así mismo, se plantea que los movimientos o amenaza sísmica para un sitio de trabajo se definen en función de la aceleración de pico efectiva representada bien sea por el parámetro Av o Aa, para una probabilidad del 10% de ser excedidos en un lapso de 50 años o, lo que quiere decir, un período de retorno de 475 años.

La Aa se encuentra definida como “la fracción de la aceleración de la gravedad a nivel de roca” (Garzón, 2011) y resulta importante ya que el sismo de diseño se define como “el evento que produce una aceleración horizontal pico tal que la probabilidad de que sea excedida en un lapso de 50 años es de 10 %” (Garzón, 2011).

Los valores de aceleración pico efectiva para diseño para un periodo de retorno de 475 años calculados por el consultor para el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto se compararon con los valores del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10.

Para la realización del mapa de valores Aa del área de estudio, se utilizó una grilla con una distancia de 10 Km entre punto y punto con valores de aceleración para el período de retorno de 475 años contenidos en el Mapa de Amenaza Sísmica del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se utilizaron se puntos contenidos dentro de esta grilla y, adicionalmente, se incluyeron los valores presentados por el SGC para el casco urbano de Bogotá D.C. Los valores utilizados para determinar el valor de Aa en el área de estudio se presentan en la Tabla 99.

Tabla 99 – Valores de Aa Utilizados para el Análisis Sismológico

ID	Latitud	Longitud	Aa (475y)
1	4,7	-74,2	0,17134145
2	4,7	-74,1	0,17917308
3	4,7	-74	0,1841259
4	4,6	-74,2	0,18547554
5	4,6	-74,1	0,19850732
6	4,6	-74	0,20160589
7	4,5	-74,2	0,19429335
8	4,5	-74,1	0,21101981
9	4,5	-74	0,21414118

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC).

El mapa de zonificación de amenaza sísmica se creó por medio de la interpolación de Vecino Natural del programa ArcGIS de los valores de Aa para un periodo de retorno de 475 años del mapa de valores de Aa. Esta herramienta se encarga de construir polígonos de Voronoi (Thiessen) de todos los puntos de la grilla dados y después crea nuevos polígonos de Voronoi alrededor de un punto de interpolación.

Por comparación, la herramienta se basa en la distancia inversa ponderada para asignar ponderaciones similares a otros puntos.

Así, se obtuvo el mapa de valores Aa para el área de influencia directa, presentado en la Figura 127 y Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos.

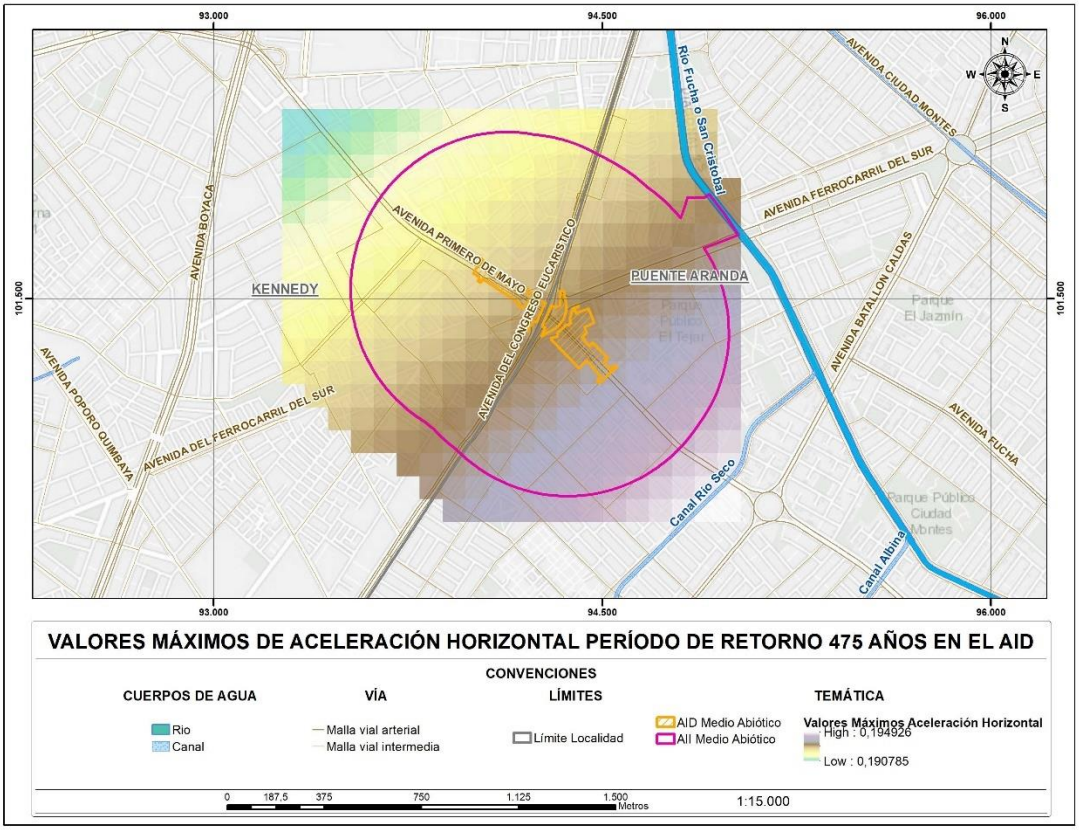


Figura 127 Mapa de Valores Máximos de Aceleración Horizontal para el Período de Retorno de 475 años en el AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Posteriormente, el mapa de valores Aa sirve como base para la elaboración del mapa de amenaza sísmica para la zona de estudio. El mapa de Amenaza sísmica se construye bajo la misma metodología de interpolación utilizada para construir el mapa de valores Aa; los valores de Aa del mapa de amenaza sísmica se clasifican teniendo en cuenta la siguiente categorización contemplada en el apartado A.2.3 de zonas de amenaza sísmica dentro de la NSR-10:

Tabla 100 – Rangos de amenaza sísmica

Zona de amenaza sísmica	Rango de zonificación
Alta	0,2 g < Aa
Media	0,1 g < Aa < 0,2 g
Baja	Aa <= 0,1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

A continuación, en la Figura 128 se presenta el Mapa de Amenaza Sísmica del AID:

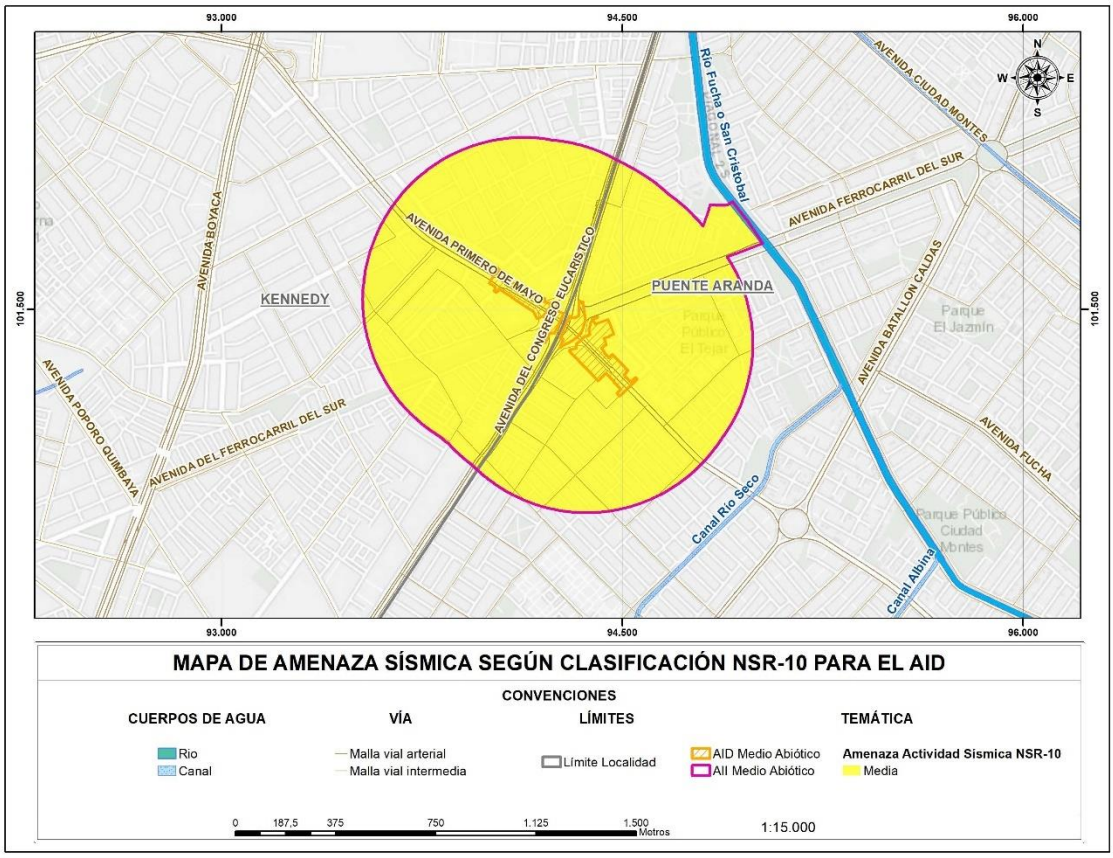


Figura 128 Mapa de Amenaza Sísmica según Clasificación NSR-10 para el AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Con el resultado obtenido en el mapa de Amenaza Sísmica para el AID y el AII se puede observar que, en general, la totalidad del área evaluada se encuentra dentro de una zonificación de amenaza media para este tipo de fenómeno. No obstante, es importante resaltar que esta zonificación no es diferente para los sectores aledaños al sector a intervenir o incluso a toda la extensión de la sabana de Bogotá, por lo tanto, no representa un riesgo importante a la hora de ejecutar el proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados de zonificación de Amenaza Sísmica tanto de AII y AID del proyecto demuestran que la mayoría del área evaluada (>90%) se encuentra zonificada como amenaza media, a pesar de esto, no se presentan restricciones o afectaciones a la ejecución del proyecto dentro de esta amenaza siempre y cuando se tengan presentes las recomendaciones de diseño estipuladas en la NRS-10. Si bien el 100% del AID del proyecto se encuentra en una zona de amenaza sísmica media, es importante aclarar que toda la ciudad de Bogotá y, en general el área Andina, se encuentra bajo esta misma condición y, desde la publicación del Reglamento Colombiano Sismo-Resistente NSR-10, todos los proyectos de infraestructura deben incluir los movimientos sísmicos de diseño para su cimentación y construcción.

7.3.2.2 Componente Hidrosferico

7.3.2.2.1 Hidrología

A continuación, se presenta la información hidrométrica identificada en la zona de estudio; así como la información cartográfica y modelo de elevación digital. Las estaciones utilizadas provienen de la red hidrométrica de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB.

De acuerdo con las estaciones identificadas en la zona de estudio, se seleccionan las estaciones con información suficiente para el periodo de registro en común de la serie de datos. Para el caso específico de la precipitación, el periodo de las estaciones es desde el año 1991 a 2020 (30 años). No se utiliza información de estaciones medidoras de caudal, esto se realiza a partir de que dichas estaciones se encuentran por fuera de la zona de estudio o los registros se encuentran en la parte alta de la cuenca, por lo cual la información no es válida para los sitios de cruce. Las estaciones medidoras de precipitación seleccionadas se presentan en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07 / 7_2 Hidrosférico.

7.3.2.2.1.1 Precipitación

Como primera medida se recolectó la información de 24 estaciones existentes con datos de precipitación total diaria. Periodo de registro suficiente para el desarrollo de los estudios (registro 1991 – 2020). En el Tabla 101 se presentan las siguientes características generales de las estaciones: Código; Tipo de estación; Nombre; Coordenadas (Este y Norte – Origen: Magna Colombia Bogotá); Elevación y Entidad a cargo.

Tabla 101 – Características Estaciones de Precipitación Cercanas a la Zona de Estudio

Código	TE	Nombre	Coordenadas		ELEV.	Entidad A Cargo
			Este	Norte	(msnm)	
2120008	PG	SAN FRANCISCO-SALITRE K9	1004500.34	999199.94	3047	EAAB
2120013	PG	EL DELIRIO	1002120.33	994729.96	3000	EAAB
2120023	PG	SAN DIEGO	1001390.36	1001499.95	2700	EAAB
2120024	PG	EL VERJON	1005994.33	997999.94	3250	EAAB
2120032	PG	EL GRANIZO	1002830.36	1002199.94	3125	EAAB
2120040	PG	SAN LUIS	1004130.37	1005379.93	2300	EAAB
2120052	PG	SANTA LUCIA	995080.36	997549.99	2630	EAAB
2120111	PG	USAQUEN SANTA ANA	1005804.39	1010241.90	2647	EAAB

Código	TE	Nombre	Coordenadas		ELEV.	Entidad A Cargo
			Este	Norte	(msnm)	
2120154	PG	BOSA BARRENO NO. 2	988072.40	1001915.01	2550	EAAB
2120196	PG	CASA DE BOMBAS SALITRE	999770.41	1009949.93	2580	EAAB
2120197	PG	CASABLANCA	990428.38	998377.01	2665	EAAB
2120198	PG	GUADALUPE	1002520.35	999429.95	3316	EAAB
2120199	PG	SOCHA	1012850.36	1007099.88	2750	EAAB
2120204	PG	JUAN REY	999260.32	991779.99	2985	EAAB
2120205	PG	QUIBA	989998.35	992305.03	3000	EAAB
2120207	PG	SAUCEDAL II	990314.76	1006928.96	2900	EAAB
2120211	PG	LAS HUERTAS	981400.40	999100.05	2572	EAAB
2120524	CO	VITELMA	1000600.34	997539.96	2800	EAAB
2120547	PG	FONTIBON	992527.00	1007082.74	2518	EAAB
2120569	PG	CAMAVIEJA	998480.38	1003579.96	2680	EAAB
2120642	CO	PLANTA WIESNER	1009006.04	1010263.42	2795	EAAB
2120112	PM	CASITA LA	1000749.84	1004434.89	3094	CAR
21201600	PG	SEDE IDEAM KR 10	1000512.54	1001206.52	2685	IDEAM
21205580	CO	VENADO ORO VIVERO	1001770.13	1000238.95	2725	IDEAM

Fuente: Elaborada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, con información del IDEAM; La CAR y la EAAB, 2021

De igual forma, en la Figura 129 (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2 Planos) se presenta la localización de las 24 estaciones.

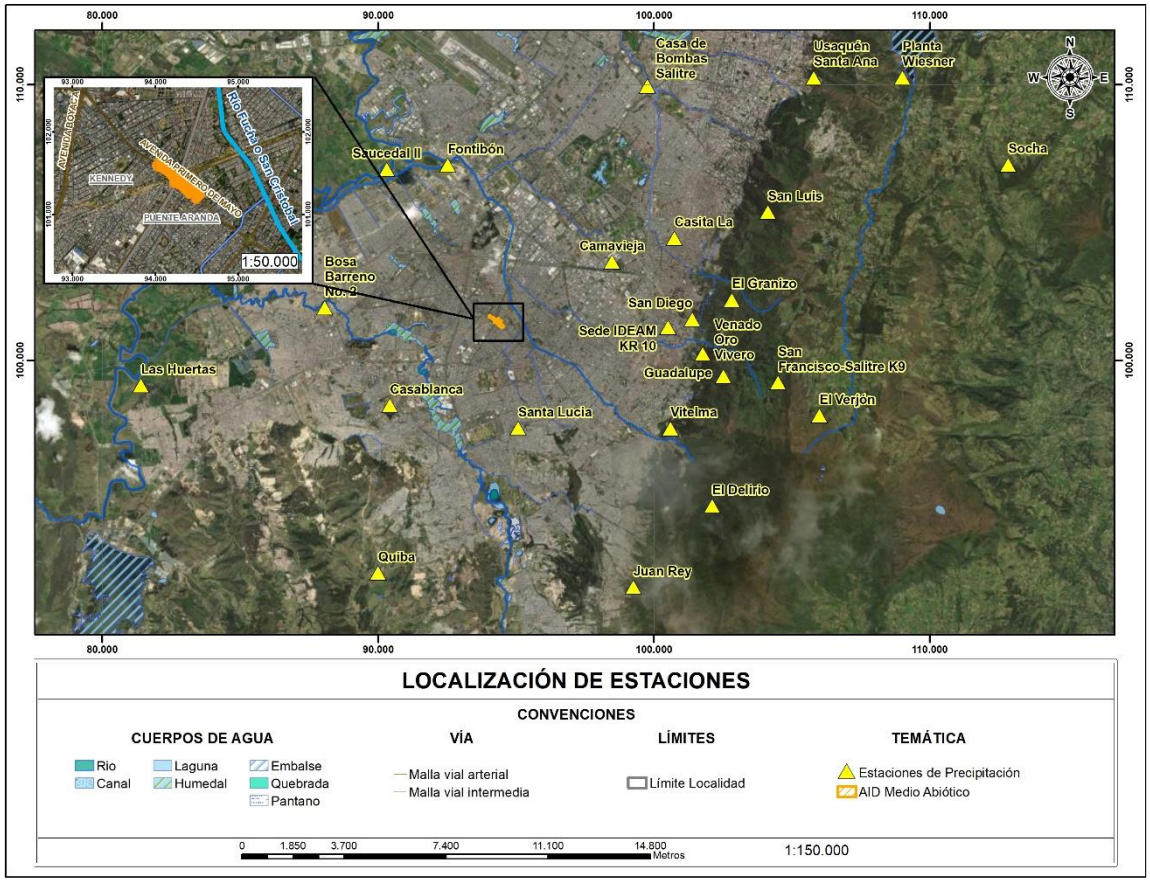


Figura 129 Localización de Estaciones para la caracterización hidrológica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Análisis de Consistencia

Los datos diarios faltantes de las estaciones seleccionadas se completaron con el promedio multianual del mismo día de la estación, aclarando que no se completó más del 20% de los datos.

Una vez completos los datos de precipitación diaria de las 24 estaciones seleccionadas, se realizó el análisis de consistencia mediante un diagrama de dobles masas, con el fin de observar si había alguna anomalía en las mediciones de las estaciones, teniendo en cuenta el periodo de registro seleccionado (1991-2020).

De acuerdo con (Monsalve, 1995), el método consiste en construir una curva doble acumulativa, en la cual son relacionados los totales diarios, mensuales o anuales acumulados de precipitación de un determinado lugar y la media acumulada de los mismos parámetros para las estaciones cercanas o de la misma región. En un análisis de dobles masas, la pendiente de la recta que resulta debe ser igual para todo el periodo de registro analizado. En caso contrario, existen problemas en la toma de datos,

ya sea por alguna anormalidad en la estación durante algún periodo, tal como el cambio de lugar, cambio de las condiciones del aparato registrador, o modificaciones en su método de construcción. Como se mencionó anteriormente, para tener una mayor validez, el análisis de dobles masas se hace entre la estación que se analiza y el promedio de los valores de las estaciones a su alrededor. En el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico, se presentan las curvas de dobles masas para cada una de las 24 estaciones seleccionadas. Así mismo en la Figura 130 se presenta un ejemplo para la estación Sede IDEAM kra 10.

Del procedimiento anterior, se observó que todas las 24 estaciones seleccionadas presentan datos consistentes y homogéneos, por lo cual son aptos para el desarrollo del presente estudio.

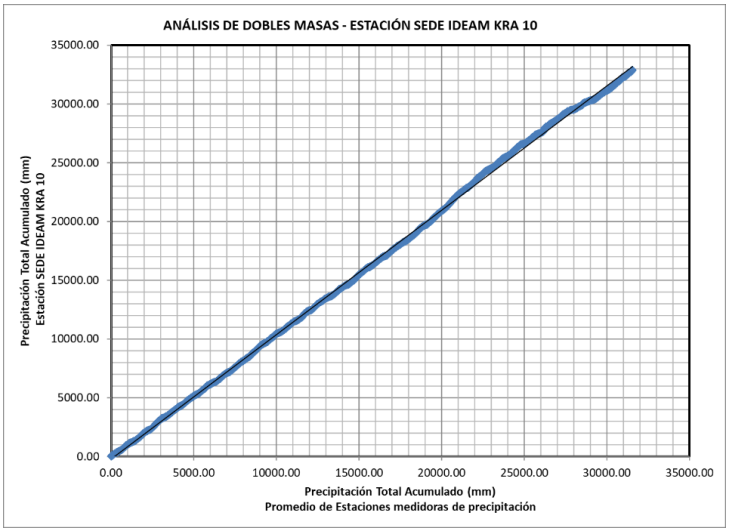


Figura 130 Curva de Dobles Masas Estación Sede IDEAM Kra 10

Fuente: IDEAM

7.3.2.2.1.2 Identificación de Cuerpos Lénticos y Lóticos

Como se menciona previamente, se utilizó la cartografía en escala 1:25000 y con apoyo de las imágenes satelitales se identificaron los cuerpo lénticos y lóticos que hay en el área de influencia del proyecto. De lo observado se concluye que se presenta solo un cuerpo lótico correspondiente al Rio Fucha, el cual se encuentra a 692 metros de distancia del área influencia indirecta del proyecto.

Por su parte, en lo que respecta a cuerpos lóticos, no se identificó ningún reservorio ni cuerpo de agua estancado que mantenga en un mismo sitio.



Figura 131 Localización Canal Río Fucha respecto a las áreas de influencia del medio abiótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.2022.

7.3.2.2.1.3 Características Geométricas Hoyas Hidrográficas Aferentes al Proyecto

Con base en la información existente para la zona de proyecto proporcionada por el IGAC, el modelo digital de elevaciones de la zona descargado del satélite ALOS PALSAR de la NASA y la red pluvial y combinada de la ciudad de Bogotá, se trazaron las cuencas hidrográficas aferentes a los cruces de estructuras que intervienen en el área de influencia definida para el proyecto, y a partir de esto se determinaron las características geométricas de la de las mismas. Lo anterior, se utilizará para determinar la respuesta a eventos de precipitación en términos de escorrentía superficial, precisando que en la zona del proyecto se drena en sentido norte de las hoyas hidrográficas H18 y H19, por medio del Sistema de Alcantarillado Troncal Pluvial hacia el Rio Fucha, el cual escurre hacia el occidente de la Ciudad entregando finalmente sus aguas al Rio Bogotá.

Conforme a lo anterior, los cuerpos de agua en mención se constituyen como los elementos principales relacionados con la escorrentía del proyecto y en ambos casos, se encuentran categorizados como cuerpos de agua naturales. No obstante, lo anterior, se precisa que durante este proceso no se considera generar ningún tipo de afectación sobre el Río Fucha, adicional al aporte del agua de escorrentía, ya que implementando las medidas de manejo se mitigara el transporte de cualquier tipo de sustancia o elemento que altere las condiciones fisicoquímicas del mismo.

Por último, se aclara que dentro de las actividades a desarrollar bajo el marco del Plan de Manejo Ambiental y Social de los puentes objeto de este documento; no se generará intervención alguna a nivel estructural o de obras de tipo hidráulico que impliquen afectaciones y/o alteraciones del comportamiento hidráulico del Rio Fucha.

Las cuencas hidrográficas, trazadas a partir de la información secundaria mencionada se presentan en la Figura 132 y Figura 133 ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A01 / 1_2Planos.

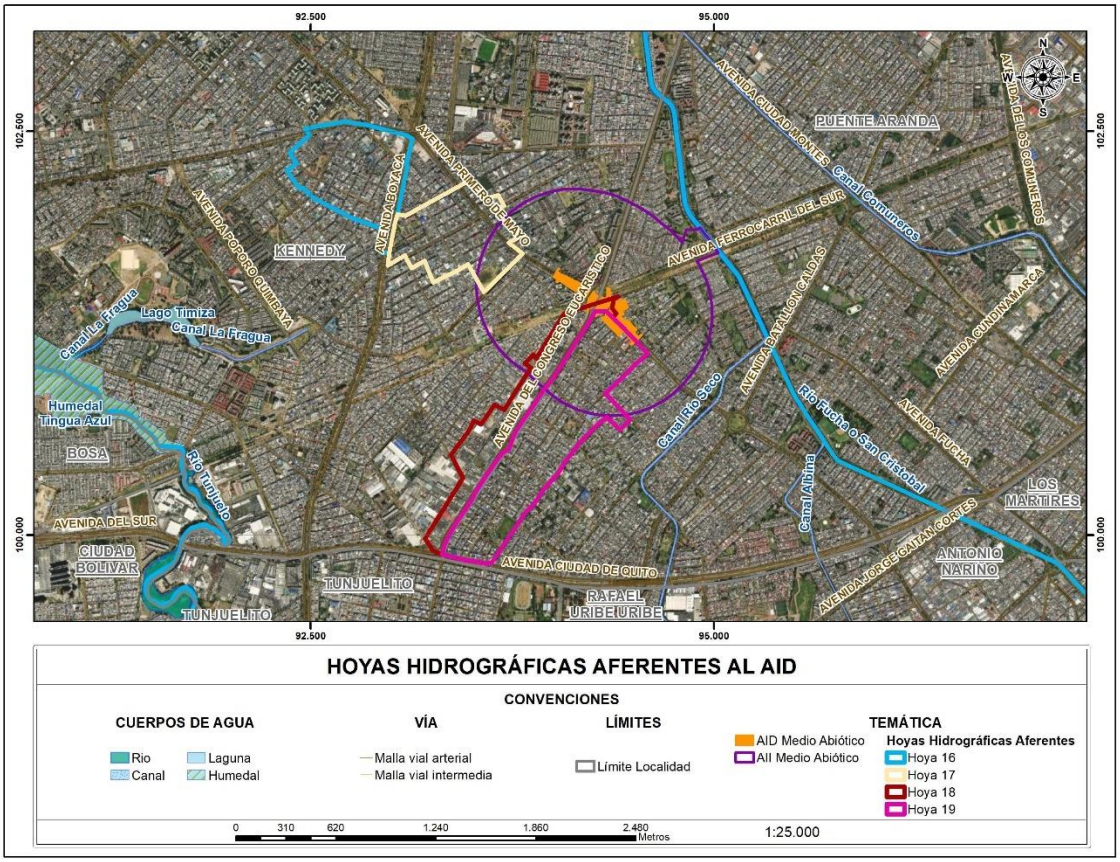


Figura 132 Hoyas Hidrográficas Aferentes al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

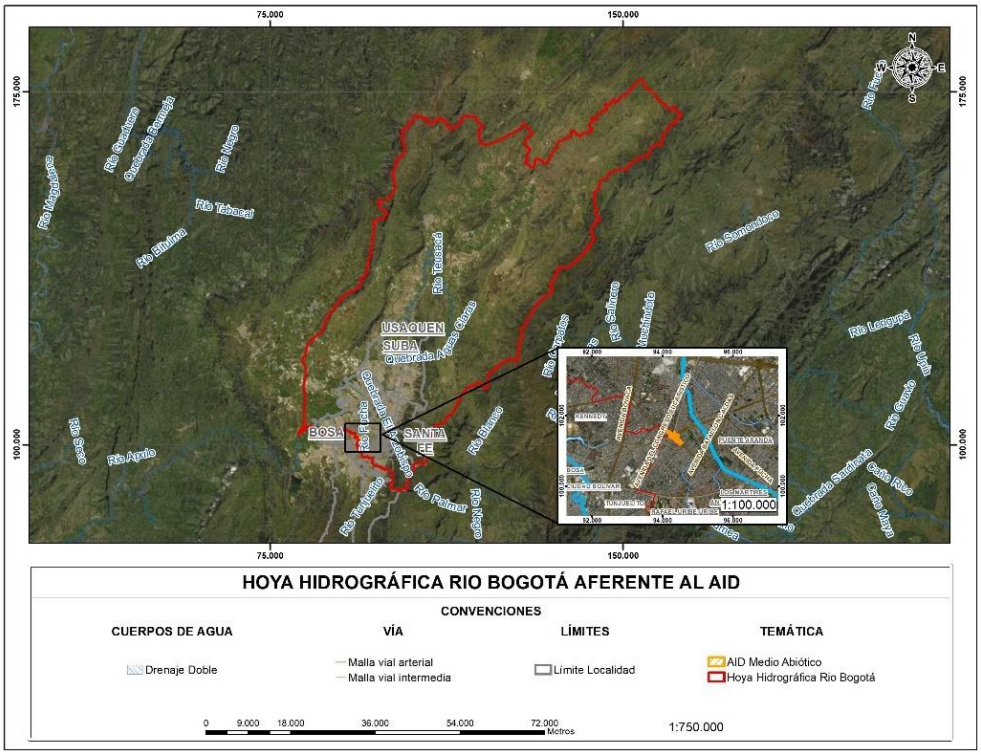


Figura 133 Hoya Hidrográfica Rio Bogotá Aferente al AID

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se nombrarán los parámetros morfométricos que se calcularon para las cuencas de la zona de estudio, los cuales fueron resumidos en la Tabla 102. Esto se realizó de acuerdo con lo descrito por (Vargas & Díaz Granados), (Chow, Maidment, & Mays, 1988), (Monsalve, 1995), (Ponce, 1989), (Hjelmfelt & Cassidy, 1976), (Chow V. T., 1984) y (Vélez, Puricelli, & López, 2009).

- Área

El área de la cuenca corresponde a la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido sea directa o indirectamente a un mismo cauce natural. En otras palabras, corresponde al área de captación o superficie de la cuenca delimitada por la divisoria de aguas (divisoria topográfica). La unidad se expresa en km^2, El resultado de la estimación de este parámetro se presenta en la Tabla 102.

- Longitud del Cauce

Es definida como la distancia en planta del cauce principal entre un punto aguas abajo y su punto más alto, medida normalmente en km. La longitud del cauce principal para las cuencas analizadas se presenta en la Tabla 102.

- Desnivel Altitudinal

El desnivel altitudinal es la diferencia entre las cotas límite del cauce principal; es decir, la cota más alta y la más baja.

$$H = Hmax - Hmin$$

En la Tabla 102 se presentan el desnivel altitudinal para las cuencas analizadas.

- Pendiente Media del Cauce

Mediante un análisis espacial, se estima la caída altitudinal del cauce principal con respecto a la longitud de este, arrojando así un corte transversal del relieve por el cual atraviesa el cuerpo de agua. La pendiente media calculada para las cuencas analizadas se presenta también en la Tabla 102.

- Perímetro

Es la longitud total de la línea envolvente de la cuenca que pasa por la divisoria de aguas, y permite realizar otros análisis relacionados a la forma de la cuenca, como es el cálculo del coeficiente de compacidad. Para la determinación del perímetro, se empleó el mismo método de cálculo definido para establecer el área de la cuenca, es decir que se realizó a partir de herramientas del sistema de información geográfica ArcGIS 10.5. El resultado para este parámetro se presenta en el en la Tabla 102.

- Longitud Axial

La longitud axial de la cuenca corresponde a la magnitud de la longitud en línea recta desde el punto de desembocadura del cauce principal y el punto más alejado, para así, estimar el desplazamiento neto aproximado desde un extremo de la cuenca al otro, sin tener en cuenta el relieve, tal y como se presenta en la Figura 134. Este parámetro es expresado en km y el resultado de la estimación de este se presenta en la Tabla 102.

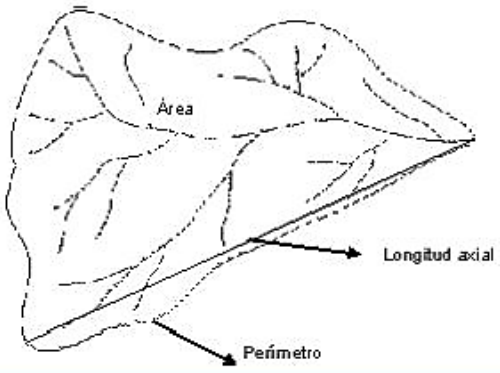


Figura 134 Hoyas Hidrográficas Aferentes al Sector 1

Fuente: UNAD (d.f.)

- Ancho de Cuenca

El ancho de la cuenca se define como la relación entre el área de drenaje (A) y la longitud axial de la cuenca (L).

$$B = \frac{A}{L}$$

El resultado para este parámetro se presenta en la Tabla 102.

- Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (Kc)

Este coeficiente corresponde a la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que tenga igual área. Este parámetro es, adimensional, independiente del área estudiada, tiene por definición un valor igual a 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular.

Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. Este coeficiente se relaciona con el tiempo de concentración, el cual es el tiempo necesario desde el inicio de la precipitación, para que toda la unidad hidrográfica contribuya a la sección de la corriente en estudio; en otras palabras, es el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la cuenca hasta llegar a la salida de esta.

El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua habrá, debido a que las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central no presentan diferencias mayores y a que el tiempo de concentración se hace menor, haciendo mayor la posibilidad de que las ondas de crecida sean mayores.

El cálculo del coeficiente de compacidad se determina por medio de la siguiente expresión:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{A^{1/2}}$$

Donde:

P: Perímetro de la cuenca, km.

A: Área de drenaje de la cuenca, km^2.

El coeficiente de compacidad se presenta en la Tabla 102.

- Factor de Forma (Kf)

Es la relación que existe entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. Esta última se mide cuando se sigue el curso de agua más largo desde la desembocadura hasta la cabecera más distante de la unidad hidrográfica. El ancho medio (B) se obtiene cuando se divide el área por la longitud axial de la cuenca.

Para hallar este factor se presentan las siguientes ecuaciones:

$$\mathrm{Kf} = \frac{B}{L}$$

$$B = \frac{A}{L}$$

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Kf: Factor de forma.

B: Ancho medio, km.

L: Longitud axial de la cuenca, km.

A: Área de drenaje, km^2.

La definición de interpretación para este parámetro es, entre otras, que una cuenca con factor de forma bajo está menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño, pero con mayor factor de forma; así mismo, si la cuenca fuera perfectamente cuadrada, el factor de forma tendría un valor igual a la unidad. También el factor de forma puede tomar valores inferiores a 1 cuando se trate de cuencas alargadas, como se indica a continuación:

$$\mathrm{Kf} \ll 1 = \text{Forma alargada}$$

El valor del factor de forma para las cuencas analizadas se presenta a continuación en la Tabla 102.

Tabla 102 – Características Geométricas para las Cuencas Hidrográficas

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km²)	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor (msnm)	Altura Menor (msnm)	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)	Longitud Axial (km)	Perímetro (km)	Ancho de Cuenca m	Coeficiente de compacidad	Factor de Forma
H_16	-	0.367	1.40	2,576.16	2,576.09	0	0.00005	0.82	2.69	0.45	1.24	0.55
H_17	-	0.329	0.62	2,580.91	2,578.00	3	0.00470	0.66	2.80	0.50	1.37	0.75
H_18	-	0.297	1.94	2,584.21	2,578.00	6	0.00321	1.86	4.51	0.16	2.32	0.09
H_19	-	0.626	1.78	2,582.44	2,580.65	2	0.00101	1.73	4.48	0.36	1.59	0.21

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En general las áreas de drenaje identificadas son menores, las cuencas hidrográficas mayores de 2,5 Km² son las cuencas aferentes a los cuerpos lóticos. Se observa que la altura media de las cuencas menores es similar; por otra parte, la altura de las cuencas mayores es variable, esto teniendo en cuenta que dichas cuencas están definidas desde la parte alta de la cordillera oriental, se observa que la pendiente ponderada es mayor por el sector de la parte alta de las cuencas.

Las áreas de drenaje en general son cuencas alargadas, el factor de forma es menor a la unidad en todas las hoyas hidrográficas trazadas. En la tabla anterior se observan las 4 hoyas hidrográficas con las características morfométricas tales como: área, longitud de corriente, longitud axial, ancho medio, factor de forma, perímetro de la cuenca, altura media y pendiente del cauce; entre otras.

7.3.2.2.1.4 Parámetros Básicos para el Análisis Hidrológico

- Factor de reducción de lluvia

El coeficiente de reducción de la lluvia por el tamaño del área de drenaje se ha calculado, en primer término, de acuerdo con las siguientes formulas:

- Ecuación de Fhrüling que expresa:

$$i_m = i_0 \, f(a)$$

o:

$$i_m = i_0 \, (1 - 0.0054 \, A^{0.25})$$

En donde:

im: Intensidad promedio de lluvia en la hoya hidrográfica, mm/h.

i0: Intensidad de lluvia puntual medida en la estación registradora, mm/h.

(1- 0.0054 A0.25): Coeficiente de reducción de la lluvia, f(a), por el tamaño del área de drenaje A, estando esta última variable expresada en m².

- Institution of Civil Engineers, Proceedings:

$$i_m = i_0\left(1.0 - 0.0268 * {t_c}^{-0.261} * A^{0.387}\right)$$

En donde:

A: Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km²).

tc: Tiempo de concentración de la hoya, en horas (hr).

- Datos de Norte América

$$i_m = i_0\left(1.0 - 0.05 * {t_c}^{-0.361} * A^{0.264}\right)$$

En donde:

A: Área de drenaje de la hoya, en kilómetros cuadrados (km²).

tc: Tiempo de concentración de la hoya, en horas (hr).

Con el fin de tener un valor que no sobrestime, ni subestime los caudales en relación con este coeficiente, se ha definido su valor final igual al valor promedio de los tres valores calculados, teniendo en cuenta que según la NS-085 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el factor para cuencas hidrográficas de menos de 1000 Ha de área es igual a la unidad. El resultado del cálculo se presenta en la Tabla 103.

Tabla 103 – Factor de Reducción de Lluvia por Área de Drenaje

Hoya	Área (km²)	Tc (Hr)	Factor de reducción			Factor seleccionado
			Fhrüling	Institution Of Civil Engineers	Norteamérica	
H_16	0.37	4.02	0.87	0.99	0.94	1.0
H_17	0.33	0.36	0.87	0.98	0.97	1.0
H_18	0.30	1.01	0.87	0.98	0.96	1.0
H_19	0.63	1.47	0.85	0.98	0.95	1.0

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El factor de reducción de lluvia puntual es un factor fundamental para los cálculos hidrológicos, este factor determina la influencia proporcional de la tormenta en el área de la cuenca hidrográfica. En la buena práctica de la ingeniería se define como la unidad para cuencas menores, esto implica que la tormenta de diseño se encuentra en toda el área de drenaje; por otra parte, para cuencas mayores se utilizan tres (3) metodologías de cálculo diferentes y se selecciona el valor adecuado a partir de la referencia bibliográfica utilizada.

De los cálculos presentados anteriormente se observa que la mayoría de las cuencas tiene el factor de forma igual a la unidad, valor definido para cuencas menores a 1000 ha, y consecuente con la NS-085 (EAAB , 2020).

- Tiempo de Concentración

Cuando se utilizan modelos lluvia-escorrentía para el cálculo de caudales máximos instantáneos, se debe suponer que dicho caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específica es producido por el referido aguacero, el cual se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo en el punto bajo consideración. Técnicamente, se define este último como el tiempo de concentración (T_C), el cual es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje.

De acuerdo con la NS-085 de la EAB, para el tiempo de concentración (Tc) se ha analizado la siguiente fórmula:

- Fórmula de Kirpich

$$T_C = 3.9780 \text{ x } L^{0.77} \text{ x } S^{-0.385}$$

En donde:

T_C: Tiempo de concentración de la hoya hidrográfica, en min.

L: Longitud del cauce principal, en km.

S: Pendiente total del cauce principal, igual a la caída total entre la longitud

del cauce principal, en m/m.

El tiempo de concentración seleccionado corresponde a la fórmula de Kirpich presentada anteriormente, con el fin de obtener un valor apropiado teniendo en cuenta lo estipulado en la norma NS-085. En la Tabla 104 se presentan los tiempos de concentración para las hoyas hidrográficas de las corrientes identificadas.

Tabla 104 – Tiempo de Concentración

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km²)	Longitud del Cauce (km)	Tiempo de Concentración de Kirpich (min)
H_16	-	0.367	1.40	240.92
H_17	-	0.329	0.62	21.65
H_18	-	0.297	1.94	60.30
H_19	-	0.626	1.78	88.42

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El tiempo de concentración calculado para hoyas hidrográficas es una medida conservadora del recorrido y formación de la escorrentía superficial en las cuencas objeto de estudio. La fórmula de Kirpich es la metodología aceptada por la NS-085 la cual evalúa la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, esta fórmula es conservadora respecto a otras metodologías hidrológicas.

Se consideran correctos los valores calculados teniendo en cuenta la pendiente de la corriente y longitud de cauce presentados en las características morfométricas.

7.3.2.2.1.5 Caudales Máximos Instantáneos

Para el cálculo de caudales máximos instantáneos anuales se ha empleado un modelo lluvia – escorrentía, dado que no se contó con datos de caudales máximos instantáneos anuales históricos en estaciones hidrométricas para las 4 cuencas hidrográficas.

Por otra parte, para los análisis de caudales máximos instantáneos sobre el río Bogotá, se emplean los datos de la estación limnigráfica Puente Cundinamarca, la cual cuenta con información suficiente y es representativa para la zona de estudio. Los datos de la estación se llevarán al sitio de proyecto a partir de la metodología de transposición de caudales.

La metodología de cálculo de caudales máximos instantáneos corresponde a la evaluada en la NS-085 versión 4, define la precipitación de diseño para los diferentes periodos de retorno y se aplica el método racional para cuencas hidrográfica menores a 80 hectáreas, y modelo hidrológico HMS para las cuencas mayores.

Dado que en la zona de estudio se presentan cruces de canales, se opta por la evaluación hidrológica a partir del método indirecto de lluvia escorrentía en el modelo hidrológico HEC HMS.

El modelo requiere el hidrograma de diseño, para tal caso se utilízala precipitación para cada periodo de retorno teniendo en cuenta las curvas IDF entregadas a esta Consultoría por la EAAB, (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico) y definidas para el centroide de las cuencas objeto de estudio.

7.3.2.2.1.5.1 Curvas Intensidad Duración Frecuencia IDF

De acuerdo con (Chow, Maidment, & Mays, 1988), se calcularon las curvas intensidad - duración – frecuencia representativa de la zona de proyecto, esto se realiza teniendo en cuenta la ubicación del centroide de cada cuenca objeto de estudios, la solicitud de información se presenta en el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07 / 7_2 Hidrosférico. A partir de esto se calcularon los coeficientes necesarios para aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{INTENSIDAD} = C_1(\text{DURACIÓN} + X_0)^{C_2}$$

En donde los parámetros C_1, X_0 y C_2, se calcularon de acuerdo con (Chow, Maidment, & Mays, 1988), dependiendo del período de retorno. A continuación, se indican los sectores relacionados con el área del proyecto y seleccionados para determinar las ecuaciones insumo de las IDF.

Tabla 105. Puntos Seleccionados para la Generación de las Curvas IDF

Id	Sector	Coordenadas	
		Este	Norte
2	Av. Villavicencio por Av. 1 Mayo - Av. 1 Mayo por Av. 68	92776	102544
3	Av. 1 Mayo por Av. 68 - Av. NQS por Calle 8 Sur	95462	100498

Fuente: Tomado de Oficio 2551001-S-2021-079600 de la Empresa de Acueducto, 2021.

De esta manera y conforme a informe de *Diseño Drenaje Pluvial – Viaducto (L1T1-1191-500-CON-ED-ALC-IN-0001)* desarrollado por la Consultoría WSP, la intensidad de la lluvia se determinó a partir de los datos de la tormenta de diseño, suministrados por la Empresa de Acueducto EAAB-ESP para un periodo de retorno de 100 años como se muestra a continuación:

Tabla 106. Puntos Seleccionados para la Generación de las Curvas IDF

Id	Coordenadas		Intensidad Tr 3 años	Intensidad Tr 5 años	Intensidad Tr 10 años	Intensidad Tr 25 años	Intensidad Tr 50 años	Intensidad Tr 100 años
	Este	Norte	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)	(mm/h)
2	92776	102544	57,87	57,87	57,87	57,87	57,87	57,87
3	95462	100498	62,65	62,65	62,65	62,65	62,65	62,65

Fuente: Tomado de Oficio 2551001-S-2021-079600 de la Empresa de Acueducto, 2021.

7.3.2.2.1.5.2 Precipitación de Diseño

La precipitación de diseño corresponde a la lluvia para el periodo de tiempo de la tormenta, para efectos del análisis se implementa la precipitación para un evento de 3 horas para diferentes periodos de retorno. El cálculo de la precipitación de diseños se basa en los valores de intensidad obtenidos de las curvas IDF del centroide de las cuencas hidrográficas. A continuación, se presenta el cálculo de la precipitación de diseño.

$$I\left(\frac{mm}{h}\right) = \frac{Precipitación\ (mm)}{Tiempo\ (h)}$$

$$P = I * T$$

Donde:

I: Intensidad para diferentes periodos de retorno (mm/h)

P: Precipitación de diseño (mm)

T: Tiempo de la tormenta (h)

7.3.2.2.1.5.3 Distribución Temporal de la Tormenta de Diseño

Se aplica a la precipitación de diseño el factor de reducción por espacialidad de la cuenca hidrográfica, el factor de reducción se presentó anteriormente, en donde se define como la unidad a las cuencas hidrográficas menores a 1000 Ha.

Con la precipitación de diseño y la distribución temporal de la misma, tomando como base la propuesta en la NS-085, se calcula el hietograma de diseño para cada una de las hoyas hidrográficas. A continuación, se presenta el hietograma de diseño para cada periodo de retorno teniendo en cuenta la espacialidad de la hoya hidrográfica.Caudales Máximos Instantáneos Hietograma NS-085

A partir de las características de las cuencas hidrográficas de cobertura, tiempo de concentración y el hietograma de diseño. Se presenta la modelación hidrológica de caudales máximos instantáneos por medio del programa computacional HEC HMS. La modelación se presenta en el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico y los reclutados de caudales máximos instantáneos se presentan a continuación, en la Tabla 107.

Tabla 107 – Resultados de caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma NS-085

HOYA No.	NOMBRE	ÁREA CUENCA (m^2)	t_{lag} (minutos)	CN	Q TR3 (m^3/s)	Q TR5 (m^3/s)	Q TR10 (m^3/s)	Q TR25 (m^3/s)	Q TR50 (m^3/s)	Q TR100 (m^3/s)
16	Hoya 16	0.367	144.55	91	0.367	0.462	0.587	0.757	0.890	1.013
17	Hoya 17	0.329	12.99	91	0.956	1.203	1.512	1.933	2.290	2.606
18	Hoya 18	0.297	36.18	90	0.634	0.799	1.024	1.304	1.539	1.760
19	Hoya 19	0.626	53.05	91	1.234	1.539	1.969	2.505	2.952	3.356

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.1.5.4 Caudales Máximos Instantáneos Hietograma SCS

Con el fin de verificar los cálculos de caudales máximos instantáneos presentados anteriormente, se aplica el hietograma de diseño del SCS para la modelación hidrológica. El hietograma sintético SCS fue calculado para cada cuenca hidrográfica y presentado en el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico.

Tabla 108– Caudales Máximos Instantáneos Modelo HMS Hietograma SCS

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km^2)	t_{lag} (minutos)	CN	Q TR3 (m^3/s)	Q TR5 (m^3/s)	Q TR10 (m^3/s)	Q TR25 (m^3/s)	Q TR50 (m^3/s)	Q TR100 (m^3/s)
16	Hoya 16	0.367	144.55	91	0.383	0.484	0.616	0.797	0.938	1.069
17	Hoya 17	0.329	12.99	91	1.848	2.376	3.067	3.980	4.692	5.382
18	Hoya 18	0.297	36.18	90	0.833	1.065	1.381	1.789	2.118	2.433
19	Hoya 19	0.626	53.05	91	1.477	1.864	2.402	3.094	3.653	4.185

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se puede observar, la distribución es menor en el hietograma de diseño de la norma NS-085 con respecto al hietograma sintético SCS del cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos.

7.3.2.2.1.6 Caudales Medios

De acuerdo con la metodología descrita para la estimación de caudales medios, como primer paso, se identificó la influencia de cada una de las estaciones seleccionadas en las 4 cuencas aferentes al proyecto, utilizando la metodología de polígonos de Thiessen, tal y como se muestra en la Figura 135.

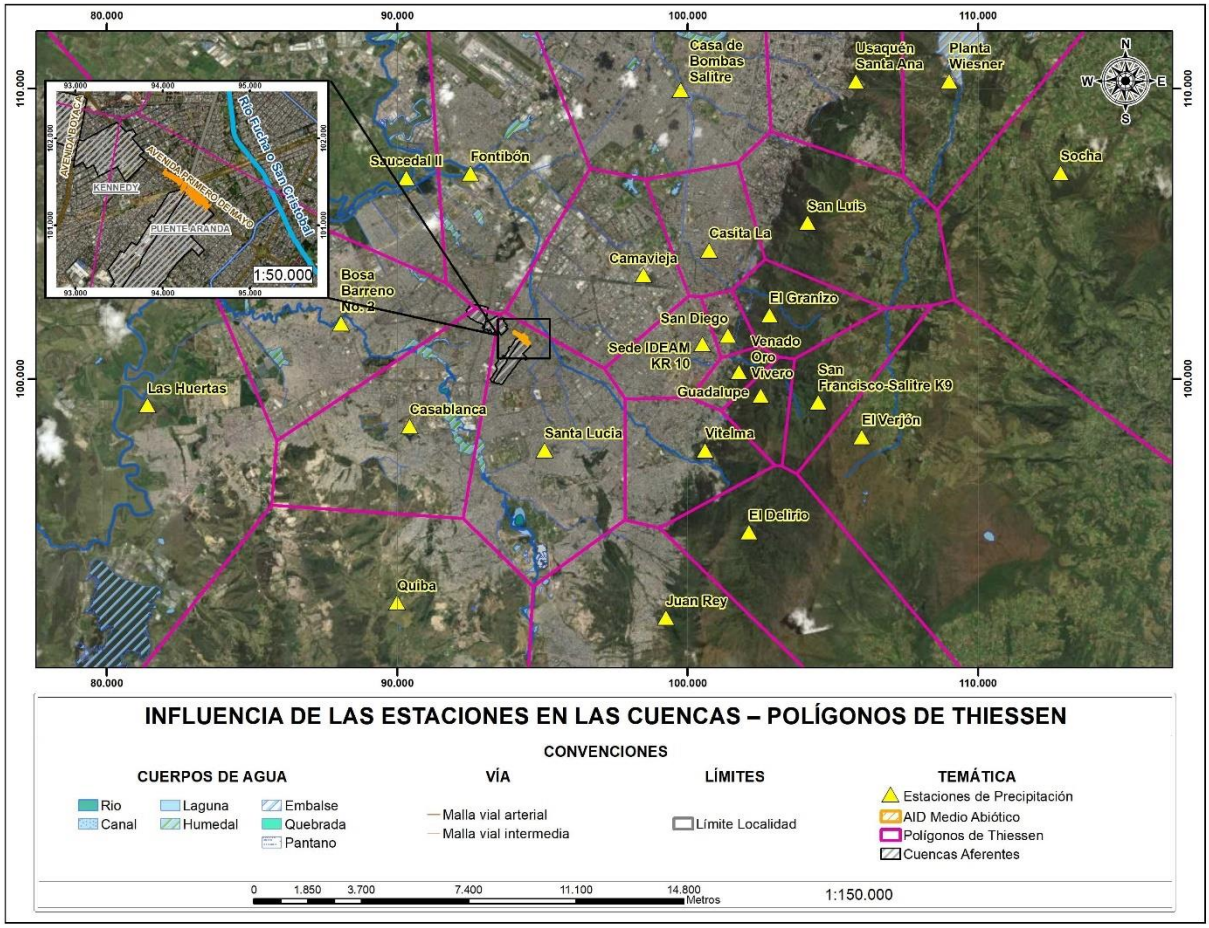


Figura 135 Influencia de las Estaciones en las Cuencas – Polígonos de Thiessen

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico, se presenta la influencia de las estaciones, y los valores de precipitación diaria para cada cuenca. Posterior a esto, y teniendo en cuenta la información de cobertura, se identificaron los valores de intercepción y de almacenamiento del suelo, los cuales se presentan a continuación para cada una de las 4 cuencas en estudio.

Tabla 109 – Intercepción del Suelo

Número Cuenca	Nombre	Área (km²)	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m²	% Influencia	Intercepción	
16	-	0.37	Zonas Duras	367430.2	100%	1.00	1
		0.32	Pastos	0.0	0%	3.00	
		0.33	Bosques	0.0	0%	9.00	
17	-	0.33	Zonas Duras	321836.8	98%	1.00	1.042
		0.29	Pastos	7057.9	2%	3.00	
		0.30	Bosques	9.8	0%	9.00	
18	-	0.30	Zonas Duras	283841.5	96%	1.00	1.088
		0.63	Pastos	12988.0	4%	3.00	
		0.63	Bosques	0.0	0%	9.00	
19	-	0.63	Zonas Duras	6102 03.8	98%	1.00	1.038
		4.43	Pastos	11699.3	2%	3.00	
		4.61	Bosques	0.0	0%	9.00	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 110 – Almacenamiento del Suelo

Número Cuenca	Nombre	Área (km²)	Tipo de Cobertura	Área Cobertura m²	% Influencia	Almacenamiento	
		0.37	Pastos	378.4	0%	6.00	
		0.37	Bosques	12.2	0%	4.50	
16	-	0.37	Zonas Duras	367430.2	100%	5.00	5
		0.32	Pastos	0.0	0%	6.00	
		0.33	Bosques	0.0	0%	4.50	
17	-	0.33	Zonas Duras	321836.8	98%	5.00	5.021
		0.29	Pastos	7057.9	2%	6.00	
		0.30	Bosques	9.8	0%	4.50	
18	-	0.30	Zonas Duras	283841.5	96%	5.00	5.044
		0.63	Pastos	12988.0	4%	6.00	
		0.63	Bosques	0.0	0%	4.50	
19	-	0.63	Zonas Duras	613803.8	98%	5.00	5.019
		4.43	Pastos	11699.3	2%	6.00	
		4.61	Bosques	0.0	0%	4.50	
		4.23	Pastos	346681.4	6%	6.00	
		3.88	Bosques	3879414.6	64%	4.50	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Así mismo, se identificó la permeabilidad del suelo teniendo en cuenta la textura de este, sabiendo que en la ciudad de Bogotá predominan las arcillas. En la Tabla 111 se presenta la permeabilidad estimada para cada una de las cuencas.

Tabla 111 – Permeabilidad del Suelo

Hoya No.	Nombre	Área Cuenca (km²)	Textura del Suelo	Permeabilidad Suelo (mm/h)
H_16	-	0.367	Arcilloso	1.3
H_17	-	0.329	Arcilloso	1.3
H_18	-	0.297	Arcilloso	1.3
H_19	-	0.626	Arcilloso	1.3

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por último, se realizó la estimación de la evapotranspiración potencial de las cuencas mediante la metodología de Thornthwaite, y teniendo en cuenta la información de temperatura media de la estación Doña Juana, operada por la CAR, presentados en la Tabla 112.

Tabla 112 – Promedio de Temperatura Media Anual Multianual – Estación Doña Juana

Mes	Temperatura Media (ºC)
Enero	12.5
Febrero	12.8
Marzo	13.0
Abril	13.1
Mayo	12.7
Junio	12.7
Julio	11.6
Agosto	12.0
Septiembre	12.3
Octubre	12.6
Noviembre	13.0
Diciembre	12.6
ANUAL	12.6

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La evapotranspiración potencial se define como la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso que hubiera un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

Para la determinación de este fenómeno se ejecutan usualmente estudios en dos sentidos: elaboración de fórmulas teórico-empíricas (métodos de estimación) y elaboración de aparatos y métodos de medida.

En este caso para el cálculo de este parámetro se utilizó el método de estimación de Thornthwaite, el cual consiste en la correlación de datos de evapotranspiración potencial medida en evapotranspirómetros localizados en hoyas hidrológicas, con datos de temperatura media mensual y longitud del día.

Entonces para un mes de 30 días e insolación diaria de 12 horas, se observa en las siguientes ecuaciones que:

$$E_j = \left(\frac{10t_j}{I}\right)^a * 16$$

En donde:

E_j: Evapotranspiración potencial mensual del mes j, no ajustada (mm).

t_j: Temperatura media mensual del mes j, (°C).

I: Índice de calor

$$a = 0.675 * 10^{-6} I^3 - 0.771 * 10^{-4} I^2 + 1.792 * 10^{-2} I + 0.49$$

Y el índice de calor es igual a:

$$I = \sum_{1}^{12} i_j$$

$$i_j = \left(\frac{t_j}{5}\right)^{1.514}, para\ los\ meses\ de\ enero\ a\ diciembre$$

Los valores obtenidos de E_j deben ser ajustados a la longitud del día y al número de días en el mes. Debido a dicho ajuste, los valores de E_j obtenidos deben ser multiplicados por el factor de corrección el cual depende de la latitud y el mes (Monsalve, 1995). El resultado de la evapotranspiración potencial es el mismo para todas las cuencas en estudio pues no se encontró más información de temperatura media; además la variación de temperatura en las cuencas no es demasiada, pues están en un mismo rango de elevación. En la Tabla 113 se presenta la evapotranspiración potencial.

Tabla 113 – Evapotranspiración Potencial

Mes	Evapotranspiración Potencial Método de Thornthwaite (mm)	Factor de Corrección por Latitud y Horas de Sol al Día	Evapotranspiración Potencial Corregida (mm)
Enero	52.4	1.020	53.5
Febrero	53.9	0.930	50.2
Marzo	54.9	1.030	56.5
Abril	55.9	1.020	57.0
Mayo	53.6	1.060	56.8
Junio	53.7	1.030	55.3
Julio	47.7	1.060	50.6
Agosto	49.7	1.050	52.2
Septiembre	51.6	1.010	52.1
Octubre	53.1	1.030	54.7
Noviembre	55.0	0.990	54.5
Diciembre	53.0	1.020	54.0
ANUAL	634.6		647.4

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.1.7 Caudales Mínimos

De acuerdo con la metodología de caudales medios; la zona de estudio se encuentra localizada en cercanías del alto Magdalena, por lo tanto, el coeficiente es igual a 0.342. Los resultados obtenidos para cada una de las cuencas, de caudales mínimos a nivel mensual se presentan en el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07 / 7_2Hidrosférico.

7.3.2.2.1.8 Curvas de Duración de Caudales Medios Diarios

Con base en los datos de caudales medios diarios, obtenidos del programa computacional HEC-HMS (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_2Hidrosférico), entre los años 1991 y 2020, se preparó la curva de duración de caudales medios diarios para las cuencas hidrográficas en estudio, las cuales se presentan en el ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07 / 7_2Hidrosférico. A manera de ejemplo en la Tabla 114 y en la Figura 136 se presenta la curva de duración de caudales medios diarios de la cuenca del Canal Río Fucha.

Tabla 114 – Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha

Porcentaje del Tiempo en que un Caudal es Igualado o Excedido (%)	Caudal Medio Diario (m³/s)
0%	16.5111
1%	3.8991
2%	3.3065
3%	2.9492
4%	2.7813
5%	2.6171
10%	2.1446
20%	1.6542
30%	1.3351
40%	1.0994
50%	0.9048
60%	0.732
70%	0.5423
80%	0.3354
90%	0.1283
95%	0.1283
100%	0.1283

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

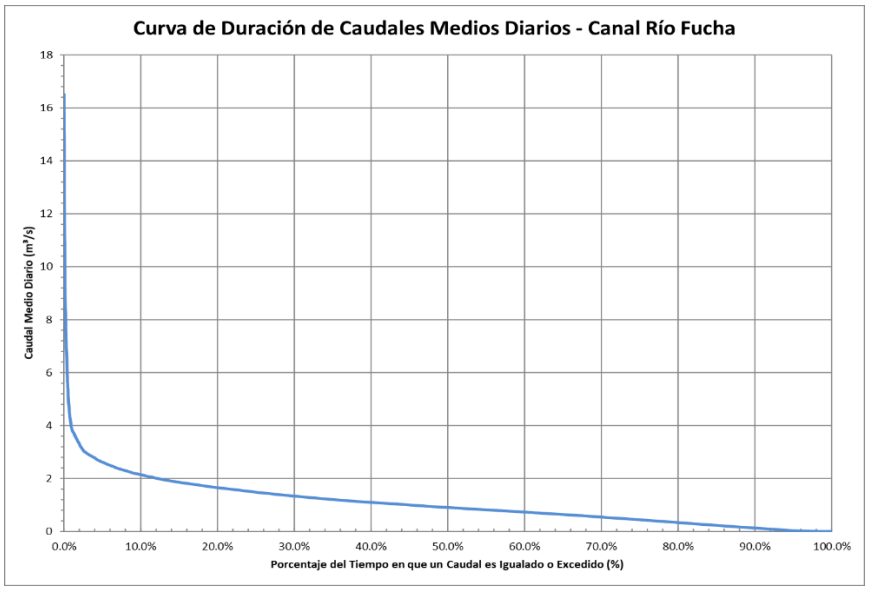


Figura 136 Curva de Duración de Caudales Cuenca del Canal Río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.2.2 Calidad del agua

En el AII de este PMAS (específicamente el AII biótica) se identificó un (1) cuerpo de agua, como es el caso del Rio Fucha que se encuentra a 692 metros del AID (Ver Fotografía 23). Este cuerpo de agua se encuentra distante del área de intervención por el proyecto, por lo tanto, los monitoreos realizados a este cuerpo de agua no es objeto de caracterización en este PMAS.

7.3.2.2.2.1.1 Canal Rio Fucha

La cuenca del rio Fucha, debido a su conformación y longitud, se divide en tres (3) sectores, drenando sus aguas en sentido oriente - occidente:

- Parte alta, la cual corresponde al sector montañoso de los cerros orientales
- Cuenca media, que inicia desde la entrada del Rio Fucha al perímetro urbano de la ciudad hasta la Avenida Boyacá.
- Cuenca baja, la cual comprende desde la Avenida Boyacá hasta su desembocadura al Rio Bogotá.

Los principales afluentes de esta cuenca son los canales: San Blas, Comuneros, Albina, Río Seco, San Francisco; y las quebradas Finca, San José, La Peña, Los Laches, San Cristóbal, San Francisco, Santa Isabel, Honda; también cuenta con ecosistemas asociados como los humedales de Techo, El Burro, La Vaca y Capellanía. El área total de la cuenca Fucha es de 17.536 hectáreas, de las cuales 4.545 hectáreas corresponden a la zona rural (correspondiente a los cerros orientales) y 12.991 hectáreas de zona urbana. Su extensión abarca las localidades de San Cristóbal (4), Antonio Nariño (15), Puente Aranda (16), Los Mártires (14), Kennedy (8), Fontibón (9), Rafael Uribe Uribe (18), Santafé (3) y La Candelaria (17).





Fotografía 23 Canal Río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.3 Hidrogeología

7.3.2.2.3.1 Inventario de Puntos de Agua Subterránea

El inventario de puntos de agua subterránea se realizó con el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y analizar la información básica de puntos existentes en el área aferente del proyecto; los puntos registrados fueron identificados y caracterizados según los parámetros fisicoquímicos y el caudal medido en cada punto.

Esta actividad se llevó a cabo previa investigación del inventario de pozos y aljibes que tiene la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), igualmente, se realizó visita a las Estaciones de Servicio que se encuentran aledañas al área de influencia del proyecto y finalmente se revisaron las perforaciones y piezómetros del concesionario ML1. La información de cada punto fue recopilada en el "Formulario Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea" FUNIAS (IDEAM), donde se describen las principales características físicas e hidrogeológicas de los puntos en funcionamiento e identificados entre el 06 al 22 de octubre del 2021 (ver anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07_VDD_7/2_Hidrosférico).

Los puntos pz-08-0034 y PT-AV68-1, se encontraron sellados, razón por la cual no se registraron datos para su respectivo análisis y no cuentan con el respectivo FUNIAS (IDEAM).

Durante el inventario de puntos de agua se tomaron datos relevantes como, caudal (medido con el método volumétrico) para los puntos que presentaban un flujo de descarga, y los principales parámetros fisicoquímicos (Temperatura (°C), pH, Conductividad Eléctrica (CE, uS/cm), Sólidos Disueltos Totales (SDT, mg/l), Oxígeno Disuelto (OD, %), y Potencial Redox (mV)), para lo cual se empleó un multiparámetro HANNA HI 9829.

Se identificaron en total nueve (9) puntos de agua subterránea en el área de influencia indirecta: un punto corresponde al inventario de la SDA en estado sellado permanente, seis a la estación de servicio TEXACO 40 y dos piezómetros de la empresa ML1. En la Figura 140, se presenta la ubicación de los puntos de agua inventariados.

7.3.2.2.3.1.1 Análisis del Inventario

En la Tabla 115 se presentan los datos de los puntos de agua subterránea identificados cercanos al área de influencia del proyecto.

Tabla 115 –Base de datos de los puntos identificados en el área

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación	Fuente de información y/o operario
		Norte	Este		
PZ-08-0034	Pozo	101918	93892	Sellado	SDA
PT-AV68-1	Piezómetro	101472	94230.5	Sellado	ML1
PT-AV68-2	Piezómetro	101420	94335	Piezómetro	ML1

ID	Tipo de Punto	Coordenadas		Observación	Fuente de información y/o operario
		Norte	Este		
PZ 1_TX40	Piezómetro	101104.546	94586.157	Piezómetro|	EDS TEXACO 40
PZ 2_TX40	Piezómetro	101102.702	94584.307	Piezómetro Contaminado con Combustible	EDS TEXACO 40
PZ 3_TX40	Piezómetro	101113.150	94583.381	Piezómetro Contaminado con Combustible	EDS TEXACO 40
PZ 4_TX40	Piezómetro	101115.301	94581.839	Piezómetro Contaminado con Combustible	EDS TEXACO 40
PZ 5_TX40	Piezómetro	101124.213	94611.749	Piezómetro	EDS TEXACO 40
PZ 6_TX40	Piezómetro	101107.618	94582.148	Piezómetro Contaminado con Combustible	EDS TEXACO 40

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Teniendo en cuenta la Tabla 115 se evidencia que de los nueve (9) puntos de aguas subterráneas se encuentra un (1) pozo sellado, cuatro (4) piezómetros tienen un diámetro de 1” y cuatro (4) piezómetros que se encuentran contaminados con combustible. El 100% de los pozos captan el agua de la Formación Sabana (Qsa2).

En la siguiente figura se evidencia que los 9 puntos identificados en el trazado del área de influencia del proyecto captan la Formación Sabana (Qsa2)



Figura 137 Hidrogeología e Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Análisis del comportamiento del pH

El pH juega un papel importante en muchos procesos químicos y biológicos del agua subterránea (equilibrio carbonatado, procesos redox, etc.); es fácilmente alterable por factores como la temperatura, la cual logra aumentar hasta un 8% el valor real de la muestra (IGME, 2009). Por regla general el pH del agua subterránea se mantiene entre 6.5 y 8, aunque excepcionalmente puede variar entre 3 y 11.

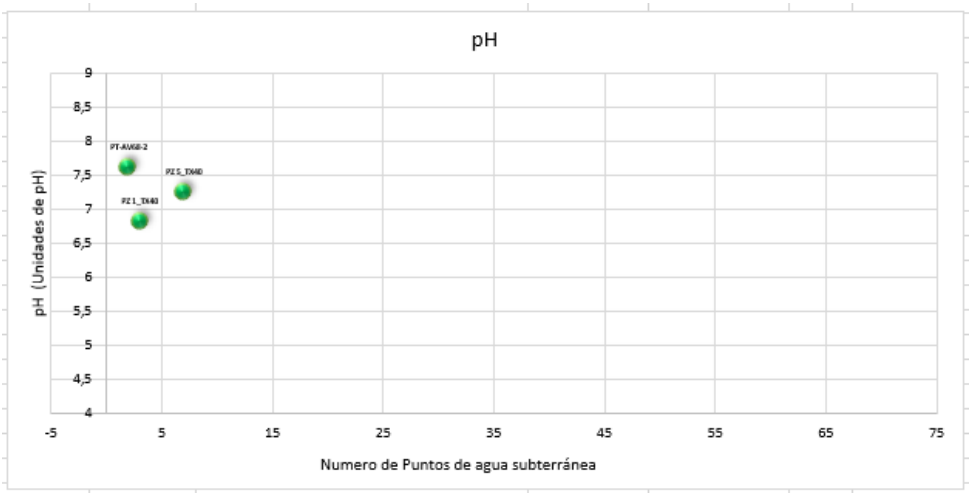


Figura 138 Comportamiento del pH en la zona de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

El pH registrado durante el inventario (Figura 138) presenta valores promedio de 7.23 unidades, lo que indica que en términos generales se trata de agua neutra; el valor máximo es de 7.61 unidades (PT-AV68-2) y el mínimo es de 6.83 unidades (PZ 1_TX40).

- Análisis del comportamiento de la Temperatura

La temperatura del agua subterránea en un punto y momento determinado, representa un estado de equilibrio entre los aportes y las extracciones caloríficas en ese punto; en los acuíferos existe una zona neutra de temperatura constante por encima de la cual la influencia térmica más significativa es la de las variaciones diarias o estacionales de la temperatura ambiente, por debajo de esta zona el factor preponderante es el gradiente geotérmico o variación de la temperatura con la profundidad que se considera normal cuando es de 3°C/100 m.

La distribución espacial de temperaturas en un acuífero depende de la conductividad térmica e hidráulica del medio, de la relación longitud/profundidad de la cuenca, configuración del nivel freático, distribución de la temperatura ambiente respecto a las zonas de recarga y descarga. etc. Por lo que la temperatura del agua subterránea es muy poco variable. Sin embargo, éste es un parámetro importante que puede influir en la solubilidad de determinadas substancias como es el caso de $CaCO_3$.

La temperatura promedio del agua subterránea captada por los piezómetros es de 20.90 °C; el valor máximo fue de 22.57 °C (PZ 1_TX40) mientras que el mínimo fue de 18.27 °C (PT-AV68-2), valores asociados a la temperatura ambiente de la ciudad de Bogotá.

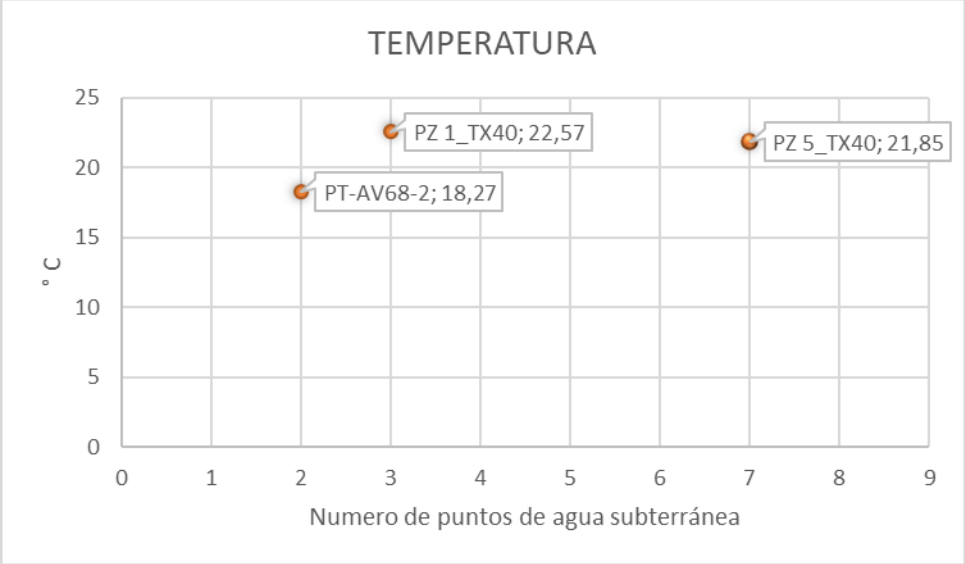


Figura 139 Comportamiento de la temperatura en la zona de estudio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

- Conductividad

Como consecuencia de su contenido iónico, el agua se hace conductora de la electricidad. A medida que la concentración iónica aumenta, aumenta también hasta cierto límite la conductividad (C) o capacidad de un agua para conducir la corriente eléctrica. La unidad de medida de conductividad es el µS/cm (microsiemens/cm) o µΩ/cm (micromho/cm); La variación de temperatura modifica notablemente la conductividad. Para disoluciones diluidas se estima que el aumento de temperatura en 1°C se traduce en un aumento de alrededor del 2% en la conductividad.

Según la clasificación de Espigares (1995), el grado de mineralización de una muestra de agua se puede determinar por el valor de su conductividad eléctrica, tal como se muestra en la Tabla 116.

Tabla 116 –Grado de mineralización del agua según su valor de conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Grado de Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 - 200	Débil
200 - 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua. (1995)

Basados en los valores de conductividad eléctrica del agua subterránea de los piezómetros, muestra que el punto PT-AV68-2 (99 µS/cm) tiene una mineralización muy débil, el piezómetro PZ 1_TX40 tiene una mineralización media (520 µS/cm) y finalmente el punto de la EDS PZ 5_TX40 su mineralización es

importante. El último grado de mineralización está alterado por condiciones antrópicas asociadas al almacenamiento de hidrocarburos.

Considerando el análisis de los parámetros fisicoquímicos *in-situ* y su relación con las unidades geológicas se puede inferir que las aguas captadas por los piezómetros inventariados son aguas subterráneas recientes, dados sus valores de pH y conductividad eléctrica. relacionando las aguas de la zona nororiental del proyecto con aguas de recargas, las cuales se mueven hacia el occidente aumentando su mineralización, sugiriendo una zona de descarga en el Río Bogotá. En la Figura 141 se presenta la ubicación de los puntos visitados que hacen parte del inventario de puntos de agua subterránea.



Figura 140 Inventario de puntos de agua subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.3.1.2 Direcciones de Flujo del Agua Subterránea

Los mapas de isopiezas son la representación de las profundidades del agua subterránea mediante líneas equipotenciales, para definirlas se debe calcular el nivel estático en cota (msnm). En este sentido,

se tiene en cuenta la altura (metros sobre el nivel del mar) de los puntos de agua subterráneas (piezómetros) identificados en el AID.

A partir de la cota, se procede a calcular los niveles estáticos en cota (msnm), para lo cual se hace la diferencia entre la cota del terreno y la profundidad del nivel estático registrado en cada captación subterránea. En la siguiente tabla se presenta los datos empleados para la generación del mapa de direcciones de flujo del agua subterránea.

Tabla 117 – Datos planimétricos y altimétricos de las captaciones subterráneas

Tipo de Punto	ID	Coordenadas		Cota (msnm)	NE (m)	NE (msnm)
		Este	Norte			
Piezómetro	PT-AV68-1	94231	101472	2552.1	1.61	2550
Piezómetro	PT-AV68-2	94335	101420	2552.5	2.84	2550
Piezómetro	PZ 1_TX40	94586	101105	2556.53	2.18	2554
Piezómetro	PZ 2_TX40	94584	101103	2556.53	2.30	2554
Piezómetro	PZ 4_TX40	94582	10 1115	2556.53	2.44	2554
Piezómetro	PZ 5_TX40	94612	101124	2556.53	2.15	2554
Piezómetro	PZ 6_TX40	94582	101108	2556.53	2.60	2554
msnm: metros sobre el nivel del mar; NE (m): Profundidad del nivel estático; NE (msnm) Nivel estático en altura (msnm)						

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Para la generación de los mapas de isopiezas se utilizó el software Surfer Version 11.0.642 de Golden Software, Inc., empleando el interpolador Kriging, el cual es un proceso geoestadístico para generar superficies estimadas a partir de un conjunto de datos georreferenciados, y con valores a interpolar. Este interpolador es un método geoestadístico basado en modelos estadísticos, involucrando la autocorrelación, motivo por el cual no solo se tiene la capacidad de producir superficies de predicción, sino que también proporciona alguna certeza o precisión en las predicciones.

Kriging se fundamenta en la primera ley de la geografía planteada por Tobler, W. R (1970), donde se esboza que “todos los lugares están relacionados, pero los lugares más cercanos están más relacionados que los lugares lejanos” por lo tanto, la distancia o la dirección entre los puntos de una muestra, reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie.

La herramienta de interpolación de kriging ajusta una función matemática a un número específico de puntos o a todos los puntos dentro de un radio especificado, para determinar el valor de salida para cada ubicación.

Basados en los mapas de isopiezas, se observa una dirección de flujo del agua subterránea de oriente a occidente, permitiendo inferir que la principal zona de recarga de los acuíferos en el área se encuentra asociado a los Cerros Orientales y zona de contacto de los Depósitos Cuaternarios. Teniendo en cuenta el comportamiento de las direcciones de flujo del agua subterránea se puede estimar que el Río Bogotá

es la principal zona de descarga de los acuíferos cuaternarios y con la única corriente superficial que presenta una posible interacción directa, las demás corrientes superficiales en la ciudad de Bogotá se encuentran revestidas y canalizadas en concreto lo que anula una posible interacción directa con los acuíferos cuaternarios (ver Tabla 117).



Figura 141 Direcciones de flujo del agua subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.3.2 Análisis Hidrogeoquímico

Con la finalidad de establecer las características hidroquímicas “naturales” de las aguas subterráneas previas al desarrollo de un proyecto de índole antropogénico, se hace uso de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua subterránea recolectadas adecuadamente, con la finalidad de garantizar su representatividad, a las cuales se cuantifica su composición por medio de la determinación de la concentración de diversos constituyentes analizados, fundamentalmente entre 10 a 20 parámetros de los más de 60 constituyentes que puede poseer una muestra de agua (IGME, 1985).

Dichos constituyentes, cuyo análisis en conjunto componen la huella hidroquímica del agua, la conforman en su mayoría por elementos químicos en estado iónico (Custodio & Llamas, 1983), cuya presencia en la matriz hídrica se debe a la capacidad del agua para reaccionar con los componentes orgánicos e inorgánicos de su entorno, particularmente para las aguas subterráneas con la litología de la superficie o del subsuelo, lo que le da al agua sus propiedades características. Adicional a esto, existen otros factores importantes que pueden modificar la huella tales como, el clima, el entorno geológico, la temperatura y presión del medio, la velocidad del agua subterránea, la longitud del recorrido, la interacción con otras fuentes de agua que se cruzan y otras fuentes naturales y factores antropogénicos, entre otras (Avci et al., 2018; López Velandia, 2016b, 2018; Vence Márquez et al., 2012).

Los iones fundamentales, se encuentran conformados por los cationes Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}), Sodio (Na^{+}) y Potasio (K^{+}), así como los aniones bicarbonato (HCO_3^{-}), carbonato (CO_3^{2-}), sulfato (SO_4^{2-}) y cloruro (Cl^{-}), presentes en casi todas las aguas subterráneas y su suma representa casi la totalidad de los iones disueltos, por tanto, sobre estos descasará la mayor parte de los aspectos químicos e hidrogeoquímicos asociados a la huella del agua subterránea (Custodio & Llamas, 1983).

La incorporación de estas sustancias al agua se desarrolla desde los procesos atmosféricos donde se genera una adición al sistema de diversas sustancias tales como Oxígeno (O_2), Dióxido de Carbono (CO_2), aerosoles, polvo y sales diversas presentes en el medio, marcando el primer escalón del enriquecimiento composicional previo a su precipitación e ingreso al medio superficial o subterráneo (IGME, 1985; López Velandia, 2016b; Sánchez San Román, 2012). En una etapa posterior a la precipitación, el agua inicia su proceso de interacción con el suelo, haciendo que esta sufra modificaciones drásticas en su composición como consecuencia de un conjunto de reacciones físico - químicas y biológicas complejas con el medio, a lo largo de su recorrido con la zona no saturada (ZNS) y en menor medida, con la zona saturada (ZS).

Por su paso por la ZNS, con frecuencia el agua adquiere gran parte de sus rasgos geoquímicos al poder disolver silicatos y carbonatos debido a sus características ácidas. Una vez el agua se infiltre en el acuífero, su tiempo de tránsito en el mismo puede ser de días a semanas (flujos locales) a miles de años (flujos regionales) hasta que esta aflore a través de un manantial, río o captación (aljibe o piezómetro), por lo cual la variación composicional de las aguas subterráneas se puede deber a múltiples factores entre los cuales cabe citar: naturaleza y disposición espacial de los materiales con los

que el agua entra en contacto, superficie y duración del contacto, longitud del recorrido, temperatura, presión, existencia de gases, grado de saturación del agua en relación con las distintas substancias incorporables, entre otras (Geyh et al., 2001; López Velandia, 2016b; Vence Márquez et al., 2012)

Entre los posibles procesos geológicos que modifican la calidad del agua se puede señalar la disolución de algunos minerales como carbonatos, evaporitas y silicatos. Como los depósitos evaporíticos (carbonatos, sulfatos y cloruros) son usualmente más solubles que los silicatos, las aguas que los atraviesan tendrán una composición hidroquímica distinta entre ellas, siendo las primeras generalmente más salinas o con mayor concentración de iones disueltos (suponiendo que las aguas tienen el mismo tiempo de recorrido o interacción con los materiales geológicos).

En general, las aguas con menor tiempo de permanencia, predominantemente evolucionan desde una composición aniónica conformada por el ion bicarbonato (i.e. facie bicarbonatada), distintiva en flujos de corto recorrido (local), pasando por facies de tipo sulfatada, típica en flujos de mayor recorrido (intermedio), hasta facies cloruradas, característica en la descarga de flujos de muy largo recorrido (los regionales) (González-Abraham et al., 2012; Tóth, 2000); a esta evolución se le denomina secuencia de Chevotareb (Figura 142).

	Recorrido y tiempo de permanencia en el acuífero				
Aniones predominantes	HCO_3^-	$HCO_3^- \rightarrow SO_4$	$SO4 \rightarrow$	$SO4 \rightarrow Cl^{--}$	Cl^{--}
	Aumento de la salinidad				

Figura 142 Secuencia de Chevotareb para aguas subterráneas

Fuente: Chevotareb (1955) citado por Sánchez San Román (2012)

Respecto de la composición catiónica, la secuencia análoga sería Ca^{2+} → Mg^{2+} → Na^{+}, sin embargo, el tipo de catión depende de la litología con la cual el agua subterránea interactuó, por ejemplo: Ca^{2+}, en carbonatos donde predominan la calcita o plagioclasas cálcicas, ricas en anortita; $Ca^{2+} > Mg^{2+}$, en carbonatos de tipo dolomita y en rocas sedimentarias e ígneas, que contienen minerales con abundante Ca^{2+} y Mg^{2+}, $Mg^{2+} > Ca^{2+}$, fundamentalmente en alumino-silicatos de tipo básico o ultra básico (González-Abraham et al., 2012).

Adicional a la disolución de sales, pueden existir otros procesos modificantes de la composición hidroquímica de las aguas subterráneas, tales como las reacciones de óxido-reducción, el intercambio iónico (que afecta principalmente a los cationes Na^{+}, Ca^{2+} y Mg^{2+} por presencia de minerales arcillosos), así como procesos antrópicos como la ganadería, minería, agricultura, vertimiento de aguas residuales, residuos sólidos y derrames accidentales de hidrocarburos, entre otros, los cuales son también responsables de cambios en la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas y superficiales.

De lo anterior, aunque la composición media del agua subterránea suele considerarse invariable en un acuífero o porción del mismo, no debe olvidarse que las interacciones agua-medio que determinan dicha composición son procesos dinámicos que se desarrollan a ritmo diverso tanto en el espacio como en el tiempo, por lo tanto, el análisis hidrogeoquímico del agua subterránea natural debe contemplarse con la perspectiva de su posible variación espacio-temporal, referida a un lugar y momentos determinados (IGME, 1985; López Velandia, 2016b).

El análisis de las muestras lo realiza el laboratorio AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S., bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, versión 2005 y basados en las metodologías presentadas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22nd edition 2012 y el Código de Regulaciones Federales de la Agencia de Protección Ambiental los Estados Unidos de América U.S. EPA (Environmental Protection Agency), en la Tabla 118 se presenta la metodología usada en cada uno de los parámetros a analizar.

Tabla 118 – Método de análisis para los parámetros solicitados

Parámetro	PNT	Técnica	Límite de Detección/Cuantificación
Mediciones In Situ			
Conductividad Eléctrica *In Situ* Medido MA	SM 2510 B	Electrometría	0,33 μS/cm
Oxígeno Disuelto *In Situ* Medido MA	SM 4500-OG / ASTM D-888-12	Electrometría	0,020 mg/L
pH In Situ Medido MA	SM 4500 H+B	Electrometría	1,0 unidades de pH
Temperatura *In Situ* Medido MA	SM 2550 B	Electrometría	0,20 °C
Parámetros Físico-Químicos			
Aceites y Grasas	SM 5520 C	Espect FTIR	4,0 mg/L
Bicarbonatos	SM 2320 B	Calculado	5,00 mg/L CaCO3
Carbonatos	SM 2320 B Cálculo	Calculado	5,00 mg/L
DBO5	SM 5210 B-C / ASTM 888 Mét C	Electrometría	2,10 mg/L
DQO	SM 5220 D DQO	Espect UV-VIS	10,00 mg/L
Sólidos Totales Disueltos	SM 2540 C	Gravimetría	25,00 mg/L
Sólidos Totales en Suspensión	SM 2540 D 103 – 105 °C	Gravimetría	10,00 mg/L
Aniones			
Cloruros	SM 4110 B Modificado	Cromatog Iónica	0,70 mg/L Cl^-
Fosfatos	SM 4110 B Modificado	Cromatog Iónica	0,100 mg/L
Nitratos	SM 4110 B Modificado	Cromatog Iónica	0,30 mg/L N
Sulfatos	SM 4110 B Modificado	Cromatog Iónica	0,800 mg/L SO4
Metales Totales			
Calcio Total	EPA 200.7	ICP-OES	1,00 mg/L
Hierro Total	EPA 200.7	ICP-OES	0,100 mg/L
Magnesio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	1,00 mg/L
Manganeso Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	0,0500 mg/L
Potasio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	4,00 mg/L
Sodio Total	EPA 200.7 Rev 4.4	ICP-OES	4,00 mg/L

Parámetro	PNT	Técnica	Límite de Detección/Cuantificación
Microbiología			
Coliformes Fecales por NMP	SM 9221 E	NMP	1,84 NMP/100mL
Coliformes Totales por NMP	SM 9221 B Modificado	Tubos Múltiples	1,88 NMP/100mL
Escherichia coli	SM 9221 F Modificado	Tubos Múltiples	1,90 NMP/100mL
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales	SM 5520 C, F	Espect FTIR	4,000000 mg/L

Fuente: AGQLabs, 2021

7.3.2.2.3.2.1 Selección de Puntos de Muestreo

Los puntos de muestreo se seleccionaron a partir del inventario realizado para la Actualización del EIAS de pozos, aljibes y piezómetros, de los cuales se identificaron 9 en el área de influencia del proyecto de la construcción de los puentes de la AV 68 con primero de mayo, para esta selección se tuvo en cuenta las máximas profundidades a ser intervenidas, y que sirven de objeto de estudio en este PMAS, para lo cual se estableció su condición actual y representatividad de los acuíferos tanto en el área de influencia directa como en el área de influencia indirecta.

De los puntos inventariados para la línea base de la Actualización del EIAS, se encontró que el punto el punto PT-AV68-2 cuenta con caracterización de agua, información que nos sirve para el análisis del estado actual de estos cuerpos de agua subterránea de la zona del presente PMAS.

Este punto se encuentra ubicado sobre el separador central de la avenida 68 debajo del puente existente de la avenida primero de mayo, el cual se muestra en la Tabla 119, en la cual, presenta la georreferenciación, fecha y hora de la toma de muestra del punto muestreado.

Tabla 119 – Coordenadas proyectadas de los puntos de muestreo

ID*	Coordenadas Geográficas (Decimales)		Coordenadas Planas (Cartesianas origen Bogotá)		Fecha de Toma (dd-mm-aa)	Hora de Toma	FOTO
	Latitud	Longitud	Este	Norte			
PT-AV68-2	04.60904°	74.12885°	94335.0	101420.0	9-12-21	15:40	
*Identificación teniendo en cuenta los nombres dados a las perforaciones en los estudios de la Primera línea del Metro de Bogotá.							

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Figura 143 Localización puntos de muestreo de aguas subterránea en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.2.3.2.1.1 Muestreo de agua subterránea

El 9 de diciembre de 2021 (fecha que corresponde a una época de exceso hídrico para la cuenca del Río Bogotá según los datos históricos), el laboratorio AGQ Prodycon Colombia S.A. (AGQLabs) realizó la toma y análisis de laboratorio de las muestras en el área de estudio, el cual cuenta con resolución de acreditación 0744 del 2020 dada por el IDEAM para análisis ambientales de aguas, suelos, sedimentos y lodos.

- Purga del punto de monitoreo de Agua Subterránea

Con el fin de garantizar que las muestras d tomada en el punto PT-AV68-2 de agua subterránea fueran representativas del agua almacenada en el acuífero, se procedió a retirar tres cuartas (3/4) partes del volumen almacenado en cada uno de los piezómetros y aljibes, haciendo un seguimiento de los parámetros in situ (pH, Conductividad y Temperatura) hasta lograr su estabilización, situación que se

validó mediante la toma de estos parámetros en intervalos de dos minutos según lo recomendado por (IDEAM & INVEMAR, 2017). Posteriormente, se esperó a una recuperación mínimo del 90% del descenso generado para proceder a la toma de muestras. Los datos registrados durante la purga se presentan en la Tabla 120.

Tabla 120 – Parámetros in situ durante la purga

ID	Diam (Pul)	Prof (m)	NE (m)	V.A (m^3)	V.R (m^3)	ND (m)	pH Unidades			CE µS/cm			T °C			NE Muestra (m)	Rec (%)
PT-AV68-2	2	50	2.84	0.095	0.09	28.45	7.61	7.61	7.61	99	92	93	18.3	18.3	18.8	2.81	101.1

Diam: Diámetro; Prof: Profundidad; NE: Nivel Estático; V.A: Volumen Almacenado; V.R: Volumen Retirado; ND: Nivel Dinámico: CE: Conductividad Eléctrica; T: Temperatura; Rec: Recuperación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Se aclara que no se realizó purga en los puntos AJ-12-0015 y PZ-14-0003 toda vez que, al tener uso diario, no se requiere, el agua almacenada dentro de estas captaciones es recirculada a diario y por ende representativa de la unidad hidrogeológica captada.

7.3.2.2.3.2.2 Condiciones Hidrometeorológicas

El área de estudio, se encuentra enmarcada en la ciudad de Bogotá en la unidad fisiográfica planta que comprende el altiplano de la sabana de Bogotá localizados por debajo de la cota de 2600 m.s.n.m. (Bernal et al., 2007). Teniendo en cuenta las series de estaciones meteorológicas localizadas próximas al área de estudio y con períodos superiores a los 10 años para garantizar la confiabilidad de la información, se seleccionó la estación Apto el Dorado (Tabla 121 –), para el análisis climatológico.

Tabla 121 – Estación meteorológica representativa próxima al área de estudio

No	Estación	Latitud	Longitud	CAT.	Elevación	Código	Entidad
1	APTO EL DORADO	04°42'20,4"N	74°09'24,0"W	CP	2547	2520579	IDEAM

Fuente: Bernal et al. (2007).

- Temperatura

La temperatura media presenta valores con poca variación durante el año. La media anual oscila entre 12 y 15°C para el área urbana de la ciudad, con elevaciones entre 2500 y 2800 m.s.n.m. Acorde a los datos de la estación Apto El Dorado (Figura 144), la temperatura media mensual interanual es de 13,5 ± 0,3 °C, lo cual da lugar a una zona isotermal donde la temperatura media no presenta grandes variaciones a través del año. Adicionalmente se presenta una temperatura máxima absoluta de 24,9 °C (mes de enero) y temperatura mínima absoluta de -6,4 °C (febrero).

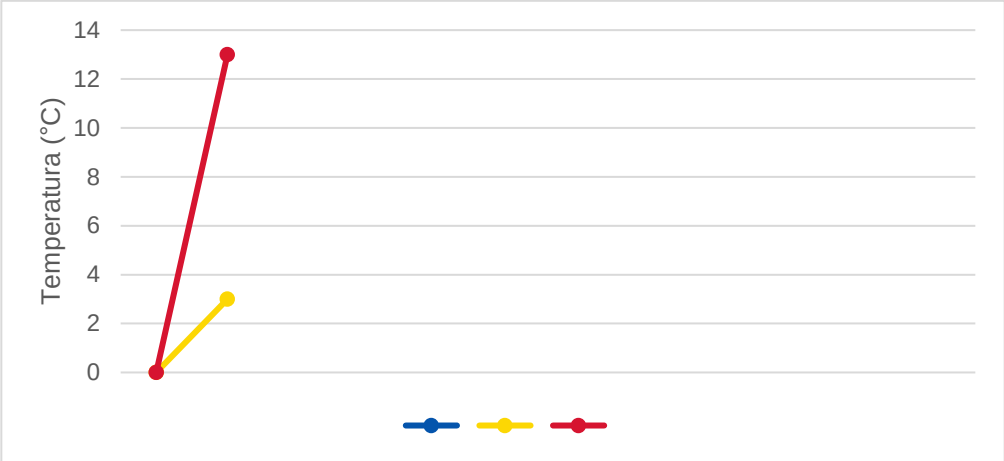


Figura 144 Comportamiento Mensual de la Temperatura (°C)

Fuente: Bernal et al. (2007).

Acorde a Bernal et al. (2007), “la temperatura media máxima, presenta los valores más altos en el primer trimestre del año; y los más bajos entre el tercer trimestre del año, debido a la influencia de los vientos alisios, particularmente, cuando aumentan su frecuencia y velocidad, incidiendo en la disminución de la temperatura y ofreciendo una sensación térmica baja”.

- Precipitación

La distribución de la precipitación media mensual en la zona es de carácter bimodal, influenciada por la ZICT la cual provocando dos periodos de baja precipitación: entre junio y septiembre, y entre diciembre y marzo, y dos periodos lluviosos: el primero, entre abril y mayo, cuando la ZICT se desplaza hacia el norte y el segundo entre octubre y noviembre, cuando la ZITC regresa a su posición norte más extrema; este segundo periodo lluvioso es el más fuerte (Eslava R., 1993; López Velandia, 2016a).

Acorde a los datos de la estación (Apto El Dorado) Figura 145, en el año precipitaron 818 mm, con una precipitación media mensual interanual de 68 ± 28 mm. Adicionalmente se presenta en el mes de enero la menor precipitación media (32 mm) y en el mes de octubre la mayor precipitación media (116 mm).

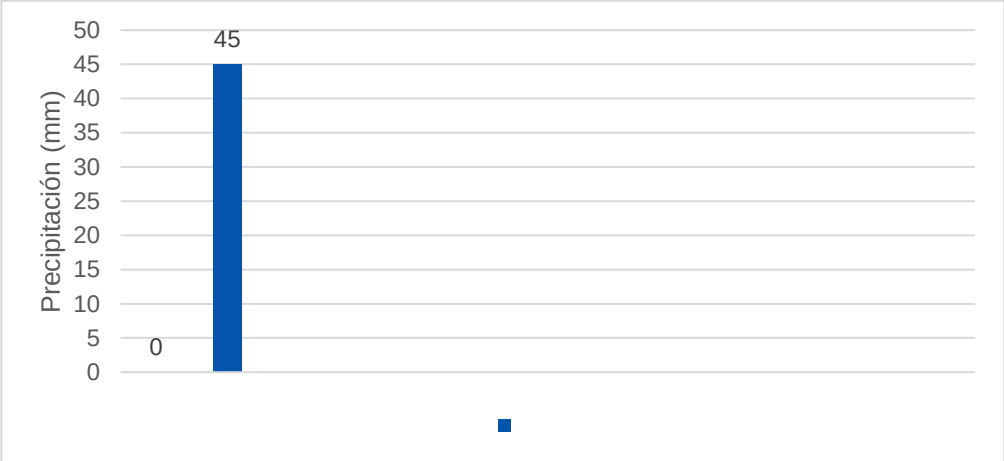


Figura 145 Comportamiento Mensual de la Precipitación (mm)

Fuente: Bernal et al. (2007).

- Evaporación

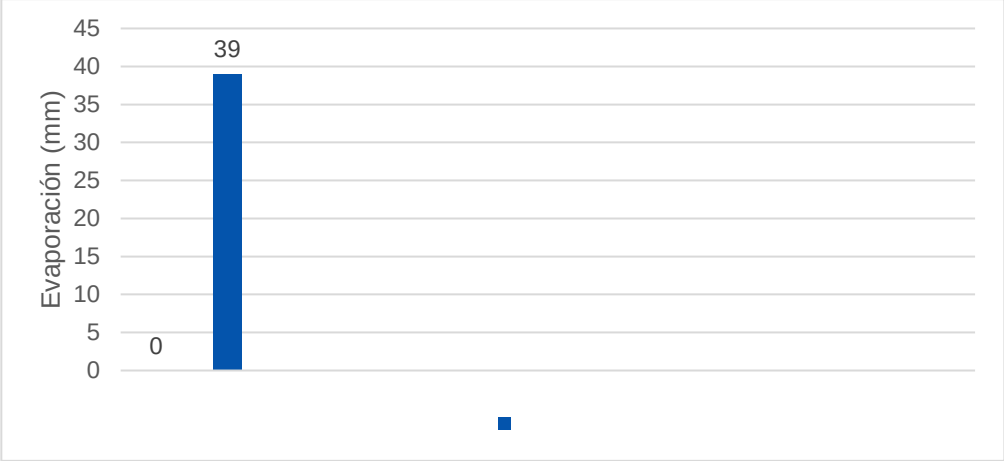


Figura 146 Comportamiento Mensual de la Evaporación (mm)

Fuente: Bernal et al. (2007)

Acorde a los datos de la estación Apto El Dorado (Figura 146), en el año se evaporan 1065 mm, con una evaporación media mensual interanual de 89 ± 7 mm. Adicionalmente se presenta en el mes de abril la menor evaporación media (79 mm) y en el mes de enero la mayor evaporación media (102 mm). La evaporación presenta los valores más altos en los meses de enero, febrero y marzo, en concordancia con los máximos de la radiación solar y en relación inversa con la precipitación y la humedad relativa. Los meses de menor evaporación son: abril, mayo, octubre y noviembre, considerados meses lluviosos y por lo tanto, de menor radiación solar (Bernal et al., 2007).

7.3.2.2.3.2.3 Resultados Obtenidos

7.3.2.2.3.2.3.1 Base de Datos Fisicoquímica y Microbiológica

Con la finalidad de caracterizar las propiedades hidroquímicas del agua subterránea obtenida, en aras de interpretar y caracterizar su origen y potencia evolución dadas las interacciones agua-roca (Edmunds & Smedley, 2000), se hizo uso de los resultados de laboratorio asociados a las variables fisicoquímicas y microbiológicas.

Para realizar un adecuado análisis de la data, los valores censurados que han sido reportados como "menores que" al límite de detección o cuantificación, fueron remplazados por valores no calificados iguales a cero, acorde a lo establecido por el laboratorio AGQLabs, adicionalmente, los valores mayores que el límite de cuantificación fueron remplazados por valores 1,7 veces el límite mayor de detección (Güler et al., 2002; Sanford et al., 1993).

7.3.2.2.3.2.3.2 Validación de Resultados

Para validar los resultados obtenidos por el laboratorio, se realizó el balance iónico tradicional (%CBE, por sus siglas en inglés: percent charge-balance error) el cual se basa en la diferencia entre las cargas totales positivas y las cargas totales negativas expresado en unidades de porcentaje (Fritz, 1994; Murray & Wade, 1996). La ecuación (1) de acuerdo a Freeze & Cherry (1979) es definida como:

$$\%CBE = \left| \frac{\sum z \cdot m_c - \sum z \cdot m_a}{(\sum z \cdot m_c + \sum z \cdot m_a)} \cdot 100\% \right| \quad (1)$$

En esta ecuación, z es el valor absoluto de la carga del ion; m_c y m_a son las concentraciones en meq-g/L de las especies catiónicas y aniónicas respectivamente. El criterio que ha sido usado para la aceptación de los datos analíticos es de ± 10%, producto de la utilización de diversas técnicas para la determinación de los numerosos parámetros analizados, las cuales traen consigo un aumento en la incertidumbre del análisis y en la precisión de los datos obtenidos en el mismo, así como por los valores medios de la conductividad eléctrica, acorde a lo establecido por Custodio & Llamas (1983) (Tabla 122).

Tabla 122 – Error admisible para análisis de muestras de agua

ECw (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000
%CBE (%)	30	10	8	4	4

Fuente: Custodio & Llamas (1983)

De la aplicación del %CBE, se encuentra que el 85,7% de las muestras presentan errores menores al 10%, adicionalmente las dos muestras restantes (PT-AV68-2) se encuentra por debajo del error admisible establecido por Custodio & Llamas (1983) teniendo en cuenta la conductividad eléctrica de cada muestra analizada (Tabla 123), por lo anterior, la totalidad de las muestras serán tenidas en cuenta para el análisis hidrogeoquímico correspondiente al área de estudio.

Tabla 123 – Balance iónico para los datos fisicoquímicos obtenidos de los puntos de muestreo

Punto de Muestreo	ECw	%CBE
PT-AV68-2	107	-10,08%

Teniendo en cuenta la validez de los datos, se realizó un análisis exploratorio de los datos obteniendo los siguientes resultados (Tabla 124):

Tabla 124 – Análisis exploratorio de las muestras de agua subterránea tomadas en el área de estudio

Var.	n	$\bar{x}$	SD	*skew*	Var.	n	$\bar{x}$	SD	*skew*
pH	14	7,36	1,05	1,19	$N\text{-}NO_3^-$	14	0,27	0,79	2,64
T	14	19,76	1,15	0,23	$P\text{-}PO_4^{3-}$	14	0,36	0,79	1,78
ECw	14	502,79	422,94	1,03	Na^+	14	40,7	40,46	0,41
OD	14	3,32	1,39	-1,21	K^+	14	15,16	33,85	2,82
SDT	14	251,36	245,87	0,84	Ca^{2+}	14	29,89	24,94	1,17
SST	14	3695,43	9231,7	2,51	Mg^{2+}	14	8,73	15,72	2,36
DBO_5	14	25,57	47,81	2,66	Fe	14	52,86	126,82	2,7
DQO	14	251,21	327,83	1,31	Mn	14	0,42	0,57	1,58
HCO_3^-	14	206,9	218,55	0,87	Col.F	14	872,34	1586,98	1,91
CO_3^{2-}	14	8	29,93	2,98	Col.T	14	63988,57	127355,76	2,22
SO_4^{2-}	14	8,3	12,7	1,5	E. Coli	14	222,86	442,68	1,93
Cl^-	14	23,45	21,2	0,94	HC	14	2,6	3,61	1,12

Var.: variable; n: número de muestras; $\bar{x}$: media; SD: desviación estándar; Skew: coeficiente de asimetría; pH: potencial de hidrógeno; T: temperatura; ECw: conductividad eléctrica; OD: oxígeno disuelto; SDT: sólidos totales disueltos; SST: solidos suspendidos totales; DBO_5: Demanda biológica de oxígeno de 5 días; DQO: demanda química de oxígeno; HCO_3^-: bicarbonatos; CO_3^{2-}: carbonatos; Cl^-: cloruro; SO_4^{2-}: sulfato; $N\text{-}NO_3^-$: Nitratos; $P\text{-}PO4^{3-}$; Fosfatos; Na^+: sodio; K^+: potasio; Ca^{2+}: calcio; Mg^{2+}: magnesio; Fe: hierro total; Mn: manganeso total; Col.F: coliformes fecales; Col.T: coliformes totales; E.Coli: Escherichia coli; HC: Hidrocarburos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Los parámetros analizados (Figura 147) presentan distribuciones asimétricas a la derecha (Coeficiente de asimetría de Fisher: $\gamma 1 > 0$), a excepción del OD ($\gamma 1 < 0$).

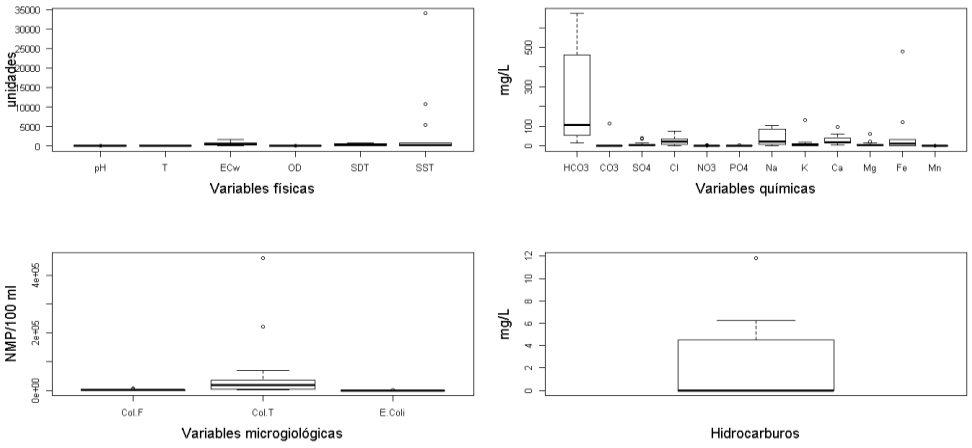


Figura 147 Boxplot de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas de los puntos de muestreo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.2.3.3 Comparación Normatividad Del Agua

Al comparar la base de datos hidroquímica y microbiológica con los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico para uso agrícola (Decreto 1594 de 1984, Artículos 40) y para consumo humano (Resolución 2115 de 2007, Artículos 3, 4, 6, 7 y 11) ver Tabla 125, así como con el índice de riesgo de calidad del agua - IRCA (Tabla 126). Se puede deducir que el agua extraída del área de estudio no debería ser utilizada directamente para agua de riego al sobrepasar los criterios admisibles fisicoquímicos.

Tabla 125 – Comparación de la base de datos con la Resolución 2115/07.

Variable	PT-AV68-2
ECw (µS/cm)	107
OD (mg/L)	4,020
pH (Uniddaes de pH)	8,1
T (°C)	18,7
Aceites y Grasas (mg/L)	9,6
Acidez Total (mg/L)	7,39
Balance iónico (%)	9,93
HCO_3^- (mg/L)	51,7
Carbonatos (mg/L)	< 5,00
DBO_5 (mg/L)	47,1
DQO (mg/L)	221
SDT (mg/L)	51,0
SST (mg/L)	13
Cl^- (mg/L)	6,1
PO_4^{3-} (mg/L)	<0,100
NO_3^- (mg/L)	< 0,30
SO_4^{2-} (mg/L)	2,97
Ca^{2+} (mg/L)	17,7
Fe (mg/L)	0,406
Mg^{2+} (mg/L)	< 1,00
Mn (mg/L)	< 0,0500
K^+ (mg/L)	< 4,00
Na^+ (mg/L)	< 4,00
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	4,90E+02
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	3,50E+03
E. Coli NMP/100 mL)	68
Hidrocarburos (mg/L)	4,53

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Así mismo, las aguas extraídas no se recomiendan para consumo humano directo, al sobrepasar los criterios admisibles), hierro. Coliformes Fecales e hidrocarburos, lo cual se refleja en un IRCA por muestra mayor al 80,0% lo que implica que el nivel de riesgo es "inviable sanitariamente" Lo anterior implica que el agua extraída de la muestra no es apta para consumo humano (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Tabla 126 – Comparación de la base de datos con el IRCA para la destinación del recurso hídrico

Punto De Muestreo	IRCA	Nivel de Riesgo	Observación
PT-AV68-2	81,4%	Inviable sanitariamente	Agua no apta para consumo humano con presencia de hidrocarburos

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, *2021*

7.3.2.2.3.3.1.1 Conclusiones de los resultados del Monitoreo

Para validar los resultados obtenidos por el laboratorio mediante el balance iónico tradicional, se obtuvo que la totalidad de las muestras se encuentran por debajo del error admisible establecido por Custodio & Llamas (1983) teniendo en cuenta la conductividad eléctrica de cada muestra analizada ($\overline{|\%CBE|}$ = 0,6 ± 8,7 %).

Al comparar la base de datos fisicoquímica y microbiológica con los criterios de calidad admisibles para consumo humano (Resolución 2115 de 2007, Artículos 3, 4, 6, 7 y 11) se establece que el agua extraída de los puntos de muestreo no debería ser utilizada directamente para consumo humano al sobrepasar los criterios admisibles fisicoquímicos y microbiológicos, lo cual se evidencia en IRCA's ≥ 32,4%. Adicionalmente, en el punto PT-AV68-2, dada la presencia de hidrocarburos, aceites y grasas, Escherichia coli y Coliformes Totales, resulta impotable y de necesario análisis.

Teniendo en cuenta el origen de los elementos fisicoquímicos y microbiológicos que superan los límites permisibles de calidad del agua establecidos en la Resolución 2115 de 2007, se puede determinar que los parámetros pH, fosfatos, hidrocarburos, coliformes totales y escherichia coli son generados por procesos antrópicos como desagües y fugas en tuberías sanitarias, proceso industriales y actividades de almacenamiento y distribución de hidrocarburos, los cuales pueden generar incrementos de estos en el agua subterránea, mientras que el aumento de las concentraciones de conectividad eléctrica, el calcio hierro y manganeso se presenta por procesos naturales de disolución de roca, intercambios catiónicos asociados a la dinámica del agua en la naturaleza.

7.3.2.2.3.4 Zonas De Recarga De Los Acuíferos

La recarga se define como el proceso por el cual se incorpora agua a un acuífero procedente del exterior que lo limita; el agua de recarga puede provenir de la infiltración de la lluvia, del agua superficial o por transferencia desde otro acuífero (Custodio, 1983). Otros autores (Freeze y Cherry, 1979) definen este fenómeno como un proceso por el cual el exceso de infiltración sobre la evaporación drena desde la

zona radicular y continúa circulando en dirección descendente a través de la zona no saturada hasta la capa freática.

Según el balance de aguas de una cuenca, la recarga del agua lluvia es igual a la infiltración, menos la evaporación y menos la escorrentía superficial; se mide como una tasa (altura, tiempo o un caudal) (UNESCO, 1998). Este proceso ocurre de manera natural cuando el agua lluvia se infiltra hacia el acuífero a través del suelo con alta capacidad de infiltración o la roca es suficientemente permeable; la zona en donde ocurre este proceso se define como el área o zona de recarga (Mateus, 2007).

La infiltración es el volumen de agua que procedente de las precipitaciones, en un determinado tiempo, atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo o de las formaciones geológicas subyacentes, este volumen es lo que se considera infiltración eficaz, recarga natural o recarga profunda, no toda la infiltración alcanza la zona saturada (Custodio, 1983).

La recarga natural tiene el límite de la capacidad de almacenamiento del acuífero de forma que en un determinado momento el agua que llega al acuífero no puede ser ya almacenada y pasa a otra área, superficie terrestre, rio, lago, o incluso a otro acuífero; lo cual conforma la descarga natural de los acuíferos y en los sitios donde se da este proceso se denominan las zonas de descarga natural; la capacidad de almacenamiento de un acuífero dependerá del espesor y profundidad, esto se refiere a la geometría de los acuíferos solos, en conjunto o interconectados, Faustino J. (2006) citado por Matus (Matus, 2007).

7.3.2.2.3.4.1 Delimitación De Las Zonas De Recarga Potencial

La zona en donde ocurre el proceso de infiltración de agua hacia el acuífero, que presenta un suelo con alta capacidad de infiltración o roca suficientemente permeable se define como el área o zona de recarga.

Los métodos aplicados para la zonificación de las zonas de recarga se basan en la evaluación del potencial del terreno para permitir la infiltración del agua lluvia, analizando variables como la topografía, geología, suelos, uso del suelo y factores climáticos. La definición del tipo y cantidad de variables depende en gran medida de la escala del estudio y del objeto específico de esta zonificación; en general las zonas de recarga se presentan categorizadas como altas, medias o bajas.

Para determinar las zonas de recarga del área de estudio se utilizó la metodología desarrollada por Silva (2007), la cual clasifica el grado de capacidad de infiltración de un terreno con base en su potencial para funcionar como zona de recarga.

Esta metodología utiliza como variables el tipo de suelo, la cobertura vegetal, la unidad geológica, la pendiente del terreno y el uso del suelo. Cada una de estas variables es discretizada en cinco rangos.

Para cada rango, dependiendo de su potencial para contribuir a la recarga se le asigna un valor de 0,75 a 5, siendo 5 el potencial “muy alto” y 0,75 “muy bajo”, como se presenta en la Tabla 127.

Tabla 127 – Valoración del potencial de recarga

Potencial de Recarga	Valor Resultante	
Muy alta	4,1 – 5,0	
Alta	3,5 – 4,09	
Moderada	2,6 – 3,49	
Baja	2,0 – 2,59	
Muy baja	0,75 -1,99	

Fuente: Matus, 2007

La suma de todos estos factores, cada uno con un peso diferente, determina el valor del potencial de recarga, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$ZR = (0.27 * Pendiente) + (0.23 * Tipo\ de\ suelo) + (0.12 * Tipo\ de\ roca) + (0.25 * cobertura\ vegetal) + (0.13 * uso\ de\ suelo)$$

Una vez discretizada y ponderada cada variable, utilizando algebra de mapas de ARGIS, se obtuvo la delimitación de las zonas de recarga potencial. A continuación, se describen los valores asignados a cada variable en la metodología de Matus (2007) así como también y valores asignados según las características de la zona:

- Pendientes

La pendiente se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Su valor se expresa en grados o en porcentaje (SGC, 2013). Provee información acerca de del tipo de material que conforma la unidad geomorfológica, así los valores de escorrentía de un área están fuertemente asociados al valor de la pendiente que presenta el área, por lo que suelos con relieves más planos no favorecen la escorrentía del agua y permiten un mayor tiempo de contacto del agua con el suelo favoreciendo la infiltración, mientras que suelos de altas pendientes aumentan la velocidad de la escorrentía, considerándose criticas estas áreas por el grado de degradación que pueden causar y la alteración de las condiciones de recarga.

Geomorfológicamente en el área predominan las pendientes Moderadamente inclinadas, abarcando el 61,70 % del área, seguidas de las pendientes ligeramente inclinadas las cuales cubren un 18,90% del área; los menores porcentajes corresponden a zonas Fuertemente inclinadas con 2,97% y a zonas planas con un porcentaje del 5,58%. El mapa de pendientes es una variable cuantitativa y continua, derivada del modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 12,5 m. Los rangos de pendientes

que se emplean en esta variable corresponden a los rangos de inclinación de laderas relacionados en la Tabla 128.

Tabla 128 – Rango de pendientes presente en el área de estudio

Pendiente (%)	Descripción	Potencial De Recarga	Ponderación
0-8	Casi a nivel o ligeramente inclinada	Muy alta	5

Fuente: Ingeniería Correa Correa SAS 2021

- Suelos

El suelo es el producto de la alteración de un material originario, sea este orgánico o mineral. Su formación y desarrollo depende de la acción conjunta, que ejercen sobre dichos materiales el clima, los organismos y la topografía, a través del tiempo.

Como resultado de la interacción de los factores pedogenéticos, ocurren procesos de pérdidas, adiciones, transformaciones y translocaciones, los que se encargan de producir la diferenciación de horizontes y determinar el grado de evolución de los suelos.

La descripción de las unidades de suelos que se presenta a continuación corresponde a los reportados por el IGAC en su “Mapas de Suelos del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Cundinamarca” donde se describen las diferentes texturas que presentan cada uno; es importante aclarar que la cartografía fue actualizada después de hacer una reinterpretación utilizando imágenes de satélite de alta resolución con el fin de simular las características actuales del área de estudio. En la Tabla 129 se describen las principales características que forman parte de los suelos presentes en el área de influencia.

Tabla 129 – Tipo de suelos presentes en el área de estudio

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELO Y COMPONENTES	SÍMBOLO UNIDAD	CLASE TEXTURAL	PONDERACIÓN
Asociación: Aeric Epiaquents; Fluvaquentic Endoaquepts	RMOa	Franco arcillosa y arenosa	1
Zona urbana	ZU	-	0

Fuente: Ingeniería Correa Correa SAS 2021

- Tipo de Roca

Las ponderaciones son asignadas con base en las características del material geológico en función de su permeabilidad; así, rocas ígneas o metamórficas no fracturadas o con fracturas cerradas poseen una baja permeabilidad, al igual que los materiales finogranulares arcillo-limosos; por otro lado, las arenas gruesas y gravas que poseen poros de gran tamaño, a través de los cuales circula el agua con gran facilidad considerándose adecuados para la recarga de los acuíferos.

Localmente, el área de estudio se encuentra cubierta por la formación Sabana (Qsa2), conformada por Arcillas, arcillas orgánicas, turba/lignito, arcillas arenosas y arenas arcillosas, así como también por la Formación Chía (Qch1/Qch2), conformada por Arcillas de inundación, limos fluviales y arcillas con materia orgánica lacustres (SGC, 208). La ponderación asignada para este parámetro a la zona de estudio se muestra en la Tabla 130.

Tabla 130 – Principales características del tipo de roca presente en el área de estudio

UNIDAD GEOLÓGICA	LITOLOGÍA	POTENCIAL DE RECARGA	PONDERACIÓN
Formación Chía (Qch1/Qch2)	Arcillas de inundación, limos fluviales y arcillas con materia orgánica lacustres.	Medio	3
Fm. Sabana (Qsa2)	Arcillas, arcillas orgánicas, turba/lignito, arcillas arenosas y arenas arcillosas.	Medio	3

Fuente: Ingeniería Correa Correa SAS 2021

- Cobertura vegetal y uso de suelo

La cobertura vegetal disminuye la escorrentía superficial, permitiendo mayor contacto del agua con la superficie, disminuyendo la velocidad de escorrentía, la erosión, el impacto de la gota de lluvia y la resequedad producto de los rayos del sol, contribuyendo a conservar las características del suelo que favorecen la recarga hídrica.

Las superficies desnudas, hacen que el suelo este expuesto al impacto directo de las gotas de lluvia, lo que puede dar lugar a una compactación del mismo, en cambio cuando el suelo está cubierto por vegetación las plantas protegen de la compactación por impacto de la lluvia, retardándose además el recorrido superficial del agua, que está así más tiempo expuesta a su posible infiltración, mientras que por su parte, las raíces de los vegetales abren conductos en el suelo que facilitan la penetración del agua.

El presente ítem se desarrolló tomando como base la información reportada por el IGAC en el “Mapas de Capacidad de Uso de las Tierras del Territorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento:

Cundinamarca" el cual fue modificado con información adquirida de imágenes de satélite gratuitas (Satélite Bing) de alta resolución que muestran las características actuales del área de estudio; la información secundaria muestra que el uso actual del suelo corresponde en su totalidad a tejido urbano continuo. Con relación a la cobertura vegetal corresponde a zonas urbanas.

Teniendo en cuenta la información descrita anteriormente, se realizó una zonificación de recarga para el trazado del proyecto del presente PMAS. Lo cual se evidencia que la zona del proyecto se encuentra intervenida por obras viales y de urbanización la mayoría de esta área se encuentra endurecida, lo cual hace que la zonificación de este punto de recarga sea muy baja o nula.

7.3.2.2.3.5 Unidades Hidrogeológicas

A partir de la actualización de la geología y para la actualización del modelo hidrogeológico conceptual y numérico, se hace la clasificación de las unidades hidrogeológicas en el área de influencia.

7.3.2.2.3.5.1 Definición De Unidades Hidrogeológicas y Potencial Acuífero

Por lo general, los resultados arrojados de las investigaciones de estudios hidrogeológicos son recopiladas y representadas mediante el modelo conceptual, el cual debe integrar un modelo geológico, un modelo hidrológico, un modelo hidráulico y un modelo hidrogeoquímico. El modelo conceptual se convierte en la base del modelo hidrogeológico numérico.

La definición de unidades hidrogeológicas se basa en la geología, las propiedades hidráulicas y otras condiciones del entorno, en este sentido la Asociación Internacional de Hidrogeología desarrolló una guía (IAH, 1995) para la clasificación de las unidades hidrogeológicas en la cual establece la siguiente clasificación:

A. Rocas y sedimentos con flujo esencialmente intergranular.

   A.1. Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.

   A.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.

B. Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas, incluidos los acuíferos kársticos.

   B.1. Acuíferos altamente productivos, sistemas de acuíferos continuos.

   B.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.

C. Rocas y sedimentos con limitado recurso de agua subterránea o estratos esencialmente sin recursos de agua subterránea.

   C.1. Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales.

   C.2. Estratos o rocas sin recurso de agua subterránea (acuicludos).

Adicionalmente para la (IAH, 1995) ha definido las unidades hidrogeológicas bajo varios criterios, donde cabe resaltar la basada en los valores de conductividad hidráulica, definiendo: un acuífero de importancia hidrogeológica con una relativa alta permeabilidad y productividad a unidades con valores de conductividad hidráulica mayores a 1.0E-06 m/s. Acuíferos o acuitardos de baja productividad a los que presenten una conductividad entre 1.0E-06 m/s a 1.0E-9 m/s y clasifica las unidades con conductividades hidráulicas menores a 1.0E-9 m/s como de muy baja a nula productividad.

La definición de las unidades hidrogeológicas para el área de influencia se basa en el análisis geológico y estructural de las unidades presentes, como también en la evaluación de los resultados del inventario de puntos de agua subterránea, las correlaciones geológicas, la hidrología y en los resultados hidrogeoquímicos.

Siguiendo los lineamientos planteados por la Asociación Internacional de Hidrogeología (IAH, 1995) las unidades hidrogeológicas del área del proyecto se clasifican de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (primaria o intergranular y secundaria o por fracturas), y a su potencialidad acuífera (según su capacidad específica).

Para el área de influencia se definen dos (2) unidades hidrogeológicas:

- A.1. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales.
- C.1. Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea, sistemas locales.

En la Tabla 131 se presenta la clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas.

Tabla 131 – Clasificación de las unidades hidrogeológicas y sus principales características litológicas e hidráulicas

9		Unidad Estratigrafía	Litología	K (m/d)	S
A. Rocas y sedimentos con flujo esencialmente intergranular					
A.1.	Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.	Formación Sabana (Qsa2)	Acuífero multicapa regional conformado por arcillas, intercalaciones mientras de arcillas arenosas y arenas arcillosas. Desarrolla un espesor de 320 m. rendimiento de 0.1 a 5 lps.	1.0 a 4.0	1.00E-04
C. Rocas y sedimentos con limitado recurso de agua subterránea o estratos esencialmente sin recursos de agua subterránea					
C.1.	Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales.	Formación Sabana (Qsa1)	Acuitardo conformado principalmente por arcillas y limos. Espesor hasta de 320 m y porosidad primaria.	1.0E-04 a 1.0E-06	1.00E-05
		Formación Chía (Qch1, Qch2)	Acuitardo con porosidad primaria, local conformado por arcillas de inundación, arcillas orgánicas y limos fluviales. Espesor entre 5.0 m y 30 m.	1.0E-04 a 1.0E-05	1.00E-04

9		Unidad Estratigrafía	Litología	K (m/d)	S
		Formación Bogotá (Tib)	Acuitardo sin importancia hidrogeológica compuestos por arcillolitas limosas y abigarradas, con lignitos y areniscas verdosas. Con espesor hasta de 1050 m.	1.0E-05 a 1.0E-07	1.00E-06
K (m/d): Conductividad Hidráulica; S: Coeficiente de Almacenamiento.					

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

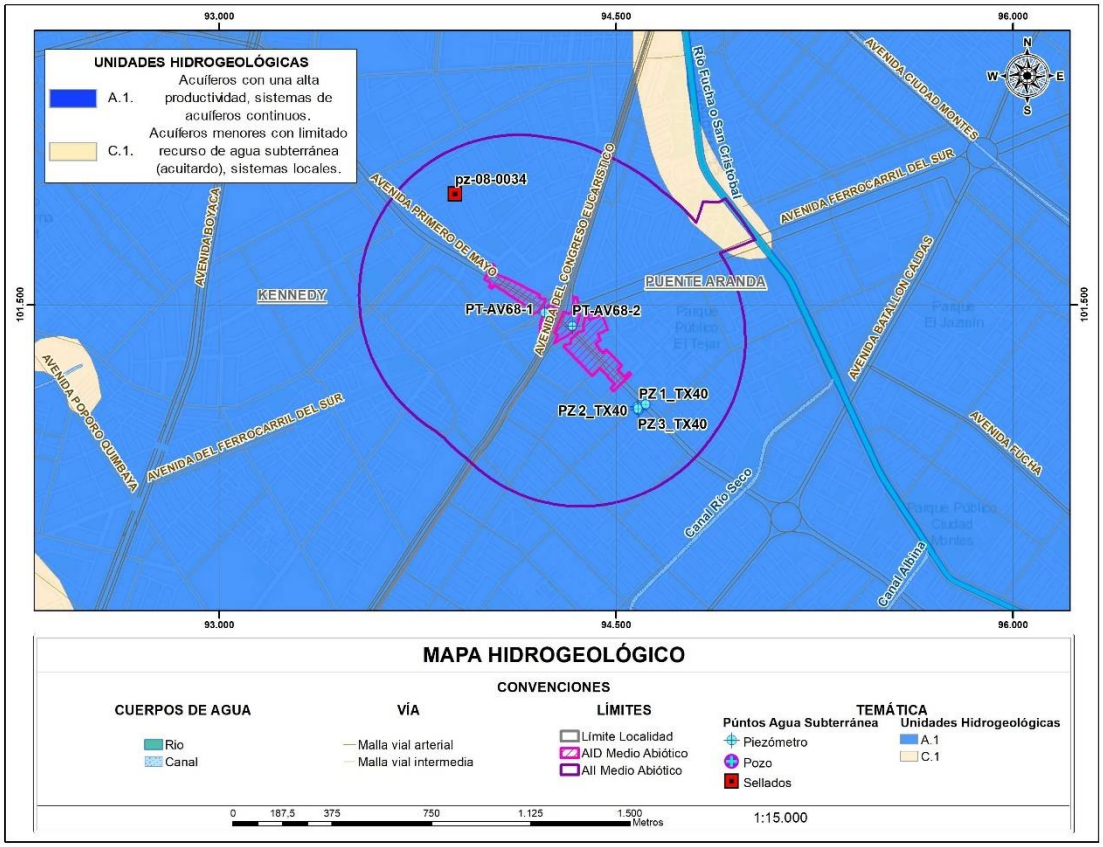


Figura 148 Mapa hidrogeológico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer que el proyecto cuenta con acuíferos con alta profundidad (A1) continuos asociados a la formación de la Sabana. Por otra parte, hacia la parte nor-oriental se alcanza a identificar la unidad hidrogeológica C1 que corresponde a cuerpos moderados con limitado recurso de agua subterránea asociada a la formación Bogotá (Tib), Formación Chía (Qch1) y Formación Sabana (Qsa1).

7.3.2.2.3.6 Análisis De Vulnerabilidad De La Contaminación De Los Acuíferos

La vulnerabilidad ante la contaminación del agua subterránea es una propiedad cualitativa, relativa, no medible y adimensional, que tiene por objeto establecer el grado de defensa natural del sistema ante la alteración potencial de la calidad del agua subterránea, establecida por las propiedades físicas del medio no saturado, que lo convierten en una herramienta para la toma de decisiones frente a la protección del mencionado recurso. De forma genérica, el cálculo de la vulnerabilidad de un acuífero se puede realizar cualitativamente, estableciendo un índice de vulnerabilidad muy alta, alta, media, baja o nula.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración directa a través del suelo o de la zona no saturada. Foster (1987) define la vulnerabilidad como la susceptibilidad del agua subterránea a ser afectada adversamente por cargas contaminantes aplicadas en la superficie.

7.3.2.2.3.6.1.1 Metodología GOD

El método GOD, es un método sencillo y sistemático, usándose cuando se cuenta con escasos datos o no cubren la totalidad del territorio que se estudia. Considera tres parámetros de evaluación: “G” Ocurrencia del agua subterránea, hace relación al tipo de acuífero (confinado, semiconfinado, inconfinado.) o confinamiento hidráulico de las aguas subterráneas, en el acuífero considerado; “O” para los estratos suprayacentes (zona vadosa o lechos confinantes) en términos de carácter litológico y grado de consolidación que determinan la capacidad de atenuación de contaminantes; y, “D” para la profundidad a la que se halla el nivel del agua subterránea desde la superficie. El índice GOD da un puntaje a cada variable, una vez valorado cada parámetro se calcula el Índice de Vulnerabilidad total, multiplicando los valores asignados a cada parámetro, obteniéndose valores de cero “0” a uno “1”, donde un índice cero “0” indica una vulnerabilidad despreciable y un índice “1” una vulnerabilidad extrema a la contaminación. En la Figura 149, se muestra la Metodología GOD desarrollada por Foster (1987) para evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos.

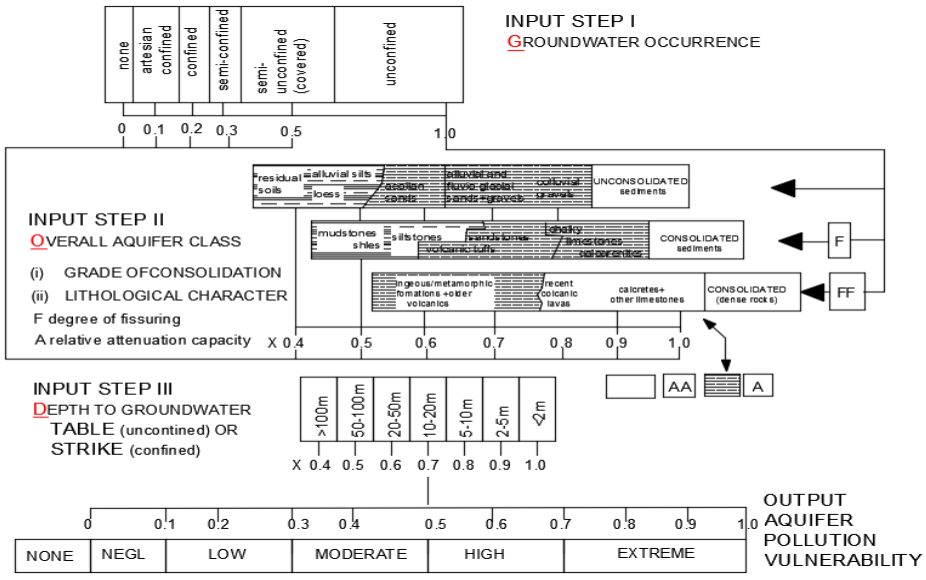


Figura 149 Metodología GOD (Foster, 1987)

Fuente: Foster 1987

- Ocurrencia del Agua Subterránea. - Parámetro “G”

La condición de confinamiento de los Acuíferos es una función que interviene directamente en la vulnerabilidad natural del agua subterránea ante una contaminación potencial, ya que en general en acuíferos confinados o cautivos, con un espesor considerable de capa confinante el acceso de posibles contaminantes es más restringido.

- Substrato Litológico Suprayacente. - Parámetro “O”

Este parámetro incluye una caracterización global de la zona que suprayace al acuífero o zona no saturada, evaluando el grado de consolidación y el tipo de litología que conforma la cobertura del acuífero considerado y teniendo en cuenta también el grado de fisuramiento y la capacidad de atenuación relativa del material geológico de la zona de aireación, evaluando indirectamente características como porosidad, permeabilidad y retención específica de humedad.

La importancia de la zona no saturada en la evaluación de la vulnerabilidad radica en su potencial para la intercepción, sorción y eliminación de bacterias y virus patógenos; para la atenuación de minerales pesados y químicos orgánicos a través de precipitación, para la sorción e intercambio catiónico y para la sorción y biodegradación de algunos compuestos orgánicos de origen natural o sintético. Sin embargo, la zona no saturada puede en ocasiones actuar sólo como un retardante del efecto contaminante, cuando se enfrenta a contaminantes móvil y persistente.

- Profundidad de la Tabla de Agua o Techo del Acuífero Confinado. - Parámetro “D”

Esta hace referencia a la profundidad del nivel del agua subterránea o nivel freático para acuíferos libres y el techo del acuífero, si éste es confinado. Para lo cual Foster (1987) ha definido estos rangos:

< 2 metros = calificación de 1

2 – 5 m = calificación de 0.9

5 – 10 metros = calificación de 0.8

10 – 20 m = calificación de 0.7

20 – 50 metros = calificación de 0.6

50 – 100 m = calificación de 0.5

> 100 metros = calificación de 0.4

De forma lógica entre más profunda se encuentre la superficie freática el Acuífero es menos vulnerable a la contaminación.

7.3.2.2.3.6.1.2 Evaluación de la Vulnerabilidad intrínseca a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica A.1 (Qsa2)

La unidad hidrogeológica A.1., la integra la Formación Sabana (Qsa2) y se considera como un acuífero con alta productividad de tipo continuo y semi libre, ya que presenta una cobertura en su mayoría arcillosa, por estas características se le asigna al Parámetro “G” un valor de 0.5, teniendo en cuenta que el material geológico que cubre dicho acuífero está conformado principalmente por arcillas y limos arcillosos, al parámetro “O” se le confiere un valor de 0.4. La profundidad del nivel estático en esta unidad hidrogeológica varía entre 0.38 m a 14.97 m, ya que es un acuífero multicapa, esta unidad presenta una profundidad promedio del nivel estático de 2.27 confiriéndole al parámetro “D” un valor de 0.9. De esta manera se tiene la siguiente operación:

$$IV = Ocurrencia\ del\ agua\ subterranea\ \times\ Sustrato\ litológico \times\ Distancia\ al\ agua$$

$$IV = 0.5 \times 0.4 \times 0.9 = 0.18$$

De acuerdo con la ecuación del índice de vulnerabilidad para la unidad hidrogeológica A.1., es de 0.18, indicando con ello que la vulnerabilidad a la contaminación es baja.

7.3.2.2.3.6.1.3 Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca a la Contaminación de la Unidad Hidrogeológica C.1. (Qsa 2)

La unidad hidrogeológica C.1., se clasifica como un acuitardo dado su limitada capacidad de almacenar y retener agua subterránea, teniendo en cuenta que eventualmente puede llegar a presentar algunas capas de limos saturados se le asigna para el parámetro “G” un valor de 0.3, considerándolo como un acuífero semi confinado. La parte superior de esta unidad hidrogeológica se identifican capas de arcilla, limos arcillosos y en algunas zonas suelos orgánicos, por lo cual se le otorga al parámetro “O” el valor de 0.5, para el parámetro “D” se le otorga un valor de 1.0 ya que la profundidad de la tabla de agua está en promedio en 1.85 m.

De esta manera se tiene la siguiente operación:

$$IV = Ocurrencia\ del\ agua\ subterranea \times Sustrato\ litológico \times Distancia\ al\ agua$$

$$\boldsymbol{IV = 0.3 \times 0.5 \times 1.0 = 0.15}$$

Considerando el resultado de la valoración de los tres parámetros para el índice de Vulnerabilidad del Acuífero, se obtiene un valor de 0.15, indicando que la unidad hidrogeológica C.1., presenta una vulnerabilidad a la contaminación baja.

En la Tabla 132 y Figura 150 se presentan los índices de vulnerabilidad a la contaminación de cada una de las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia.

Tabla 132 – Resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas mediante la metodología - GOD

Unidad Hidrogeológica	Índice de Vulnerabilidad	Grado de Vulnerabilidad
A.1. (Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.)	0.18	Bajo
C.1. (Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales)	0.15	Baja

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021



Figura 150 Mapa de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

La zona del proyecto donde se va a ejecutar la construcción de los puentes de la AV 68 con primero de mayo, se encuentran en una vulnerabilidad baja principalmente asociada en las unidades hidrogeológicas A1y C1.

7.3.2.3 Componente Atmosférico

7.3.2.3.1 Meteorología

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, en un periodo y área específica, y controlado por factores forzantes y determinantes, y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera) (IDEAM, 2019).

El régimen climático en el área de estudio es de importancia para la programación de las actividades del proyecto, permitiendo su ejecución de manera satisfactoria.

En el presente numeral se analizarán las siguientes variables climáticas:

- Precipitación: media diaria, mensual y anual, y su distribución en el área de influencia.
- Temperatura: media, mínima y máxima, y su distribución espacial.
- Viento: Dirección y velocidades, identificando la variación mensual y, presentando rosa de vientos.
- Humedad Relativa: media, máxima y mínima mensual multianual.
- Presión atmosférica: horaria y mensual multianual.
- Radiación solar: media mensual y anual
- Nubosidad
- Evaporación y evapotranspiración potencial

Para caracterizar el clima del área de estudio, se realizó una búsqueda de información de El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA (a través de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Bogotá, RMCAB) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB. Es así como se partió de la revisión y análisis de información de 34 estaciones meteorológicas. Después de una verificación, complementación y análisis de consistencia, homogeneidad y depuración de la información, la caracterización climática es definida por la información de 23 estaciones.

En la Tabla 133 y Figura 151 se presentan la totalidad de las estaciones analizadas inicialmente. En la tabla se especifica las estaciones iniciales, descartadas y finales que definen el análisis de cada variable.

Tabla 133 – Estaciones Meteorológicas Analizadas

Estación	Entidad	Código o Sigla Entidad	Categoría	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		Elevación	Precipitación	Temperatura	Viento	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Radiación Solar	Nubosidad	Evaporación y Evapotranspiración
				Este	Norte									
El Dorado Catam	IDEAM	21205791	Sinóptica Principal	91882,59	112097,37	2547	1			1			1	
IDEAM Bogotá	IDEAM	21206960	Climática Principal	101207,17	100417,62	2646	2			2				
Universidad Nacional	IDEAM	21205012	Climática Principal	98718,41	104630,38	2556	X			3		1		
Jardín Botánico	IDEAM	21205710	Climática Ordinaria	97210,42	108087,33	2552	3	1					2	
Sede IDEAM Calle 25d Kra	IDEAM	21202280	Pluviométrica	94287,46	109709,72	2589	4	X						
Venado Oro Vivero	IDEAM	21205580	Climática Ordinaria	101774,56	100236,39	2725	5	2				2	3	
Col H Duran Dusan	IDEAM	21206620	Climática Ordinaria	89320,24	104246,06	2562	X							
Ciudad Bolívar	IDEAM	21206940	Climática Principal	88983,88	97857,45	2687	X							
Inem Kennedy	IDEAM	21206560	Climática Ordinaria	93646,2	107177,6	2580	X	3				3	4	
Sede IDEAM Kra 10	IDEAM	21201600	Pluviográfica	100516,37	101204,22	2685	X							
Unisalle Centro	IDEAM	21206970	Climática Ordinaria	100797,12	99864,45	2700	X							
Col Santiago Pérez	IDEAM	21206660	Climática Ordinaria	94074,98	97786,72	2565	X	X						
Aeropuerto El Dorado	IDEAM	21205790	Sinóptica Principal	91882,59	112097,37	2541			1			4		1
Observatorio Meteorológico Nacional	IDEAM	21205230	Climática Principal	97506,67	104104,82	2556						5		
El Dorado Didáctica	IDEAM	21205520	Climática Principal	91956,58	111479,71	2546						6		
Rad.Dorado	IDEAM	21206130	Radiosonda	91882,59	112097,37	2546						7		
Centro Gaviotas	IDEAM	21206240	Meteorológica Especial	101207,17	100417,62	2700						8		

Estación	Entidad	Código o Sigla Entidad	Categoría	Coordenadas Magna Ciudad Bogotá		Elevación	Precipitación	Temperatura	Viento	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Radiación Solar	Nubosidad	Evaporación y Evapotranspiración
				Este	Norte									
Edificio CAR	CAR	2120058	Pluviográfica	101213,94	103038,5	2644	X							
Casita La	CAR	2120112	Pluviométrica	106375,87	104409,55	3100	X							
Colegio Sorrento (Sede B San Rafael) (IED)	IDIGER	51	Pluviométrica	96039,35	102583,94	2561	6							
Colegio Inem Francisco De Paula Santander (IED)	IDIGER	49	Pluviométrica	91402,45	103134,84	2557	7							
Colegio Rafael Uribe Uribe (IED)	IDIGER	43	Pluviométrica	93903,52	98555,87	2564	8							
Colegio Chucua (IED)	IDIGER	50	Pluviométrica	92122,12	100811,08	2562	X							
San Diego	EAAB	2120023	Pluviométrica	101206,96	102261,39	2700	9							
Saucedal 2	EAAB	20207 P-094	Pluviométrica	91956,55	105948,41	2900	10							
Cama Vieja	EAAB	20569 P-030	Climática ordinaria	97506,79	102261,06	2640	11							
Salitre Casa Bomba	EAAB	20196 P-004	Pluviográfica	101206,34	107792,68	2580	12							
San Luis 1 Y 2	EAAB	20040 P-041	Pluviográfica	104906,84	104105,65	2959	13							
La Vieja	EAAB	20066 P-038	Pluviográfica	103056,55	105949,15	2720	X							
La Isla	EAAB	20209 P-083	Pluviométrica	84556,38	104105,03	2537	X							
Tunal	SDA	TUN	De fondo	94070,66	97787,02	2589					1			
Estación Móvil 7ma	SDA	MOV	De tráfico	99286,32	105111,35	2583					2			
El Jazmín	SDA	JAZ	Residencial	95847,92	101357,52	2559					3			
Ciudad Bolívar	SDA	CBV	Residencial	100899,08	97962,31	2661					4			

Estación descartada inicialmente para la variable | Estación descartada por análisis de consistencia y homogeneidad para la variable | Estación final que define el análisis climatológico para la variable de estudio

Fuente: IDEAM, 2021, CAR, 2021, IDIGER, 2021, EABB, 2021, SDA, 2021; elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

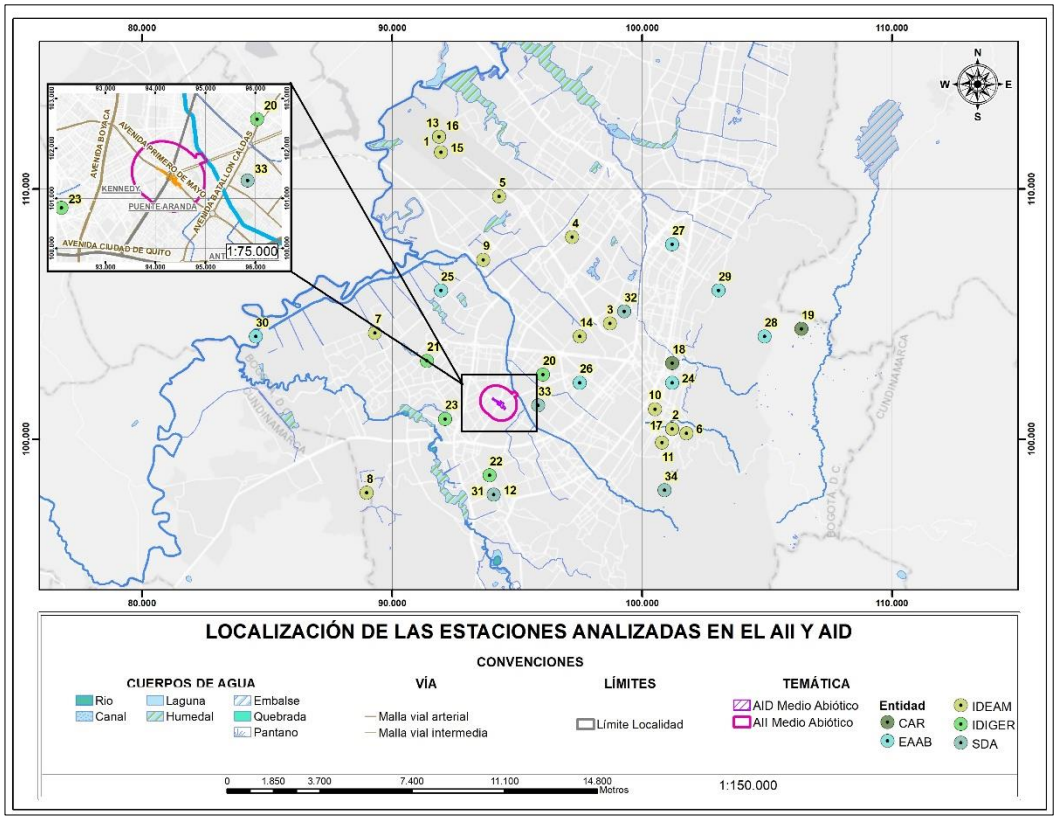


Figura 151 Localización de las estaciones analizadas

Fuente: IDEAM, 2021, CAR, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.3.1.1 Precipitación

El análisis de precipitación comprende un periodo de cuatro (4) años, desde enero de 2017 a diciembre de 2020 (ANEXO L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_3Atmosférico).

En primer lugar, se contó con datos de precipitación de 25 estaciones de cinco (5) entidades diferentes: IDEAM, CAR, IDIGER, SDA y la EAAB. Se descartaron 11 estaciones por presentar datos faltantes y discontinuos, así como datos sin un periodo en común. Finalmente se analizaron 14 estaciones para la variable precipitación procedente de tres (3) entidades, descartando las estaciones de la CAR debido a insuficiencia de datos en el periodo de- análisis.

A modo general, se completaron datos faltantes (menores al 10% del total de 1461 datos diarios por estación o 48 datos mensuales), haciendo uso de los valores medios mensuales obtenidos de la serie original, de tal manera que no se genere alteraciones, y cuya consistencia es posteriormente evaluada mediante el análisis de homogeneidad.

En particular, mediante las gráficas de distribución de precipitaciones mensuales se observa el comportamiento mensual a lo largo de toda la serie para cada estación de manera independiente. Posteriormente y con el objeto de realizar el análisis de homogeneidad, se realizó para cada estación la regresión gráfica sobre una curva de masa sencilla, es así como los cambios debidos a inconsistencias en los datos se identificaron fijando una línea de tendencia ajustada mediante mínimos cuadrados, y evaluando el coeficiente de determinación de la regresión lineal efectuada. En este análisis se identificó que la estación Universidad Nacional presentó datos inconsistentes para el periodo de análisis, por lo tanto, fue descartada.

También se realizó un análisis de consistencia que permitió evaluar la homogeneidad de una serie con respecto a otra, para ello se aplica el método de la curva de doble masa en el cual las parejas de valores en la estación analizada y en la estación índice (considerada homogénea) se acumulan y representan gráficamente. Así, se tomó la estación IDEAM Bogotá como estación índice, basada en la homogeneidad gráfica presentada en la distribución de precipitaciones mensuales y la tendencia más lineal en la gráfica de masa simple, asimismo presenta una posición relativamente central en el área de estudio y cercana a otras estaciones, y altura media (2646 msnm) con relación a la altitud del área del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la estación IDEAM Bogotá es comparada con las demás estaciones mediante el método de la curva de doble masa. El método consiste en que, mediante la adición sucesiva de valores, los errores aleatorios tienden a cancelarse unos con otros, y en este caso la relación lineal se ve reforzada mediante la repetición efectuada. Un cambio importante en esa relación lineal, o diferentes tendencias sostenidas y pronunciadas, pueden ser un indicativo de inconsistencia o no homogeneidad de los datos.

Finalmente, y como resultado de este análisis, la variable climatológica precipitación es definida por la información resultante de 13 estaciones, tal como se visualiza en la Tabla 133.

No se consideró realizar ajustes de datos en las estaciones debido a que los valores del coeficiente de determinación o R2 son superiores a 0,990; indicando que los datos de las estaciones analizadas se ajustan bien al modelo o estación índice.

7.3.2.3.1.1.1 Precipitación media diaria

En la Tabla 134 se resumen los porcentajes de días con y sin precipitaciones en las estaciones que presentan datos diarios (estaciones del IDEAM). Se infiere que, durante el mayor porcentaje de días del periodo analizado, se presentan precipitaciones, con una media del 68,74 % con eventos. A excepción y por un pequeño porcentaje, la estación IDEAM Bogotá registró mayor porcentaje de días sin precipitaciones.

Tabla 134 –Porcentaje de Días Con y Sin Precipitaciones Media Diaria – Periodo 2017-2020

Estaciones	Porcentaje Días Sin Precipitaciones	Porcentajes Días Con Precipitaciones
El Dorado Catam	43,3	56,7
IDEAM Bogotá	50,9	49,1
Jardín Botánico	17,5	82,5
Sede IDEAM Calle 25D Kra	36,8	63,2
Venado Oro Vivero	28,1	71,9
Media	**35,3**	**64,7**

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.1.2 Precipitación media mensual

La distribución de lluvias en el área de estudio es de tipo bimodal, con una primera temporada de precipitaciones de marzo a mayo. El segundo periodo de lluvia comienza a finales de septiembre, extendiéndose hasta noviembre. El primer periodo seco inicia en diciembre, enero y febrero, y el segundo periodo de sequía se extiende de junio a agosto. Existen meses de transición entre los periodos tales como febrero, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco. En la Tabla 135 y Figura 152 se resumen los valores medios mensuales de la serie analizada. La precipitación media anual en el área de estudio fuede 1013,9 mm. En general, el mes que registró mayores precipitaciones es el mes de noviembre, sin embargo, el primer periodo de lluvias registró mayor precipitación acumulada (374,5 mm) que el segundo periodo (293,5 mm). Por otra parte, ambos periodos de sequía son similares, con diferencias mínimas entre ambos; el mes con menor precipitación media es enero.

Tabla 135 –Precipitación Media Mensual (mm) Período 2017-2020

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado Anual (mm)
El Dorado Catam	26,8	34,5	116,3	141,5	138,2	78,6	53,1	48,0	73,3	79,5	113,7	31,7	935,2
IDEAM Bogotá	40,0	62,8	109,0	93,0	73,3	54,0	41,3	34,6	31,6	68,9	133,2	42,6	784,2
Jardín Botánico	37,6	64,9	155,2	129,2	183,5	76,7	44,8	45,7	60,9	88,0	179,4	75,7	1141,4
Sede IDEAM Calle 25d Kra	23,8	58,7	112,3	111,6	152,2	70,9	53,9	60,0	70,1	79,7	156,4	47,0	996,5
Venado Oro Vivero	65,3	92,8	137,9	132,9	106,0	99,0	74,7	62,3	75,6	81,4	214,3	70,4	1212,4
Colegio Sorrento (Sede B San Rafael) (IED)	23,9	60,5	113,2	98,0	125,4	69,8	43,2	41,3	59,6	73,4	143,2	59,2	910,6
Colegio Inem Francisco De Paula Santander (IED)	15,8	41,0	88,3	61,5	95,6	63,1	53,0	45,7	44,4	59,8	119,8	38,1	726,2

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado Anual (mm)
Colegio Rafael Uribe Uribe	15,9	30,3	137,1	98,1	96,6	83,9	38,6	60,5	42,9	92,8	101,1	74,2	871,9
San Diego	86,1	89,9	142,2	136,3	144,8	71,1	41,5	55,0	64,7	79,5	200,3	64,4	1175,8
Saucedal 2	24,1	28,7	109,4	96,2	141,8	59,2	56,9	44,5	31,3	59,1	101,4	30,8	783,3
Camavieja	49,5	79,5	148,1	120,3	151,2	66,2	44,1	55,3	57,0	67,7	177,6	56,1	1072,5
Salitre Casa Bomba	46,6	92,6	167,3	149,2	156,3	63,6	50,0	40,0	70,9	82,7	190,5	66,7	1176,4
San Luis 1 Y 2 - Pg	116,4	95,5	157,0	120,0	122,4	103,4	128,7	81,9	98,2	102,2	189,3	79,1	1393,9
Promedio	**44,0**	**64,0**	**130,2**	**114,4**	**129,8**	**73,8**	**55,6**	**51,9**	**60,0**	**78,0**	**155,4**	**56,6**	**1013,9**

Fuente: IDEAM, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

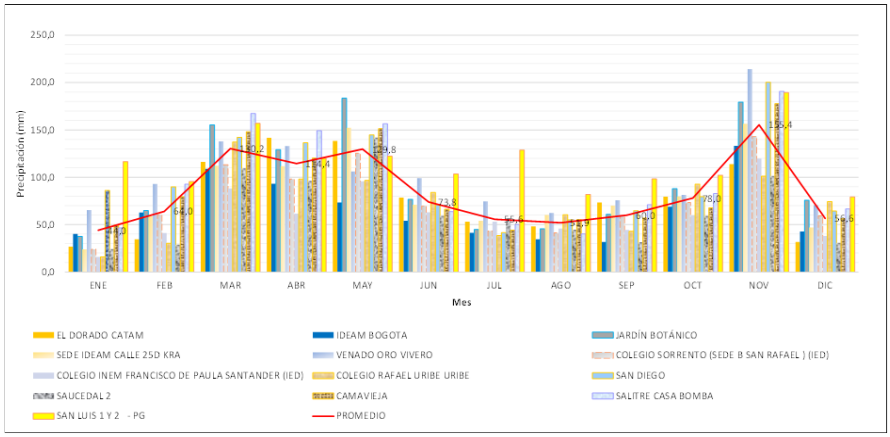


Figura 152 Distribución Temporal de la Precipitación Media Mensual (mm). Periodo 2017-2020

Fuente: IDEAM, 2021, IDIGER, 2021, EAAB, 2021, SDA, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.1.3 Distribución espacial de la precipitación

En la Figura 153 se observa la distribución espacial de la precipitación, la cual, en términos generales, se encuentra entre 900 y 1000 mm; y hacia el costado occidental del proyecto disminuye a valores anuales entre 850 y 900 mm.



Figura 153 Distribución Espacial de la Precipitación – Período 2017 – 2020

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.3.1.2 Temperatura

La temperatura es una medida del estado térmico de la materia, la cual está relacionada con la energía cinética que tienen las moléculas. Este elemento varía en función de factores no meteorológicos tales como la altura sobre el nivel del mar, orografía, vegetación predominante, la clase del suelo, entre otros; y en función de variables meteorológicas se encuentra ampliamente relacionada con la radiación solar, viento, nubosidad, humedad del aire y la contaminación atmosférica (IDEAM, 1989)

Inicialmente se revisó información de cinco (5) estaciones. Tal como se relaciona en la Tabla 133, en un inicio se descartaron dos (2) estaciones por presentar un gran porcentaje de datos faltantes o series fuera del periodo en común analizado. En general, el periodo de análisis comprende desde enero de 1999 a diciembre de 2019, con intermitencias, examinando los años 1999 a 2004, 2009 a 2011 y 2015 a 2019. Finalmente, se analizaron las estaciones Inem Kennedy, Jardín Botánico y Venado Oro Vivero del IDEAM.

La técnica utilizada para la estimación de datos faltantes (no mayor al 10%) es la razón de valores normales, de acuerdo con lo establecido por el (HIMAT, 1990).

Si bien, en el área de influencia del proyecto, por ser urbe, existen factores que inciden en la variación de la temperatura, tales como los cambios en la cobertura del suelo e infraestructura existente (asfalto, avenidas, edificios), cuyos albedos diferentes para cada material influyen en la fracción de radiación solar reflejada y absorbida por la superficie, produciendo las conocidas “Islas de Calor”, que a la vez tienen influencia de otras actividades antrópicas como emisión de gases, fuentes móviles, entre otros.

Sin embargo, se realizó un análisis de la variación de la temperatura media con la elevación, identificando una relación altamente significativa, tal como se evidencia en la Figura 154.

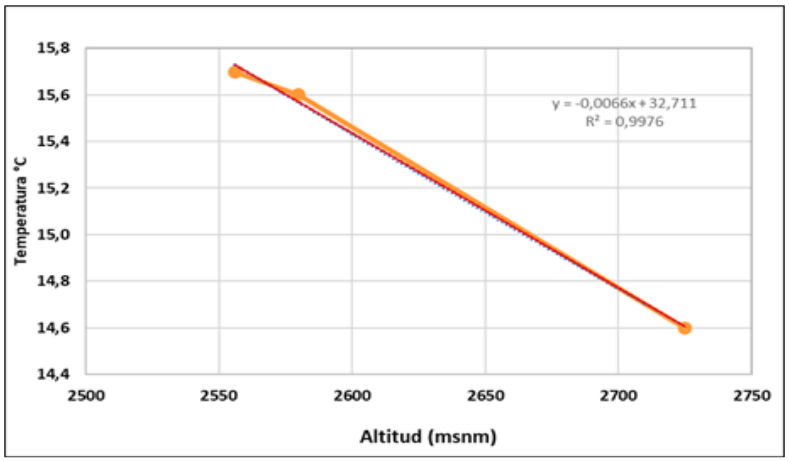


Figura 154 Relación de la Temperatura Media Anual con la Altura en las Estaciones

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

De acuerdo con la variación inversamente proporcional entre temperatura y altitud, sustentado en (Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010), el valor R2 obtenido es de 0,9976, determinando una alta correlación. La ecuación permite evidenciar la disminución de la temperatura media del aire con el aumento de la altitud, es decir, representa el gradiente vertical de la temperatura, que en este caso tiene un valor de 0,66 °C/100 m, lo que significa que por cada 100 metros que aumenta la altura en el área de estudio, aproximadamente la temperatura disminuye en 0,66 °C.

7.3.2.3.1.2.1 Temperatura mínima y máxima diaria registrada

De acuerdo con los datos diarios analizados, se han registrado temperaturas mínimas de 1,4 °C y temperaturas máximas de 25 °C.

7.3.2.3.1.2.2 Temperatura media mensual

En general, la temperatura media mensual multianual en el área de estudio es de 15,4 °C. La temperatura media en la zona es muy uniforme, con valores que oscilan entre 13,7 °C (mínima media mensual registrada en enero en la estación Venado Oro Vivero) y 16,2 °C (máxima mensual registrada en mayo en la estación Jardín Botánico), con una amplitud de 2,5 °C, con lo cual se caracteriza al área

de influencia como zona de carácter Isotermal, indicando que la temperatura media no presenta grandes variaciones a través del año. Retomando a las temperaturas máximas y mínimas, ambos registros son consistentes con las altitudes, en ese sentido, la estación Venado Oro Vivero está localizada a 2725 msnm (registrando la menor temperatura media) y Jardín Botánico está localizada a 2556 msnm (registra la temperatura media más cálida).

En general, se presentan los meses más cálidos de febrero a mayo, con un leve descenso o meses más fríos en julio y agosto, volviéndose a incrementar de septiembre a diciembre. Los meses más fríos del año son enero, julio y agosto, coincidiendo con el comportamiento descrito en el análisis de temperatura de 2000-2020 de la (SDA). En particular, los meses más fríos se relacionan directamente con los vientos alisios, los cuales inciden en la temperatura (ver Figura 155).

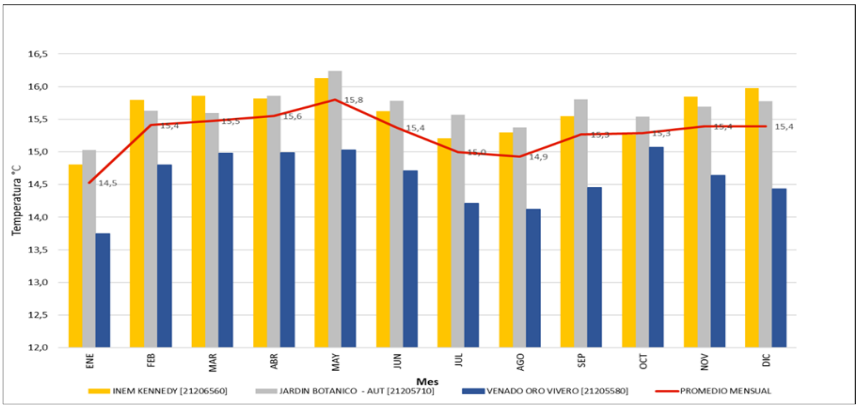


Figura 155 Variación de la Temperatura Media Mensual (°C)

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.2.3 Temperatura media máxima y media mínima

En la Figura 156 se presenta la variación mensual de temperatura media máxima y media mínima durante del periodo de análisis. Se infiere que la temperatura mínima extrema se reporta en el mes de agosto (11,6 °C); por otra parte, la temperatura media máxima se registra en el mes de diciembre (20,9 °C).

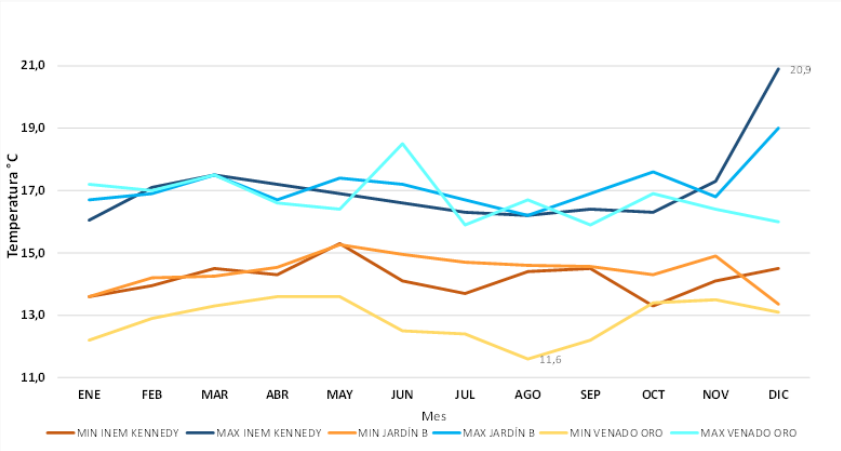


Figura 156 Variación Mensual de las Temperaturas Máximas y Mínimas Mensuales (°C) – Período 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.2.4 Temperatura media multianual

En la Figura 157 se presenta la distribución de la temperatura media a escala temporal para las estaciones analizadas. En general, la temperatura media multianual oscila entre 13,4 °C y 16,4 °C.

En el periodo analizado, los años 1999 y 2000 registran las temperaturas medias más frías, con 14,6 °C. De acuerdo con el (IDEAM, 2007) estos registros tienen incidencia climatológica del fenómeno La Niña presentado en el país en este periodo, y caracterizados en Colombia en una disminución de la temperatura. Por otra parte, los años más cálidos de la serie analizada corresponden al 2009 y 2016, con un registro medio de 15,9 °C, coincidiendo con el fenómeno climático El Niño presentado en el país (IDEAM, 2016).

En general, la temperatura media a través del tiempo se ha incrementado, presentando registros de 14,6 °C, desde el año 1999 y manteniéndose superior a 15,0 °C a partir del año 2002.

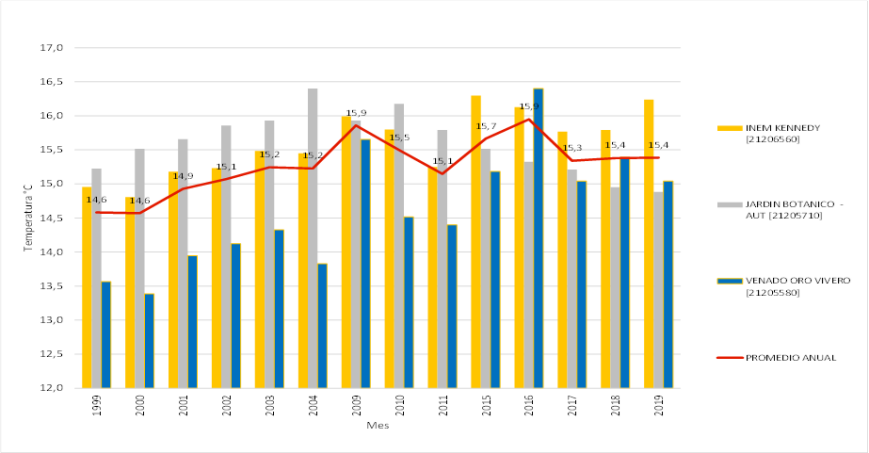


Figura 157 Temperaturas Multianuales °C. Periodo 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.2.5 Distribución espacial de la temperatura

En la Figura 158 se observa la variación de la temperatura en el área de estudio generada a partir de la interpolación de los promedios multianuales. A saber, la temperatura multianual media presente para el área de estudio se encuentra entre 15 – 15,9 °C.

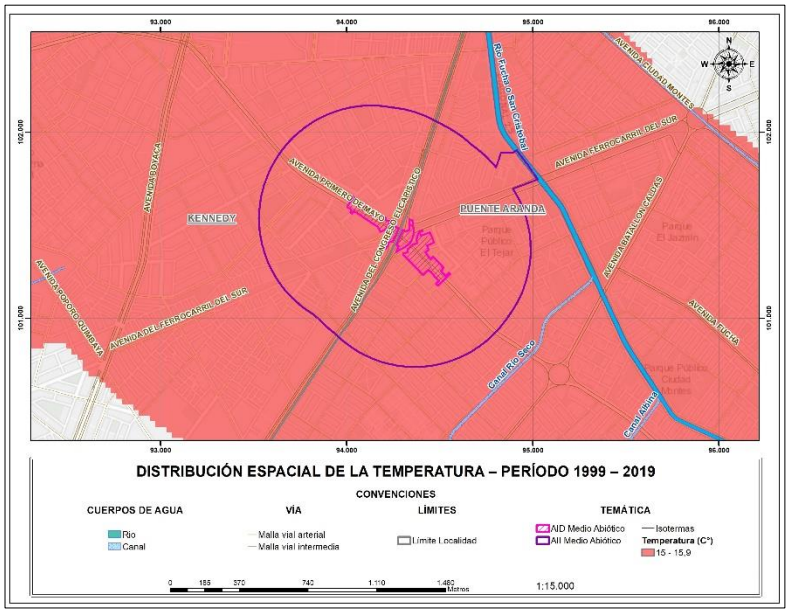


Figura 158 Distribución Espacial de la Temperatura – Período 1999 – 2019

Fuente: IDEAM 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.3.1.3 Viento

El viento es el movimiento natural del aire, éste transporta energía, masa. Las mediciones del viento se hacen de acuerdo con dos criterios: a la velocidad la cual determina su fuerza y se mide en unidades de m/s (metros por segundo) y la dirección, es decir, desde donde sopla el viento (orientación del vector), ésta se mide en grados. Los datos generados con el modelo WRF (utilizados para el modelo de aire para la Actualización del EIA) adquirida por Lakes Environmental suministrados en tres puntos localizados estratégicamente en el trazado del proyecto debido que la resolución espacial corresponde a 4km x 4km.

Tabla 136– Criterios Ubicación de Estaciones WFR

ID	MET2220068	MET2220069	MET2220070
Locación	Sector Sur	Sector Centro	Sector Norte
Empresa	Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1	Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1	Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1
Formato	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)	AERMET-Ready WRF-MMIF (Onsite & Upper Air Met Data) AERMOD-Ready WRF-MMIF (SFC & PFL Met Data)
Periodo	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23	Jan 01, 2021 hour 00 - Dec 31, 2021 hour 23
Coordenadas	Lat.: 4.632556 N – Long.: 74.17358 W	Lat.: 4.599431 N – Long.: 74.11227 W	Lat.: 4.646658 N – Long.: 74.06499 W
Datum	WGS 84	WGS 84	WGS 84
UTM Zone	18	18	18
Elevación	2537.67 m	2544.39 m	2660.6 m
WRF Grid Cell	4 km x 4 km	4 km x 4 km	4 km x 4 km
Ciudad	Bogotá - Colombia	Bogotá - Colombia	Bogotá - Colombia

7.3.2.3.1.3.1 Rosa de vientos

En la Figura 159 se representa gráficamente la dirección predominante anual para el año 2021 de las diferentes velocidades del viento. Para el análisis de esta variable en el presente estudio se evalúan las tres estaciones contempladas en este estudio: MET2220068 ubicado en el sur, MET2220070 ubicada en el norte y MET2220069 intermedia entre estas dos estas estaciones.

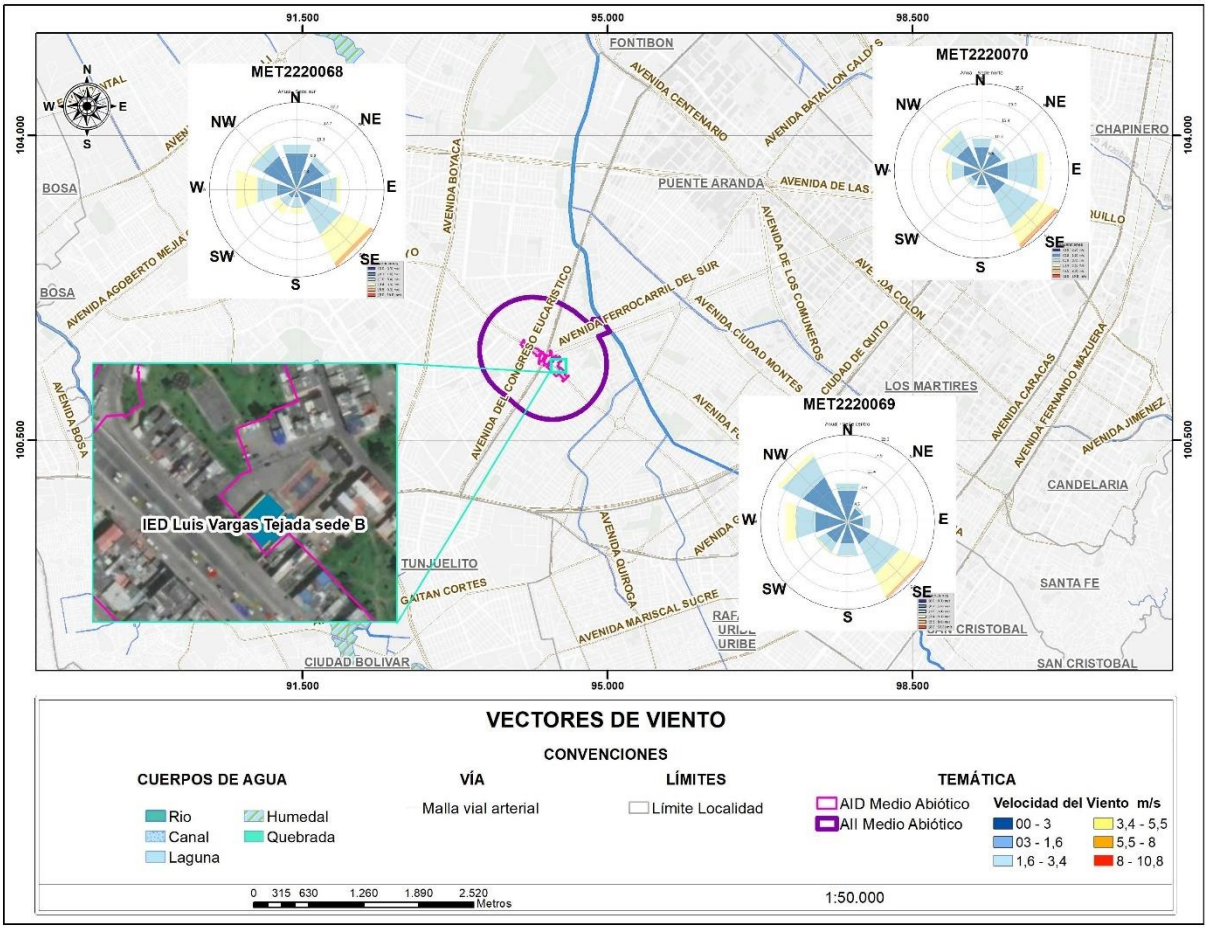


Figura 159 Rosa de Vientos Estación Apto El Dorado. Periodo 1981-2010

Fuente: IDEAM, 2021

De acuerdo con la Figura 159, los vientos predominantes provienen del sureste, y en menor medida registra diversas direcciones, procedentes desde el este, oeste y norte, entre otras. Las velocidades predominan entre el rango de 3,4 y 5,5 m/s, seguida de velocidades entre 1,6 y 3,4 m/s; y en menor medida, vientos entre 0,3-1,6 m/s y periodos de calma (velocidad inferior a 0,3 m/s). Se registran con menor frecuencia vientos superiores a 5,5 m/s, así como velocidades entre 5,5 y 8,0 m/s.

Basado en la escala Beaufort, en el área de influencia prevalecen brisas muy débiles (IDEAM, 2021). Teniendo en cuenta la ubicación del Colegio Luis Carlos Vargas, se evidencia que el colegio se encuentra en la zona de incidencia de dispersión de partículas de contaminantes por dinámica de vientos.

7.3.2.3.1.3.2 Tabla de Frecuencias

La Tabla 137 de frecuencias es un arreglo tabular de las frecuencias con que se presentan los datos analizados en cada uno de los intervalos en que se agrupan los mismos (IDEAM, 2021). Para dar sustento al anterior análisis de la rosa de vientos, en la Tabla 137 se presentan las frecuencias de la estación analizada.

Tabla 137 – Tabla de Frecuencias Estación Apto El Dorado

Vel-Dir	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	VRB	Calma	Total
0.5-1.5	5	3	1	0	1	1	2	3	0	0	**16**
1.5-2.5	6	7	3	1	1	2	3	3	0	0	**26**
2.5-3.5	2	6	3	1	1	1	2	1	0	0	**17**
3.5-4.5	1	3	3	2	1	1	1	1	0	0	**13**
4.5-5.5	0	1	2	1	0	1	1	0	0	0	**6**
≥5.5	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	**6**
Calma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	**16**
Total	**14**	**20**	**14**	**7**	**5**	**6**	**10**	**8**	**0**	**16**	**100**

Fuente: IDEAM, 2021

7.3.2.3.1.3.3 Ciclo mensual

De acuerdo con los registros de la estación Apto El Dorado, la velocidad media mensual del viento varía de 2,1 m/s a 2,7 m/s (ver Figura 160). El comportamiento de la velocidad del viento muestra un periodo principal de vientos fuertes en julio y agosto y un segundo máximo, poco notorio, hacia el inicio de año. Los vientos más débiles se presentan en las dos (2) temporadas lluviosas: marzo, abril y mayo; y septiembre, octubre y noviembre.

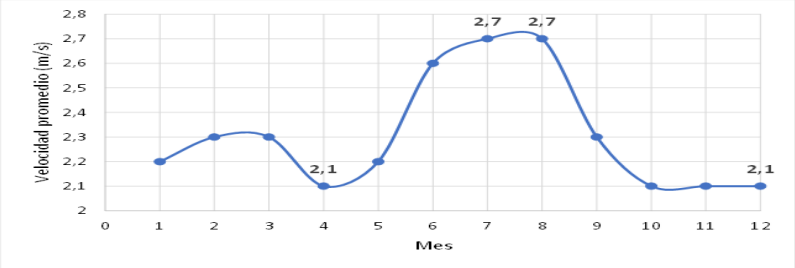


Figura 160 Distribución Mensual de la Velocidad del Viento – Estación Apto El Dorado

Fuente: IDEAM, 2021

Respecto a la distribución mensual de la dirección del viento, tal como se evidencia en la Tabla 138 y Figura 161, registran una procedencia desde el noreste evidenciándose durante siete (7) meses del

año, constituyendo una clara tendencia, con el 58,3 % de registros al año en esta dirección, seguido por vientos procedentes del este y sureste, con una distribución de tres (3) y dos (2) meses respectivamente.

Tabla 138 – Distribución Mensual de la Dirección del Viento

Estaciones	Dirección Viento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Aeropuerto El Dorado: 21205790	Grados	35	44	36	47	69	94	114	119	92	46	36	42
	Abreviatura Dirección*	NE	NE	NE	NE	E	E	SE	SE	E	NE	NE	NE

*Abreviatura Dirección: NE: Nor Este, E: Este, SE: Sur Este

Fuente: IDEAM, 2021

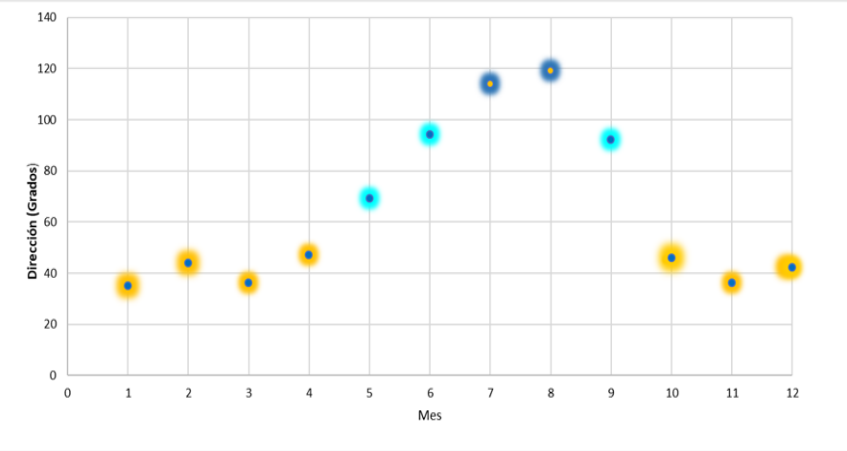


Figura 161 Distribución Mensual de la Dirección del Viento

Fuente: IDEAM, 2021

7.3.2.3.1.4 Humedad relativa

La humedad relativa hace referencia a la relación porcentual entre la masa de vapor contenida actualmente en un volumen de aire y la que tendría el mismo volumen si estuviese saturado a la misma temperatura, se indica en porcentaje (%) (IDEAM, 2019).

Para el área de estudio, el análisis de esta variable se realiza a partir de registros de las estaciones del IDEAM: El Dorado Catam, IDEAM Bogotá y Universidad Nacional, en un periodo de análisis de siete (7) años (2014 a 2020) (ver Tabla 139).

Tabla 139 – Humedad Relativa Media, Máxima y Mínima Periodo 2014-2020

Humedad R	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
El Dorado Catam - Aut [21205791]												
Medios	75,92	76,01	78,14	79,38	79,69	77,40	75,77	75,21	75,65	79,28	82,60	78,25

Humedad R	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximos	82,30	80,78	85,93	86,78	87,43	88,57	89,07	87,13	88,44	88,48	93,85	91,21
Mínimos	71,16	71,87	73,70	74,41	72,71	72,83	71,83	69,15	68,18	71,66	76,70	68,09
IDEAM Bogotá - Aut [21206960]												
Medios	65,65	64,70	67,81	69,56	69,65	68,17	67,67	64,94	63,90	68,19	73,41	67,13
Máximos	68,92	67,14	75,02	74,63	73,61	70,72	70,40	69,70	69,00	70,70	78,10	71,40
Mínimos	63,29	62,71	58,72	66,07	65,46	62,65	65,19	59,60	58,91	63,70	69,93	60,29
Universidad Nacional - Aut [21205012]												
Medios	72,74	72,10	75,63	75,89	76,14	74,10	72,00	70,40	70,60	73,98	78,86	73,23
Máximos	76,09	75,70	81,27	81,51	80,61	77,85	73,87	71,42	72,43	76,82	82,22	77,89
Mínimos	69,03	67,05	72,05	72,80	70,93	71,78	69,88	69,01	66,96	70,17	74,84	67,18
Promedio	**71,44**	**70,93**	**73,86**	**74,94**	**75,16**	**73,22**	**71,81**	**70,18**	**70,05**	**73,82**	**78,29**	**72,87**

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.4.1 Humedad relativa media mensual

Como se puede observar en el histograma de Figura 162, el comportamiento de la humedad relativa a lo largo del año presenta variaciones directamente relacionadas con los períodos de precipitación.

A modo general, el tiempo de humedad se extiende un poco más al periodo de lluvias, evidenciando altos porcentajes en los meses de marzo a junio, y de octubre a noviembre. La humedad relativa media anual presenta un valor de 73,05%. El valor medio más bajo se presenta en septiembre (70,05%), seguido de agosto, febrero, enero y julio, mientras que el mayor valor se registra en noviembre (78,29) seguido de mayo y abril.

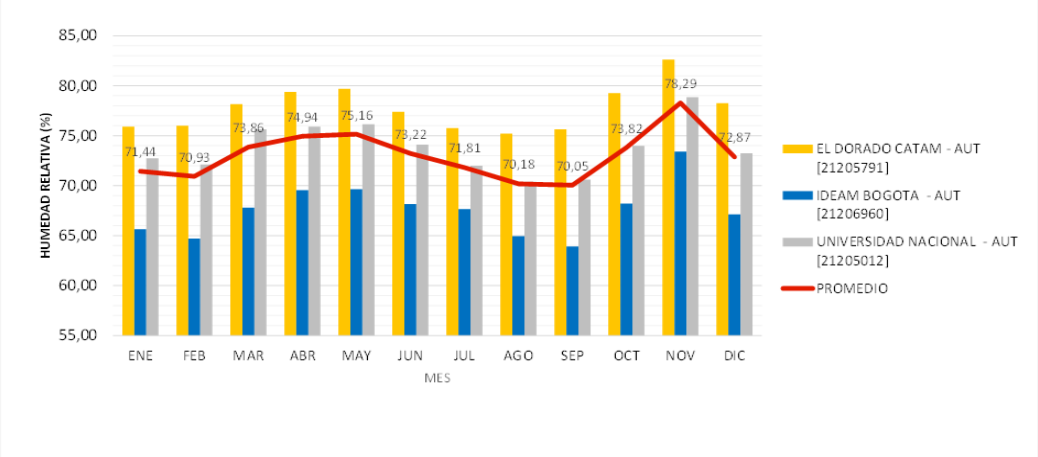


Figura 162 Humedad Relativa Media Mensual (%) – 2014 -2020

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.4.2 Humedad relativa máxima y mínima mensual

En la Figura 163 se esquematizan los valores medios máximos y medios mínimos. Los comportamientos son similares frente a los valores medios, presentándose las humedades altas extremas en noviembre, en la estación El Dorado Catam, con un máximo de 93,85%, y valores de humedad mínima extrema en los meses de marzo y septiembre, con un porcentaje de humedad relativa alrededor del 58 %, en la estación IDEAM Bogotá.

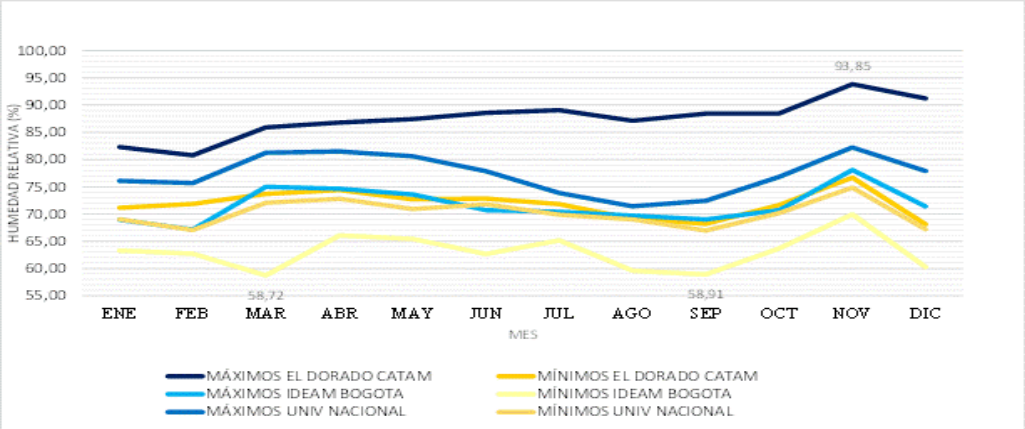


Figura 163 Humedad Relativa Media Máxima y Media Mínima Mensual (%) 2014 – 2020

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.5 Presión atmosférica

En virtud de su peso, la atmósfera gaseosa de la tierra ejerce una presión sobre la superficie terrestre. Esta presión es igual al peso de una columna vertical de aire de sección transversal unitaria, que actúa por arriba de la superficie de la Tierra, extendiéndose hasta los límites exteriores de la atmósfera (IDEAM, 2019).

De acuerdo con la SDA, en su (Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020), la presión atmosférica en un área determina, no solo la ocurrencia de lluvias, sino también la dispersión de contaminantes en la atmósfera, altamente vinculado con la temperatura del aire se debe a que cuando el aire está frío, éste desciende, aumentando la presión atmosférica y estabilizando la atmósfera. Por el contrario, cuando el aire está caliente, asciende, disminuyendo la presión y volviendo inestable la atmósfera.

El análisis de presión atmosférica en el área de estudio se basó en los registros publicados en el Informe anual de calidad del aire de Bogotá - Año 2020, de la (SDA), de cuatro (4) estaciones: Tunal, Estación Móvil 7ª, El Jazmín y Ciudad Bolívar.

Se analizó el comportamiento horario, mensual y multianual se analizaron los datos del año 2020 y para el comportamiento multianual, se utilizaron los datos de 11 años, desde el 2010 al 2020.

7.3.2.3.1.5.1 Presión atmosférica horaria

En la Tabla 140 y Figura 164 se presenta el comportamiento horario de la presión atmosférica, el cual varía regularmente en un período de 12 horas, presentándose dos (2) máximos: a las 10 de la mañana y 10 de la noche y dos (2) mínimos, siendo el más bajo a las 4 de la tarde, y el siguiente alrededor de las 4 de la mañana.

Tabla 140 – Variación de la Presión Horaria (mm Hg)– Año 2020

Hora	Tunal	Estación Móvil 7ma	El Jazmín	Ciudad Bolívar	Promedio hora
1:00	564	562,8	563,7	556,8	561,8
2:00	563,6	562,4	563,3	556,4	561,4
3:00	563,3	562,1	563,1	556,1	561,2
4:00	563,2	562	563	556,1	561,1
5:00	563,3	562,1	563,2	556,2	561,2
6:00	563,6	562,3	563,5	556,5	561,5
7:00	563,9	562,7	563,9	556,9	561,9
8:00	564,3	563,1	564,3	557,4	562,3
9:00	564,6	563,4	564,6	557,7	562,6
10:00	564,6	563,4	564,6	557,6	562,6
11:00	564,4	563,2	564,3	557,5	562,4
12:00	564	562,8	563,8	556,9	561,9
13:00	563,5	562,3	563,2	556,4	561,4
14:00	562,9	561,8	562,6	555,7	560,8
15:00	562,5	561,3	562,1	555,4	560,3
16:00	562,2	561,1	561,9	555	560,1
17:00	562,2	561,1	562	555,2	560,1
18:00	562,5	561,4	562,3	555,5	560,4
19:00	563	561,8	562,8	555,9	560,9
20:00	563,5	562,3	563,4	556,5	561,4
21:00	564	562,8	563,9	557	561,9
22:00	564,4	563,2	564,2	557,3	562,3
23:00	564,5	563,3	564,2	557,3	562,3
0:00	564,3	563,1	564,1	557,2	562,2
Promedio	**563,6**	**562,4**	**563,4**	**556,5**	**561,5**

Fuente: SDA,2020

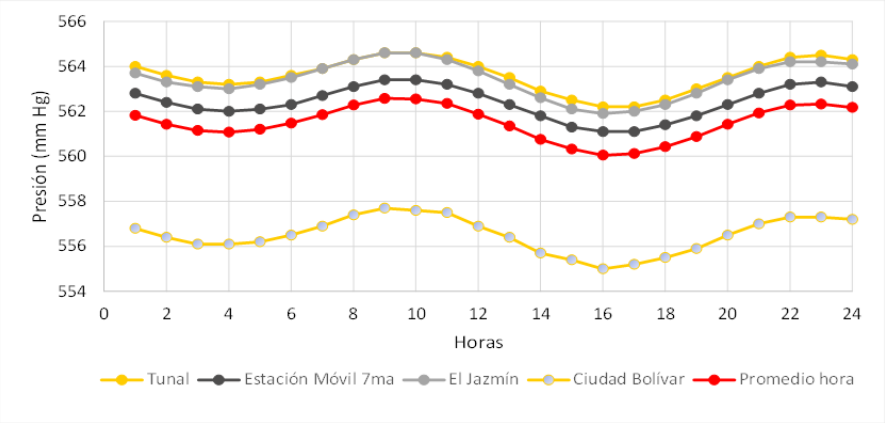


Figura 164 Ciclo Horario de la Presión Atmosférica

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.5.2 Presión atmosférica mensual

En general, la presión media mensual en las estaciones del área de influencia fluctúa entre 556,4 mm Hg (en diciembre) y 564,3 mm Hg (en mayo), con una amplitud de 7,9 mm Hg (ver Figura 165). Los valores más bajos de presión se registran en la estación Ciudad Bolívar y los valores más altos son registrados en la estación Tunal, coincidiendo con la altitud (m.s.n.m). En el área de estudio, y durante el año 2020, esta variable se caracterizó por poseer un incremento hacia los meses de abril, mayo y junio (este comportamiento puede relacionarse con las lluvias escasas presentadas en mayo de 2020, con relación al comportamiento histórico) y un descenso en diciembre.

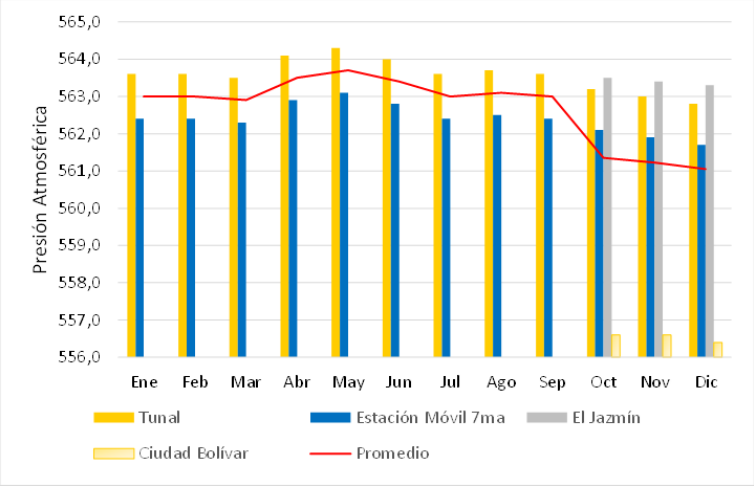


Figura 165 Comportamiento Mensual de la Presión Atmosférica en el Área de Estudio – Año 2020

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.5.3 Presión atmosférica multianual

Con el fin de profundizar en el comportamiento de la variable a través del tiempo, se tomó como referencia los valores medios mensuales multianuales registrados en el (Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020) de todas las estaciones de Bogotá D.C. (ver Figura 166). En general, durante el 2020 se presentó un descenso de la presión, con relación a los años anteriores, evidenciando una disminución a partir de mayo, que se hizo aún más pronunciada a finales del año, registrando los valores mínimos del periodo analizado (2010-2020).

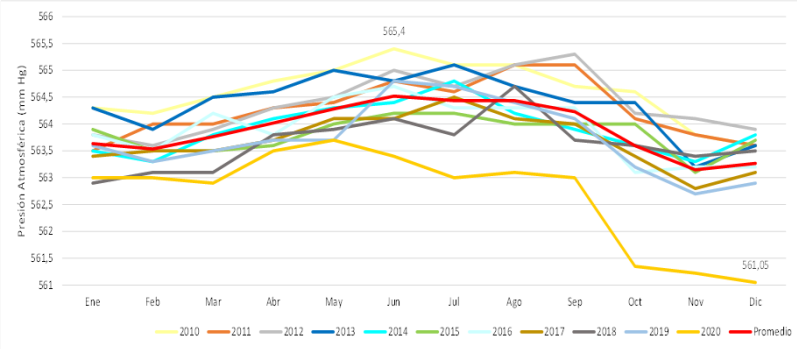


Figura 166 Comportamiento de la Presión Media Mensual en Bogotá – Periodo 2010-2020

Fuente: SDA,2020, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.6 Radiación solar

Para caracterizar el comportamiento de la radiación solar del área de estudio, se analizaron dos (2) indicadores comúnmente utilizados: la radiación global y el brillo solar. La información analizada proviene del (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia) del IDEAM

La irradiación global horizontal es el parámetro más importante para evaluar el potencial de la energía solar en un área en particular. Esta magnitud de radiación instantánea está expresada en unidades de potencia por unidad de superficie ((Energía / (Área * Tiempo)) y es medida en vatios por metro cuadrado (W/m2). A nivel global, la irradiación oscila desde un máximo entre 6,8 y 7,2 kWh/m2 por día en las regiones despejadas de nubosidad del Sahara, Arabia y el desierto de Atacama, hasta un mínimo de 1,3 kWh/m2 por día en las islas brumosas del Ártico. La media global está alrededor de los 4,0 kWh/m2 por día) (IDEAM, 2021).

Por otra parte, el brillo solar es la medición del tiempo de sol efectivo o cantidad de tiempo durante el cual la superficie del suelo es irradiada por la radiación solar directa (IDEAM, 2019).

En ese sentido, el análisis de radiación global realizado para el proyecto se basa en los resultados de las estaciones Universidad Nacional de Colombia y Apto El Dorado. Y el brillo solar es analizado de las estaciones Inem Kennedy, Observatorio Meteorológico Nacional, Centro Gaviotas, Venado Oro Vivero,

El Dorado Didáctica y Radiosonda El Dorado, así como las dos (2) estaciones usadas para la radiación global, todas del IDEAM.

7.3.2.3.1.6.1 Irradiación global

La radiación global de la zona de estudio se obtuvo a partir de dos (2) estaciones, sin embargo, la estación Universidad Nacional presentó información de promedios horarios mensuales de radiación que se tabularon en la Tabla 141.

A nivel diario, la radiación es medible a partir de las 5 horas hasta las 18 horas. A modo general, los valores más altos de radiación fluctúan entre 400 y 600 Wh/m2 y se presentan entre las 9 y 14 horas, extendiéndose hasta las 15 horas en el mes de julio. Solo en enero se registraron valores levemente superiores a los 600 Wh/m2. A nivel mensual, la mayor radiación media en la estación Universidad Nacional se registró en enero (4,20 kWh/m2) y la menor en abril (3,27 kWh/m2).

Tabla 141 – Promedio Horario de la Radiación Wh/m2 Estación Universidad Nacional

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0-1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3
1-2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4
2-3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3
3-4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3
4-5	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3
5-6	0,2	0,1	0,3	1,3	2,5	1,9	1,2	1,2	2,0	3,0	2,7	0,7
6-7	31,8	28,1	39,5	52,9	66,3	62,0	55,2	50,6	60,2	71,0	61,4	50,2
7-8	184,9	162,3	149,3	177,2	188,3	188,0	191,0	172,9	180,6	205,6	198,3	208,9
8-9	351,3	342,2	264,3	309,3	294,4	291,3	313,7	290,8	284,5	346,4	356,3	378,8
9-10	507,6	455,8	366,7	388,1	391,4	389,5	399,7	387,8	399,5	457,6	458,6	504,3
10-11	589,9	543,7	469,8	425,6	431,5	447,8	476,8	467,0	460,2	501,8	519,1	545,5
11-12	607,4	544,1	483,3	433,2	455,7	497,2	520,6	491,4	489,4	458,0	488,2	533,5
12-13	560,1	503,8	433,2	412,9	464,7	490,0	544,6	494,3	481,1	442,4	414,1	491,1
13-14	475,7	465,6	389,8	365,9	404,2	476,3	499,4	457,5	432,5	393,3	355,3	423,4
14-15	375,9	357,0	313,5	307,7	334,2	391,8	404,2	392,0	398,2	315,9	274,7	348,9
15-16	304,4	275,2	231,1	225,1	245,4	275,5	292,9	305,2	298,4	209,9	188,3	254,7
16-17	171,2	145,7	145,0	135,4	143,1	158,6	177,2	168,1	168,4	111,0	90,2	124,9
17-18	46,4	48,7	47,7	35,6	35,7	46,3	59,4	48,9	34,5	16,7	13,0	26,0
18-19	0,5	0,9	0,7	0,2	0,3	0,5	1,1	0,9	0,4	0,3	0,4	0,4
19-20	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
20-21	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3
21-22	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2
22-23	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
23-0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,2
Acumulada diaria (Wh/m2)	**4209,4**	**3875,3**	**3336,3**	**3272,5**	**3459,7**	**3718,5**	**3939,9**	**3732,3**	**3693,8**	**3534,9**	**3423,7**	**3894,1**
Acumulada KWh/m2	4,21	3,88	3,34	3,27	3,46	3,72	3,94	3,73	3,69	3,53	3,42	3,89
Promedio anual	3674,2											

Entre 0 y 200 (Wh/m2)	Entre 200 y 400 (Wh/m2)	Entre 400 y 600 (Wh/m2)	Entre 600 y 800 (Wh/m2)	Mayor a 800 (Wh/m2)

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Ahora bien, de acuerdo con la Figura 167, se concluye que el comportamiento de la radiación global es bimodal, la mayor radiación media mensual se presenta en enero con una media de 4,69 KWh/m2 (época seca), y la menor radiación se presenta en mayo con 3,51 KWh/m2, con una fluctuación de 1,18 KWh/m2. La radiación media en el área es de 4,04 kWh/m2.

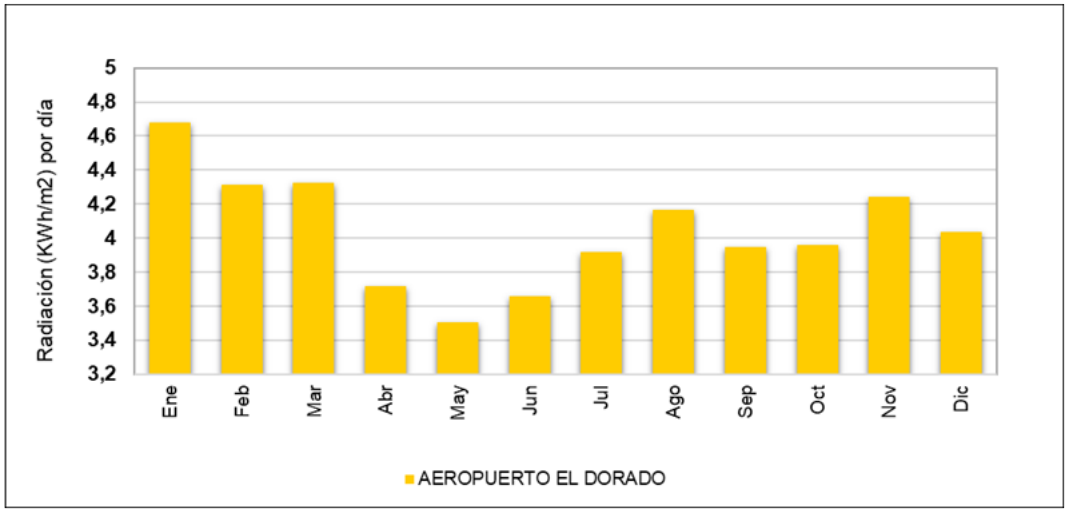


Figura 167 Radiación Media Mensual Wh/m2

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.6.2 Brillo solar

Los valores medios mensuales de brillo solar se presentan en la Figura 168, demostrando que, durante el año, predominan los máximos de diciembre a marzo y se presenta otro pico de brillo solar, aunque menos predominante que el anterior, de julio a agosto. En promedio, el número de horas-sol oscila entre 3,1 y 5,4 durante el día.

Por otra parte, los mínimos se presentan en abril-mayo-junio para el primer semestre, y octubre-noviembre en el segundo. En estos periodos la insolación media presenta un rango de 3,1 a 3,7 horas-sol diarias. El comportamiento presenta una relación con el régimen de lluvias, evidenciando que el brillo solar disminuye en periodo de lluvias (marzo a mayo y septiembre a noviembre) y aumentan en los periodos de sequía (diciembre a febrero y junio a agosto).

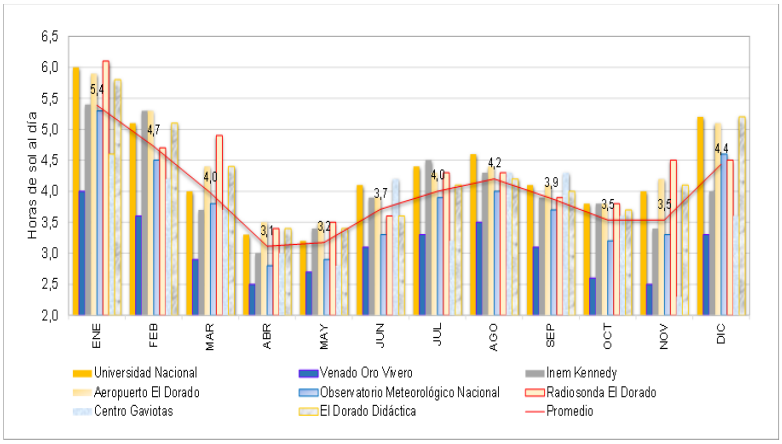


Figura 168 Promedios Mensuales de Brillo Solar en Horas de Sol al Día

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.6.3 Nubosidad

La nubosidad es la fracción del cielo (o bóveda celeste en término instrumental) que se encuentra cubierta por nubes, por tanto, para realizar la medición de nubosidad, el cielo se divide en 8 partes u octas. La cantidad de octas del cielo que se encuentren cubiertas determinan el nivel de nubosidad. En la Tabla 142 se presenta los parámetros establecidos para interpretar la nubosidad (Organización Meteorológica Mundial, OMS, 2021).

Tabla 142 – Interpretación de la Nubosidad

Octas	Definición	Categorías
0	Despejado	Despejado /Sin nubes / Buen tiempo
1	1/8 de cielo cubierto o menos, pero no cero	Ligeramente despejado
2	2/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
3	3/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
4	4/8 de cielo cubierto	Parcialmente nublado
5	5/8 de cielo cubierto	Parcialmente nublado
6	6/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
7	7/8 de cielo cubierto o más, pero no 8/8	Mayormente nublado
8	8/8 de cielo completamente cubierto, sin claros	Cubierto

Fuente: Basado en (Organización Meteorológica Mundial, OMS, 2021), recategorización propuesta por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Para el análisis de la nubosidad se tuvo en cuenta la información de ocho (8) años (2009 a 2016) de cuatro (4) estaciones: El Dorado Catam, Inem Kennedy, Jardín Botánico y Venado Oro Vivero; con la evaluación del comportamiento por rangos de cubrimiento horario, con tres (3) horas de lectura diaria: 07:00, 13:00 y 19:00.

En la Tabla 143 se presentan los valores medios mensuales multianuales de nubosidad para las estaciones cercanas al proyecto. Tal como se ve en la Figura 169, el valor promedio mensual multianual de nubosidad para el área de influencia del proyecto es de 2 octas, siendo este un cielo ligeramente nublado. En general, los valores de nubosidad diarios fluctúan entre ligeramente despejado (1) y parcialmente nublado (4).

Tabla 143 – Valores Medios Mensuales Multianuales de Nubosidad

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
El Dorado Catam	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Inem Kennedy	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Jardín Botánico	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Venado Oro Vivero	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Promedio	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

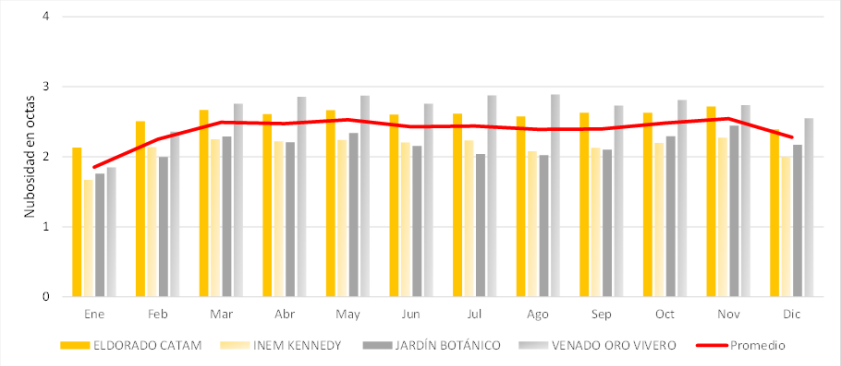


Figura 169 Distribución Media Mensual de Nubosidad en Octas

Fuente: IDEAM, 2021, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Aunque la nubosidad no fluctúa en gran medida, está relacionada directamente con la precipitación, evidenciando la media más alta en mayo y noviembre, es decir, directamente relacionada con los periodos de lluvia, e inversamente al comportamiento del brillo solar.

7.3.2.3.1.7 Evaporación y Evapotranspiración Potencial

En meteorología, se entiende por evaporación a la emisión de vapor desde una superficie líquida de agua libre, a temperatura inferior al punto de ebullición. La cantidad de agua evaporada es expresada en milímetros (mm) (IDEAM). De acuerdo con (IDEAM, 2007), la evaporación depende de factores climáticos como la temperatura, radiación solar, insolación, humedad y viento; y de factores no climáticos como la elevación o altitud del lugar.

Por otra parte, la evapotranspiración potencial (ETP) es la cantidad máxima de agua que puede evaporarse en un clima dado por una cubierta vegetal continuo bien dotada de agua. Es un proceso que

comprende la evaporación de todos los tipos de superficie (agua-vegetación-suelo), en un intervalo de tiempo dado y en una región determinada. También se expresa en altura de agua (mm). En la ETP influyen factores meteorológicos (radiación solar y terrestre, temperatura del aire y de la superficie evaporante, velocidad del viento, humedad relativa del aire en contacto con la superficie y la presión atmosférica), factores del suelo (contenido de agua, propiedades físicas, exposición) y factores de la vegetación (sistema radicular, extensión, morfología del área foliar) (IDEAM).

Ambos indicadores son analizados con los datos de la estación Apto El Dorado, los registros de los datos de evaporación provienen del Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo del (IDEAM, 2007) y la evapotranspiración potencial es analizada de los datos consolidados en el (Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010) del IDEAM.

A modo general, a medida que la incidencia de horas de brillo solar se incrementa, también lo hace la evaporación y la evapotranspiración potencial, y en relación inversa con la humedad relativa de la atmósfera y las precipitaciones. Asimismo, se evidencia que tanto la evaporación como la evapotranspiración potencial entre enero y marzo es superior con respecto a los otros meses del año, siendo el periodo de sequía en el cual el mayor volumen de agua se transforma en vapor (ver Figura 170).

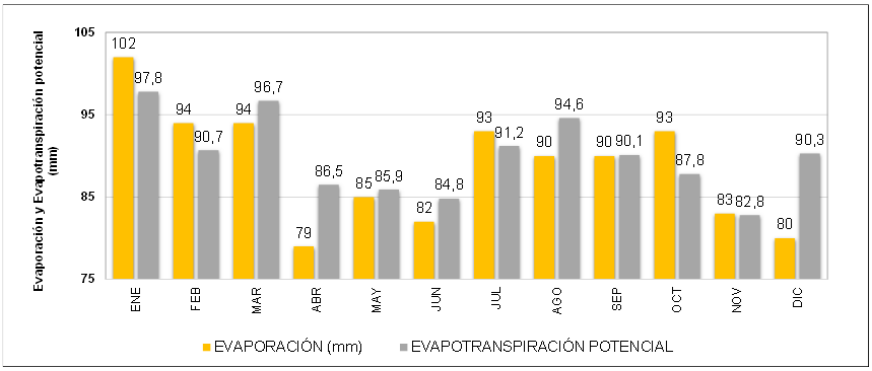


Figura 170 Medio Multianual de Evaporación y Evapotranspiración Potencial. Aeropuerto El Dorado

Fuente: IDEAM ,2007 y Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.1.8 Zonificación climática

La información analizada permitió la aplicación de la clasificación climática de Caldas-Lang, teniendo como soporte un sistema de información geográfico donde se correlacionaron espacialmente las variables precipitación, temperatura y altura.

Para el procesamiento de los datos se combinaron técnicas de agrupamiento estadístico, la información obtenida se desplegó en el sistema de información geográfica ARC/MAP, realizando interpolación mediante distancia inversa ponderada (IDW) por sus siglas en ingles.

Para la clasificación de los pisos térmicos, se tuvo en cuenta la elevación del área de estudio (2564 a 2611 msnm), así como la distribución espacial de la temperatura, obteniendo valores medios entre 14,6 °C y 15,7 °C, con una media total mensual multianual de 15,3°C, para posteriormente determinar el piso térmico presente en la zona en general.

Dadas las condiciones climáticas en el área de estudio, y según la clasificación Caldas- Lang, citado por (Gutierrez Rey, 1991), el proyecto se encuentra en piso térmico “Frío” (rango de altura entre 1800 y 2800 msnm y temperatura entre un rango de 12 y 17,5 °C).

Ahora bien, el factor de Lang está determinado por la relación existente entre la precipitación y la temperatura (P/T), por tal motivo se utilizó la distribución espacial de las precipitaciones donde se presentan variaciones entre 726,2 mm a 1393,9 mm anual, al igual que la distribución espacial de la temperatura donde se obtuvo un promedio mensual multianual de 15,3 °C. En la Tabla 144 se presenta la clasificación climática por Caldas – Lang, tenida en cuenta para este análisis.

Tabla 144 – Clasificación Climática de Caldas – Lang

Factor Lang P/T	Clasificación Climática
0-20	Desértico
20-40	Árido
40-60	Semiárido
60-100	Semihúmedo
100-160	Húmedo
>160	Superhúmedo

Fuente: Caldas- Lang, citado por Gutiérrez Rey, 1991

Dado lo anterior, y teniendo en cuenta lo observado en la Figura 171 se define el área de estudio del proyecto en su mayoría como frío semihúmedo y una menor parte, al costado noroccidental del área de influencia, como frío semiárido.

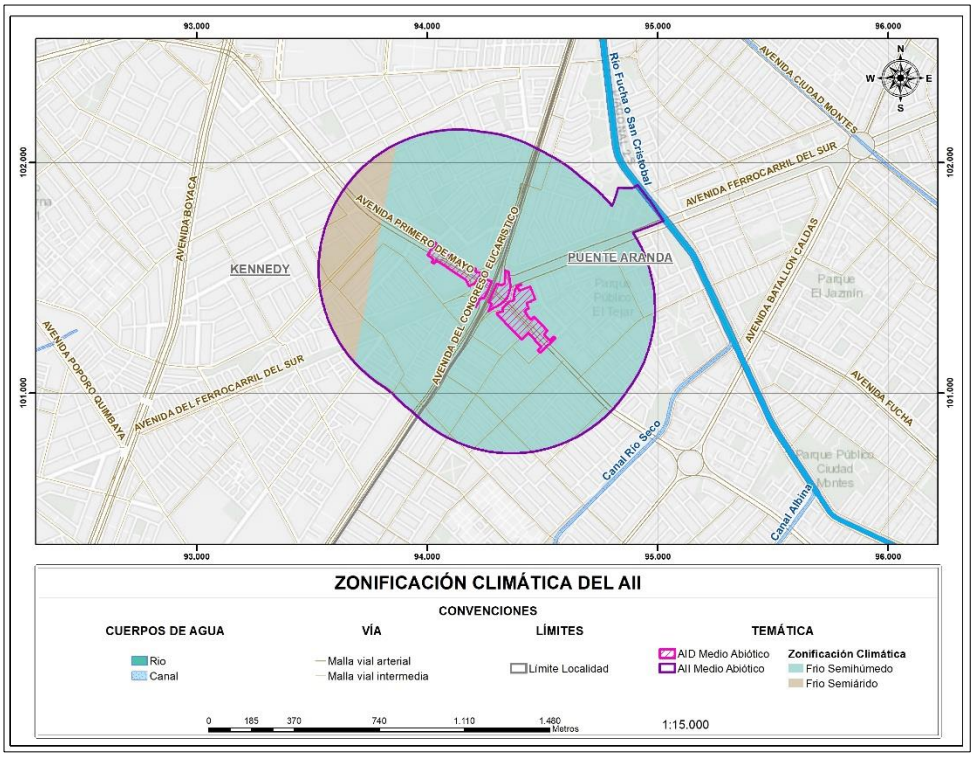


Figura 171 Zonificación Climática del AII

Fuente: IDEAM, elaborado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.3.2 Calidad del aire

Es importante resaltar que el monitoreo de calidad de aire que se presenta a continuación fue realizado por el (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá L1, 2021) para el EIAS de la Primera Línea del Metro de Bogotá, a partir de esta información se construyó la línea base de calidad de aire para el presente estudio, extrayendo los resultados de cuatro (4) puntos de monitoreo.

7.3.2.3.2.1 Identificación de fuentes de emisiones

A continuación, se describen los diferentes tipos de fuentes contaminantes establecidas según el Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS.

- Fuentes de emisiones fijas: Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.
- Fuentes de emisiones fijas puntuales: Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

- Fuentes de emisiones fijas dispersas o difusas: Es aquélla en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción.
- Fuentes de emisiones móviles: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Durante la campaña de calidad de aire efectuada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá; se realizó la identificación y georreferenciación de las fuentes de emisiones atmosféricas del área de influencia del componente atmosférico, utilizando información secundaria de la Secretaria Distrital de Medio Ambiente se identificaron y localizaron las principales fuentes fijas de emisión sobre el área de influencia del proyecto: Fijas (dispersas, de área y/o puntuales) y las fuentes móviles definidas anteriormente y se definen sus respectivos aforos, siguiendo los lineamientos del numeral 5.2.3.2 del anexo 1 AT 15.

7.3.2.3.2.1.1 Fuentes de emisión fijas

Dentro del área de influencia de acuerdo con la información emitida por la Secretaría Distrital de Ambiente, hay 5 fuentes fijas de emisión en el área de influencia del proyecto, tal como se muestra en la Figura 172, las cuales operan con estufa industrial, horno, tostador, caldera y estufa industrial. En Figura 172, se muestra la ubicación geográfica de las fuentes fijas y en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_3 Atmosférico el inventario de estas.

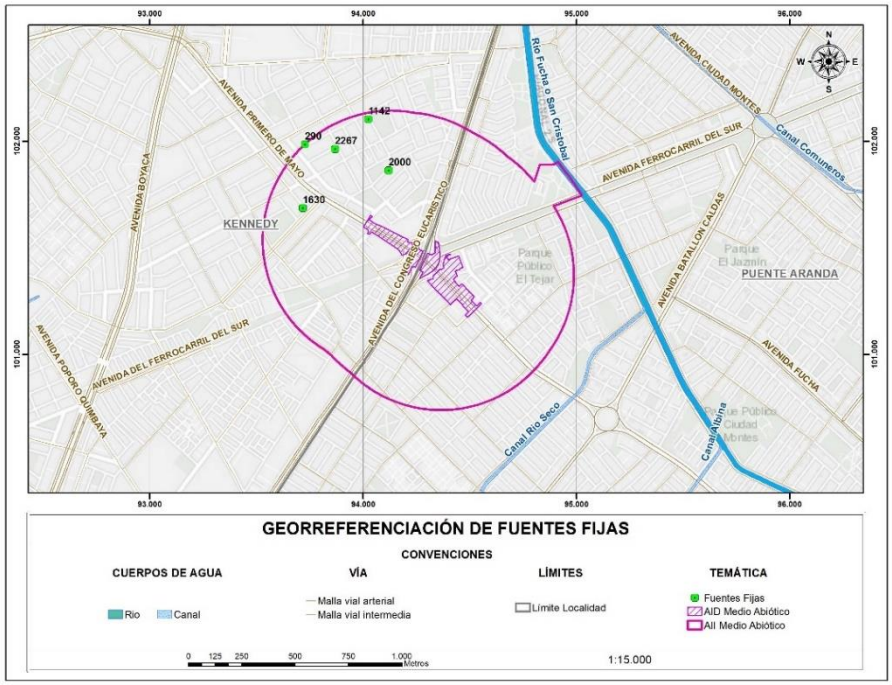


Figura 172 Georreferenciación de Fuentes Fijas

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

7.3.2.3.2.1.2 Fuentes móviles

Se realizó aforo vehicular durante un periodo de veinticuatro (24) horas continuas, en un día hábil y festivo, sobre las vías del área de influencia del proyecto (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A07/ 7_3 Atmosférico). En cada punto de aforo se describió las características de las vías: ancho, número de carriles, material de rodadura de la vía y pendiente, asimismo, se clasificaron los vehículos que transitan por las vías por peso y tipo de combustible. En la Tabla 145, se muestra la clasificación de las fuentes móviles y en las figuras Figura 173, Figura 174, Figura 175 y Figura 176 se muestran la vías aforadas o monitoreadas las cuales influyen en el área de influencia del proyecto.

Tabla 145 – Clasificación de Fuentes Móviles

Punto	Motocicletas	Vehículos y camionetas	Buses	Camiones de dos ejes	Camiones de tres ejes	Camiones de cuatro ejes	Camiones de cinco y más ejes
M11	399729	615471	58435	37598	3342	252	1434
M12	37664	654884	61201	28564	3521	189	1540
M13	196572	351928	23366	24578	2092	70	654
M14	184560	360145	25478	32144	2145	103	847

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

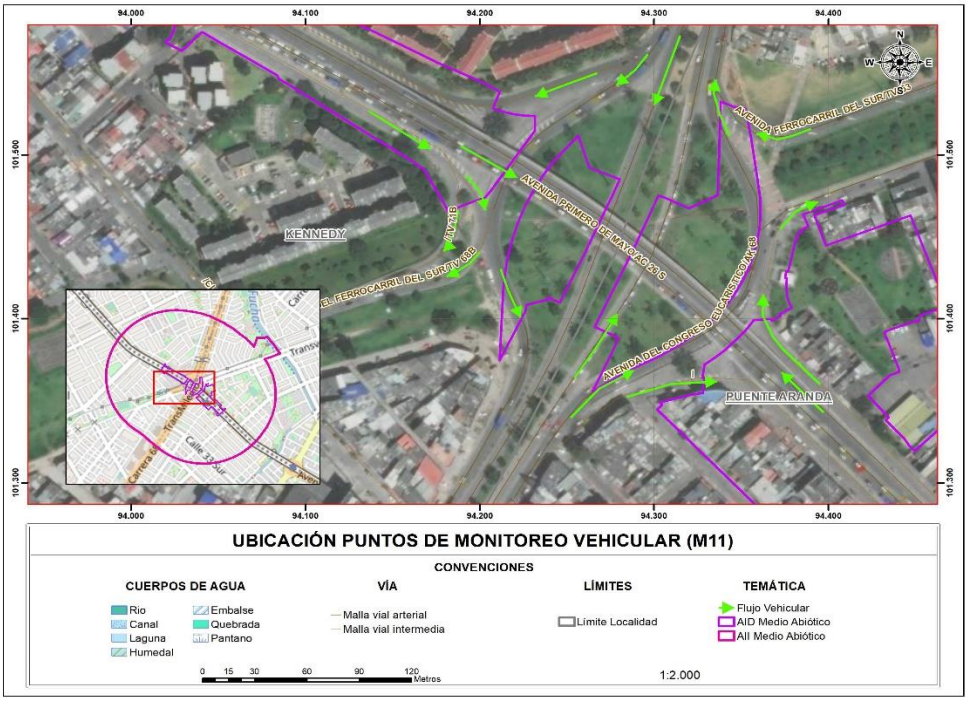


Figura 173 Monitoreo Vehicular M11

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

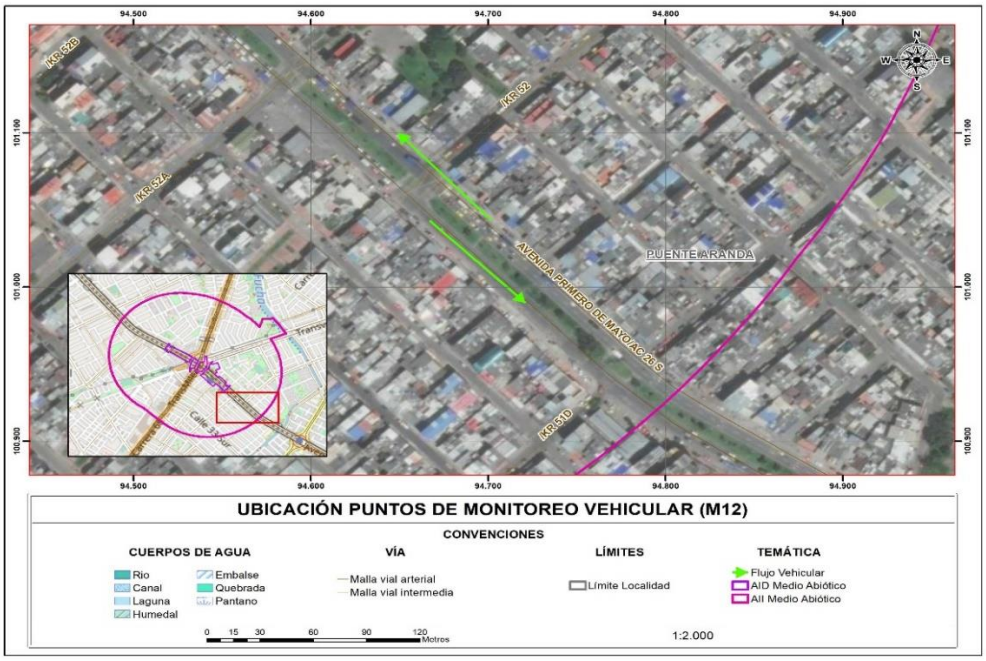


Figura 174 Monitoreo Vehicular M12

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021



Figura 175 Monitoreo Vehicular M13

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

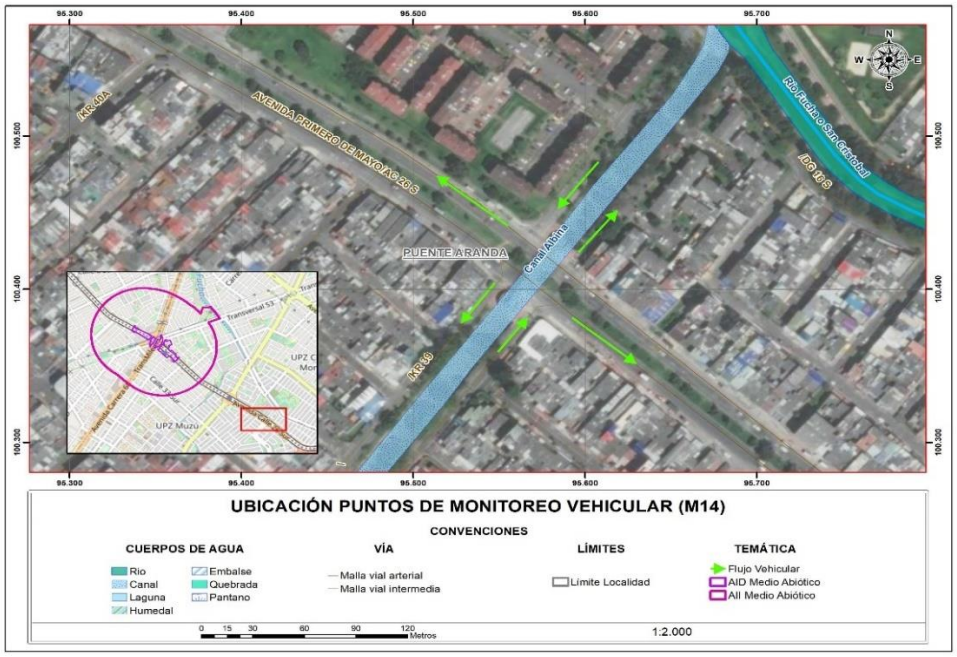


Figura 176 Monitoreo Vehicular M14

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021



Fotografía 24 Aforos vehiculares día hábil y no hábil.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.2.3.2.2 Monitoreo de calidad de aire ejecutado por el Consorcio Ambiental Metro

- Macrolocalización

Para la macrolocalización de los receptores sensibles, se inició con la identificación de elementos afectados por contaminación atmosférica, entre ellos son: viviendas e infraestructura social, económica, educativa, cultural, recreativa y de salud, entre otros. Es importante tener en cuenta que los monitoreos se llevaron a cabo entre el 15 de septiembre y el 3 de octubre del año 2021.

Este análisis se realiza mediante imágenes satelitales y cartografía base donde se georreferencia los principales receptores ubicados en el área de estudio (1Km) considerando los criterios como la dinámica de los vientos y la distribución simétrica de los puntos o estaciones de monitoreo abordando el área de influencia.

Con base a esta información, la ubicación de los sitios tuvo en cuenta que se pudiera capturar las concentraciones vientos debajo de la fuente de emisión; el comportamiento de los vientos tiene una variabilidad de la dirección que puede tener una resolución horaria o diaria o mensual, lo cual puede cambiar permanentemente el concepto de vientos arriba y vientos debajo de la fuente de emisión.

Se determinó que la disposición de las estaciones de calidad de aire se ubicara cerca al área de influencia del proyecto, al sur y noreste del área de intervención (ver Tabla 146 y Figura 177).

Tabla 146 – Ubicación de Estaciones de Calidad de Aire

Punto	Coordenadas		Receptores sensibles potenciales
	Latitud	Longitud	
Punto 11	4°36'25,09" N	74°08'10,58" O	Residencial
Punto 12	4°36'26,05" N	74°07'39,86" O	Colegio Parroquial Monseñor Emilio De Brigard
Punto 13	4°36'41,53" N	74°07'08,22" O	Colegio Luis Carlos Galán
Punto 14	4°36'11,77" N	74°07'26,24" O	Colegio Benjamín Herrera

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

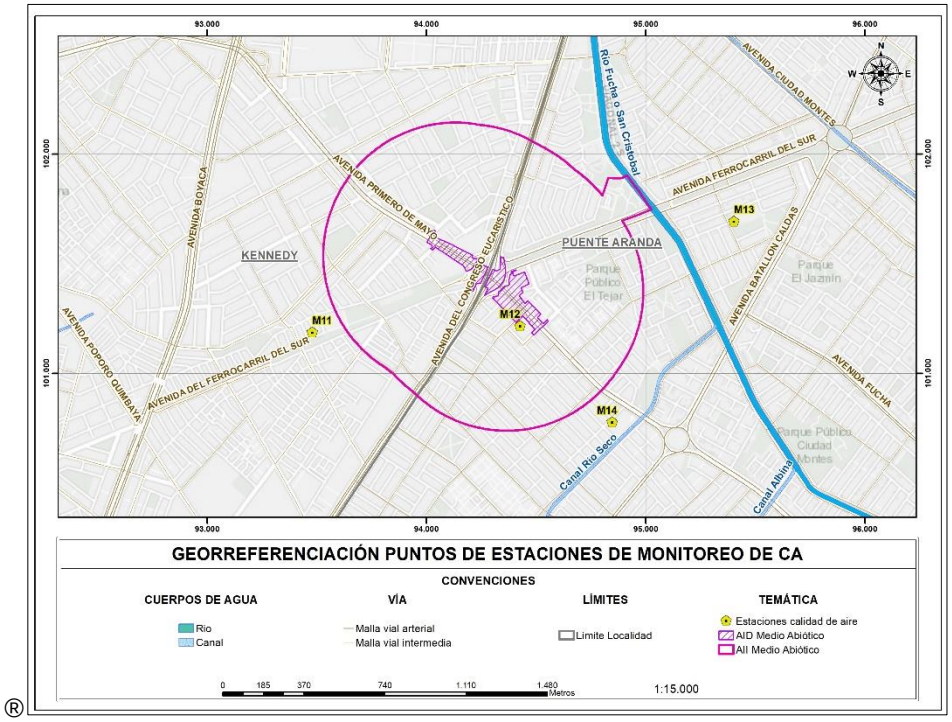


Figura 177 Georreferenciación Puntos de Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.2.3.2.2.1 Análisis de resultados de los monitoreos

El material particulado cuyo diámetro de partícula varía entre 2,5 y 10 µm se denomina PM10, este material puede ser inhalado y penetra fácilmente el sistema respiratorio, causando efectos adversos a la salud de las personas, específicamente a la salud respiratoria, debido a que viajan profundamente en los pulmones, y compuesto de elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos que podrían causar cáncer).

7.3.2.3.2.2.1.1 Material Particulado PM10

Según los resultados, los valores de PM10 registrados en los monitoreos, no exceden los niveles permisibles (75 µg/m3) establecidos en la resolución 2254 de 2017 (ver Figura 178).

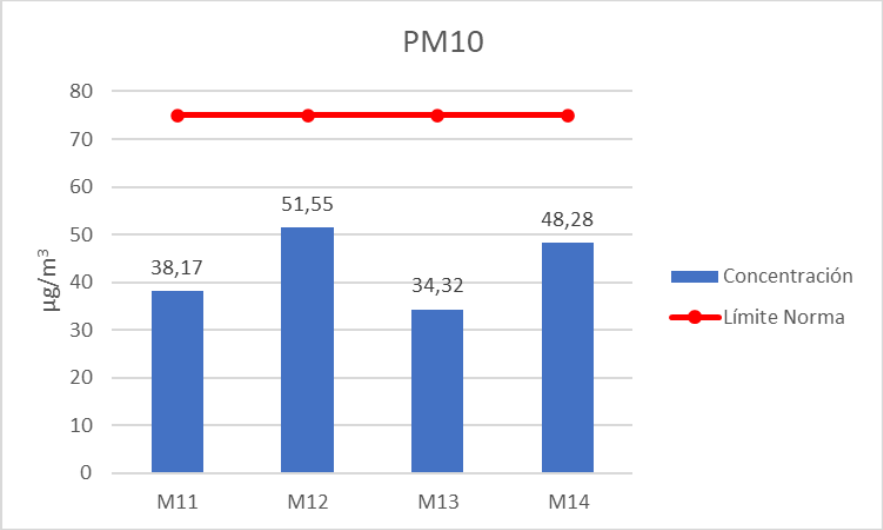


Figura 178 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Índice de calidad de aire

Teniendo en cuenta el Capítulo IV de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del MADS, el Índice de Calidad del Aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire. Es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociadas unos efectos generales que deben ser tenidos en cuenta para reducir la exposición a altas concentraciones por parte de la población. El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos, el ICA del material particulado PM10 presentó una calidad del aire buena.

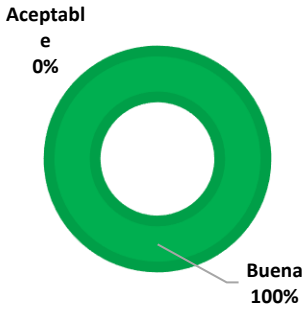


Figura 179 ICA´s de las máximas concentraciones de PM10 reportadas por laboratorio

Fuente: Basado en resultados del Laboratorio ASOAM, Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

7.3.2.3.2.2.1.2 Material Particulado PM2.5

El material particulado cuyo diámetro de partícula es menor o igual a 2,5 se denomina PM2.5 y generalmente es producido por procesos de combustión de combustibles fósiles, a partir de la condensación de gases, de reacciones químicas en la atmósfera, la inhalación puede ocasionar enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

En la Figura 180 se presentan las concentraciones máximas validadas registradas en la campaña de monitoreo comparados contra el nivel máximo permisible establecido para tiempos de exposición de 24 horas (37 µg/m33) por la Resolución 2254 de 2017 del MADS a condiciones normales (25°C y 760 mmHg). Se evidencia que los valores se encuentran por debajo del límite permisible.

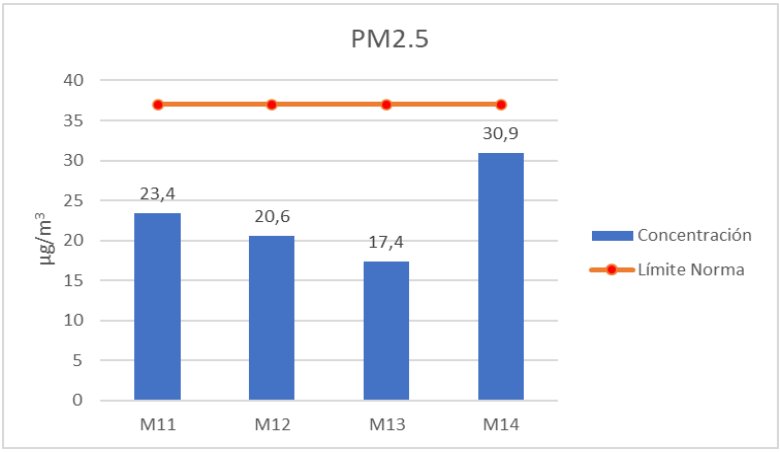


Figura 180 Concentraciones Máximas por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

- Índice de calidad de aire

El ICA es calculado según lo estipulado en el Artículo 21 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS y será reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos. El ICA del material particulado PM 2.5 presentó, en la mayoría de los casos de la estación M-11, una calidad del aire aceptable y buena. El día 29 de septiembre esta estación M11 presentó un estado de calidad del aire dañino a la salud de grupos sensibles, asimismo la estación M-13 Colegio Luis Carlos Galan, presentó estos valores.

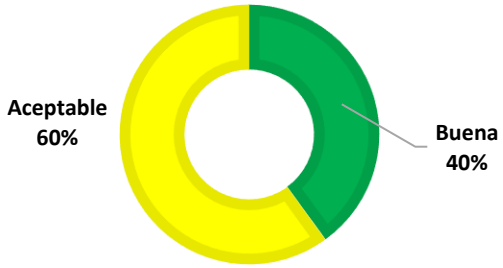


Figura 181 ICA´s de las máximas concentraciones de PM2,5 reportadas por laboratorio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

7.3.2.3.2.2.1.3 Dióxido de Nitrógeno (NO2)

Dentro de la gama de óxidos de Nitrógeno se identifican seis tipos: NO, NO_2, N_2O, N_2O_3, N_2O_4 y N_2O_5: dentro del contexto de calidad del aire se hace referencia solo a NO y NO_2 (Gases incoloros) y se expresan típicamente como NO_x, sin embargo, la resolución 2254 de 2017 regula las concentraciones de NO_2 y entonces este es el contaminante objeto de discusión dentro de este numeral. Los óxidos de nitrógeno son producidos al quemar combustible a temperaturas muy altas a partir del nitrógeno del aire. También son producidos a partir de nitrógeno del carbón y los aceites pesados: grandes generadores de energía eléctrica, grandes calderas industriales, motores de combustión interna, plantas de ácido nítrico.

En la Figura 182 se observa que las concentraciones diarias no exceden el límite máximo permisible de 200 µg/m3 establecido en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017 del MADS.

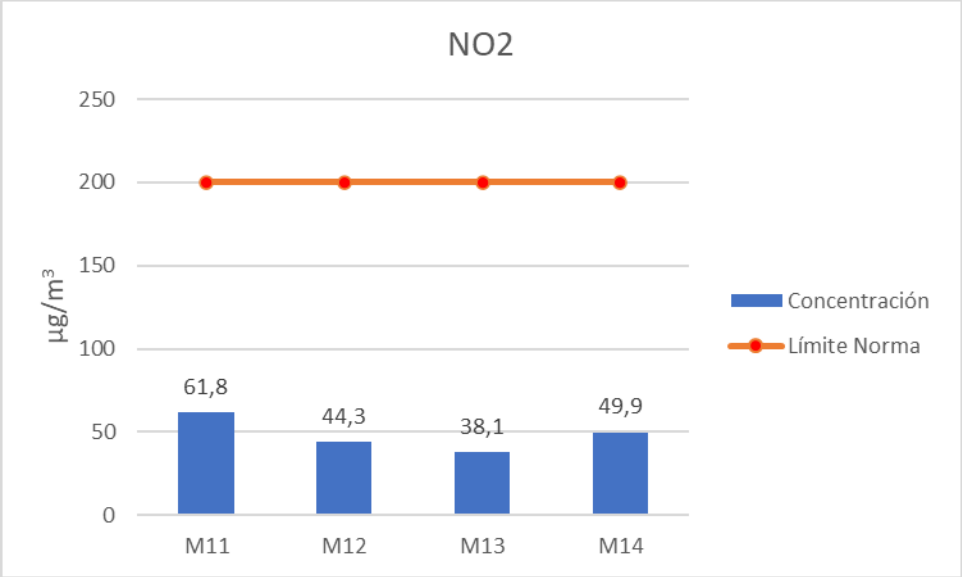


Figura 182 Validación de datos NO_2

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

La gran mayoría de los valores validos no sobrepasaron el límite permisible, la concentración máxima válida se presentó en la estación M-11 (61,8 µg/m³), sin sobrepasar el límite permisible horario; la concentración mínima (38,1 µg/m³) se presentó en la estación M-13, ubicada Transversal 52a Bis con calle 1ª. El promedio de las estaciones (M-11 a M-14) fue de 48,53 µg/m³.

- Índice de calidad de aire

El ICA del dióxido de nitrógeno NO_2 presentó una calidad del aire buena.

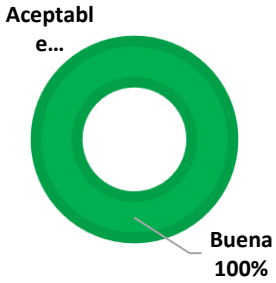


Figura 183 ICA´s de las máximas concentraciones de NO2 reportadas por laboratorio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

7.3.2.3.2.2.1.4 Dióxido de Azufre (SO2)

El límite máximo permisible establecido para tiempos de exposición de 24 horas (50 µg/m3) en la Resolución 2254 de 2017 del MADS no fue superado en ninguno de los días evaluados, lo que indica que las fuentes que emiten este gas a la atmósfera no representan una amenaza en la calidad del aire.

Las concentraciones de este contaminante se encuentran influenciadas principalmente por la combustión generada por el flujo vehicular. En cuanto al promedio anual, la norma no fija un límite permisible para este gas.

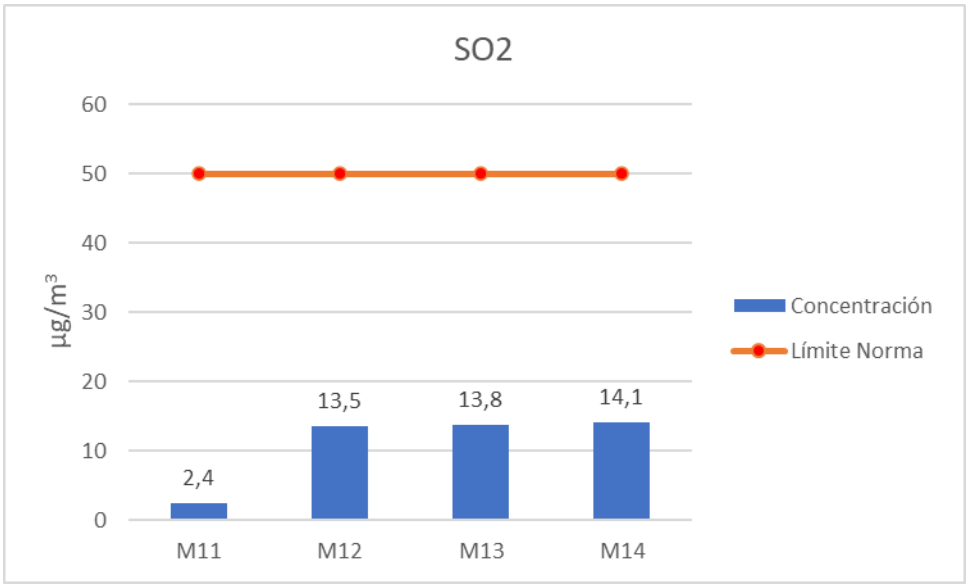


Figura 184 Concentraciones Máximas de SO_2 por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

- Índice de calidad de aire

En el presente informe no se incluyen los índices de calidad del dióxido de azufre SO_2 ya que la metodología empleada fue realizada en un periodo de muestra de 24 horas y con el rango que se establece de acuerdo con el Capítulo IV de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Índice de Calidad del Aire (ICA) es de 1 hora y el tiempo de medición de este contaminante corresponde a 24 +/- 1 hora.

7.3.2.3.2.2.1.5 Monóxido de carbono (CO)

Para determinar las concentraciones del parámetro Monóxido de Carbono (CO), se empleó un equipo analizador automático, en el que cada tiempo de medición es representativo para una hora de monitoreo, es decir que se obtienen 24 concentraciones diarias de este contaminante. Para el análisis

de datos horarios se determinó la concentración máxima del contaminante criterio durante cada día de monitoreo de la jornada ejecutada entre el 15 de septiembre y el 02 de octubre de 2021, estos datos fueron comparados con el límite máximo horario establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (35000 µg/m3) se estableció que ninguno de los datos supera el límite normativo

Con los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo es posible concluir que las concentraciones de monóxido de Carbono tienen un comportamiento relativamente constante en 3 estaciones; M-12, M-13 y M-14. Por otra parte, las concentraciones de la estación M11 superan el máximo permisible en la mayoría de los datos registrados (5000 µg/m3 establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS). Se puede inferir que la fuente principal de CO en el estudio son los motores de combustión interna incompleta de vehículos con combustibles productos del petróleo proveniente de las vías que se ubican cercanas a las estaciones de monitoreo.

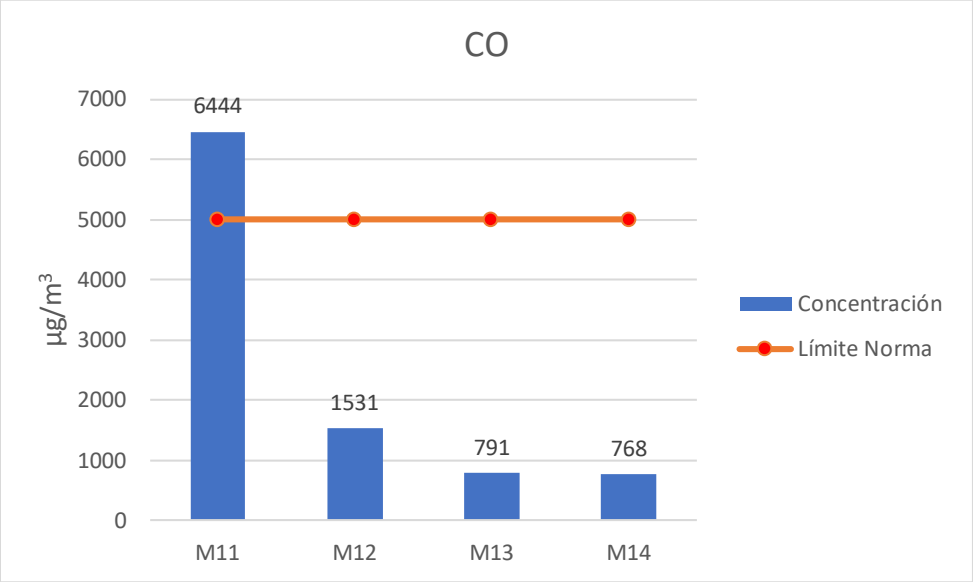


Figura 185 Concentraciones Máximas de CO por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

- Índice de calidad de aire

Como se muestra en la Figura 187 el ICA del monóxido de carbono CO reportaron valores de concentración por debajo de 5000 µg/m3, clasificando el estado de la calidad del aire como buena. Estas concentraciones no representan niveles de riesgo con base en la generación de comorbilidades en grupos específicos de la población.

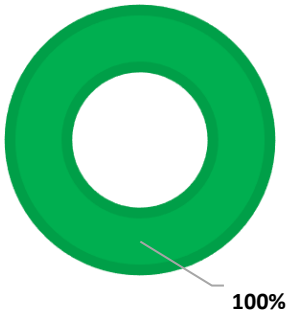


Figura 186 ICA´s de las máximas concentraciones de CO reportadas por laboratorio.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

7.3.2.3.2.2.1.6 Hidrocarburos totales (HCT´s)

En la estación M-11, se registraron concentraciones variables de los hidrocarburos Heptano C-7, Octano C-8, Nonano C-9, Decano C-10, Undecano C-11 y Dodecano C-12. Los límites de cuantificación corresponden a <5 µg equivalente a <0.005 µg del método de análisis (Cromatografía de gases con detector de ionización en llama).

Las mediciones realizadas para las estaciones M-12, M-13 y M-14, fueron ejecutadas en dos flujos, bajo volumen (16,67ml/min) y alto volumen (66,6 ml/min). Al realizarse una medición de alto volumen se pretende capturar la mayor cantidad de muestra que permita encontrar con mayor facilidad la presencia de HCT en el ambiente en caso de que estos estén presentes. Para el caso de los Hidrocarburos Totales se reportan los valores obtenidos de Total 10-14 dados como metano (ng/muestra), ya que refieren el total de HCT capturados, teniendo en cuenta que esta sumatoria involucra las capturas de n-C10, n-C11, n-C12, n-C13, y n-C14.

Las muestras tomadas a bajos volúmenes permitió determinar que la mayoría de los datos obtenidos fueron inferiores al límite de cuantificación, esto quiere decir que las muestras recolectadas a 16,6 ml/min no captaron la cantidad de analito suficiente para analizar, es por esta razón que se realizaron mediciones a alto volumen, pues al aumentar el flujo, es más factible captar alguna proporción de contenido con carga Hidrocarburos Totales. Teniendo en cuenta los valores de HCT, se identifica que la disponibilidad de este contaminante en la atmosfera es baja y no se considera una amenaza al ambiente y/o a la salud, ya que, en las estaciones de monitoreo M-12 a M-14, en la mayoría de los días monitoreados las concentraciones son inferiores al límite de cuantificación de la técnica analítica de 20 ng, obteniendo promedios de concentración que oscilan entre 19 y 23 µg/m3 a alto volumen, valores que se consideran de baja incidencia sobre el ambiente y sobre la salud ya que no superan los 25 µg/m3. Esto quiere decir que las zonas estudiadas no cuentan con fuentes de aporte de Hidrocarburos

Totales realmente significativos, ya que este contaminante se asocia principalmente a combustiones incompletas o a descomposición de materia orgánica en ausencia de gas que en las zonas urbanas estudiadas es poco probable que se presenten.

- Índice de calidad de aire

En la Resolución 2254 del 2017 del MADS, no se establecen límites permisibles diarios que permitan realizar una comparación normativa. Para los Hidrocarburos Totales no se calcula el Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 artículo 20 Tabla 6.

7.3.2.3.2.2.1.7 Compuestos orgánicos volátiles (COV´S)

Los VOC´s objeto de estudio (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p, m – Xileno y o – Xileno), la estación M-11 registraron en la mayoría de los casos valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado en el laboratorio para su cuantificación correspondiente a <5 µg equivalente a <0.005 µg, no obstante, se registraron concentraciones variables de los parámetros Benceno, Tolueno, Etilbenceno, p, m – Xileno y o – Xileno.

Las estaciones M12 a M14 presentaron un bajo volumen (16,67ml/min) y alto volumen (66,6 ml/min) al realizarse una medición de alto volumen se pretende capturar la mayor cantidad de muestra que permita encontrar con mayor facilidad la presencia de VOC’s en el ambiente en caso de que estos estén presentes. Se reportan los valores obtenidos de Total C6 a C9 dados como metano (ng/muestra), ya que refieren el total de VOC’s capturados, teniendo en cuenta que esta sumatoria involucra las capturas de benceno, tolueno, Etil-Benceno, m,p-Xileno, o-xileno, 3metil-penteno, 2,2,4-trimetilpenteno y 1,2,4-trimetilbenceno. Los resultados evidencian dos escenarios en el comportamiento de la disponibilidad del contaminante en las zonas de monitoreo, ya que algunos días se registran valores de concentración y otros días no evidenciaron algún tipo de contaminación pues la muestra efectuada se encuentra por debajo del límite de cuantificación. Sin embargo, con los valores promedios obtenidos se puede afirmar que la disponibilidad de VOC’s no es realmente significativamente peligrosa o consideradas una amenaza al ambiente y la salud, ya que los promedios arrojados en las estaciones M-12 a M-14 oscilan entre 25 - 30 µg/m3 para medición en alto volumen y 17-24 µg/m3.

7.3.2.3.2.2.1.7.1 Cumplimiento Normativo

Es importe mencionar que en la Resolución 2254 del 2017 del MADS, no se establecen límites permisibles diarios que permitan realizar una comparación normativa, ya que sólo el Benceno y Tolueno, que están regulados por el Artículo 4 de la Resolución 2254 del 2017 del MADS.

Sin embargo, no es posible realizar la comparación de los resultados obtenidos con los niveles máximos permisibles establecidos normativamente, en tiempos de exposición anual para el Benceno debido a que no se cuenta con el mínimo de datos para determinar el promedio anual, correspondiente a un total de mínimo de 121 datos de concentración diaria medida cada tres días en estaciones que operan manualmente y para el Tolueno el tiempo de medición establecido en el método de referencia aceptado

por el IDEAM, EPA TO-17, fija un tiempo de monitoreo de 60 minutos, difiriendo del tiempo de exposición de 30 minutos y semanal, regulado por la Resolución 2254 del 2017.

- Índice de calidad de aire

Para el parámetro de COV's no se calcula el Índice de Calidad del Aire (ICA) de acuerdo con lo establecido en la Tabla 6 del artículo 20 de la Resolución 2254 de 2017.

7.3.2.3.2.2.1.8 Ozono (O_3)

Para determinar las concentraciones del parámetro Ozono (O_3), se empleó un equipo analizador automático, en el que cada tiempo de medición es representativo para una hora de monitoreo, es decir que se obtienen 24 concentraciones diarias de este contaminante. Para el análisis de datos horarios se determinó la concentración máxima del contaminante criterio durante cada día de monitoreo, posteriormente se realiza el cálculo de la media móvil y estos datos fueron comparados con el límite máximo establecido en la Resolución 2254 del 2017 del MADS (100 µg/m3). Se estableció que la estación M-11 los días 16 y 17 de septiembre de 2021 presentó resultados mayores al límite normativo de 100 µg/m3.

Los resultados de concentraciones de Ozono troposférico en las estaciones M-12 a M-14, permiten establecer que la presencia de O3 no corresponde a una emisión directa de este contaminante, sino que se establece como un producto secundario, ya que la reacción fotoquímica (presencia de radiación solar) de óxidos de nitrógeno (NO_2), compuestos orgánicos volátiles (VOC's) e hidrocarburos totales (HC) da paso a la formación de ozono troposférico.

De lo anterior es posible afirmar que las concentraciones de ozono no tienen implicaciones especiales ya que sus concentraciones son inferiores al límite de cuantificación de 100 µg/m3 establecido por la resolución 2254 de 2017.

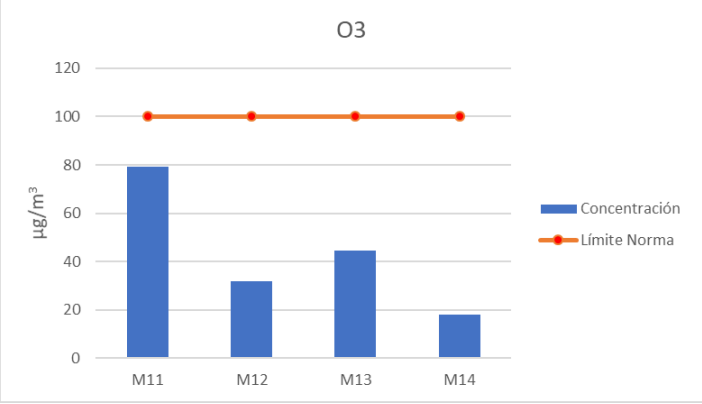


Figura 187 Concentraciones Máximas de O_3 por Estación y Cumplimiento Normativo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

- Índice de calidad de aire

El ICA del ozono O_3 presentó en la mayoría de los casos una calidad del aire buena.

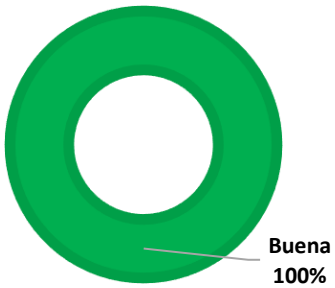


Figura 188 ICA´s de las máximas concentraciones de O3 reportadas por laboratorio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1

7.3.2.3.2.3 Monitoreos Ejecutados para la Troncal de la Avenida 68- Transmilenio.

A continuación, se presentan los resultados de monitoreos realizados en el área de estudio, por el proyecto que se superpone espacial y temporalmente: *Elaboración y Diseños Para la Adecuación al Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) Desde la Carrera 7 Hasta La Autopista Sur y de los Equipamientos Urbanos Complementarios, en Bogotá D.C.*

Los monitoreos fueron realizados por el laboratorio Ambienciq Ingeniero SAS a partir del 02 de Octubre al 02 de Noviembre de 2018, contratado por el Consorcio Consultores Transmilenio. Se realizó la verificación de los puntos de monitoreo aferentes al área de influencia de este proyecto y se encontraron las estaciones E2 y E3 las cuales se describen a continuación:

Tabla 147 – Descripción de la Estación de monitoreo (E2) – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68)

Nombre del punto	Coordenadas Gauss krüger, Datum Magna Sirgas - origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
	N	1001451,858		
	E	994161,818		

Nombre del punto	Coordenadas Gauss krüger, Datum Magna Sirgas - origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
E2 –Calle 28 sur con 68C	m.s.n.m.	2561	El área se caracterizas por tener tres vías dos de las cuales son de alto flujo vehicular (Av. primera de mayo y Av. 68)	
Observaciones: Punto ubicado en el conjunto residencial Milenta II, los equipos son instalados al costado sur de este, en una zona verde, se cuenta con andamio certificado, el punto de captación de muestra se encuentra a 3 metros de atura. Las mediciones de monóxido de carbono se realizan sobre la trans 68B				

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

Tabla 148 – Descripción de la Estación de monitoreo (E3) – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68)

Nombre del punto	Coordenadas Gauss krüger, Datum Magna Sirgas - origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
E3 –Carrera 68 con calle 3	N	1003143,706	La zona se caracteriza por un alto flujo vehicular por la Cra 68 y la calle tercera, en términos generales se observa uso residencial del suelo.	
	E	994858,522		
	m.s.n.m.	2558		

Nombre del punto	Coordenadas Gauss krüger, Datum Magna Sirgas - origen Bogotá	Aspectos	Registro fotográfico
Observaciones: Punto ubicado en el barrio pradera en la Cra 68 # 3-36 los equipos son instalados en la parte posterior de la fábrica de colchones Espumatec, en el tercer piso de la edificación. La medición de monóxido de carbono se realiza en el andén en frente de la vivienda mencionada.			

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

La ubicación geográfica con respecto al área de influencia del proyecto se encuentra en la siguiente figura:



Figura 189 Ubicación de estaciones – Proyecto Sistema Transmilenio de la Troncal Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

7.3.2.3.2.3.1 Resultados de PM10 validados

De la Tabla 149 a Tabla 156, se muestran las concentraciones promedio obtenidas a partir de los datos medidos y las nuevas concentraciones diarias que están fuera del intervalo de aceptación. Las nuevas

concentraciones promedio son comparadas con los límites máximos permisivos establecidos en la Resolución 2254/2017. Las concentraciones diarias descartadas no se presentan en los gráficos comparativos.

Tabla 149 –Resultados de análisis estadísticos para PM10

Descripción		Estación E2	Estación E3
Concentración promedio (µ/m^3)		32,26	75,95
Máxima concentración diaria (µ/m^3)		54,74	122,95
Numero de muestras tomadas		20	24
Desviación Estándar (µ/m^3)		10,58	24,22
Intervalo de Aceptación	Límite inferior	11,10	27,51
	Límite superior	53.41	124,40
Fecha de concentración rechazada		2018-10-06 54,74 (µs/cm)	Ninguno
Nueva concentración promedio (µ/m^3)		31,08	75,95
Nueva máxima concentración promedio (µ/m^3)		44,71	122,95

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

En la comparación grafica de los resultados con los límites máximos establecidos por la Resolución 2254/2017, no se tiene en cuenta los datos los datos que fueron inválidos en los análisis estadísticos.

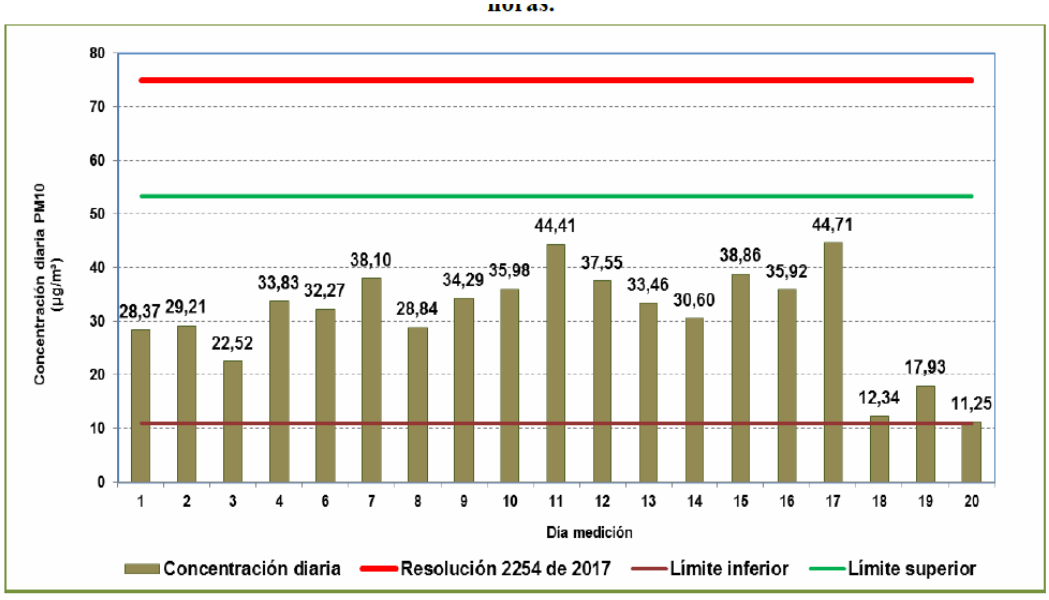


Figura 190 Concentraciones Diarias de PM10 - Estación E2

Fuente: (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

De acuerdo con la Figura 190 se evidencia durante la ejecución de la campaña de monitoreo, las concentraciones diarias no exceden lo límite máximos permisible por la Resolución 2254/2017 (75 µ/m^3) la mayor concentración se presentó el día 17 del monitoreo con un valor de 44,71 µ/m^3 y la concentración más baja se presentó el día 20 del muestreo con un valor de 11,25 µ/m^3.

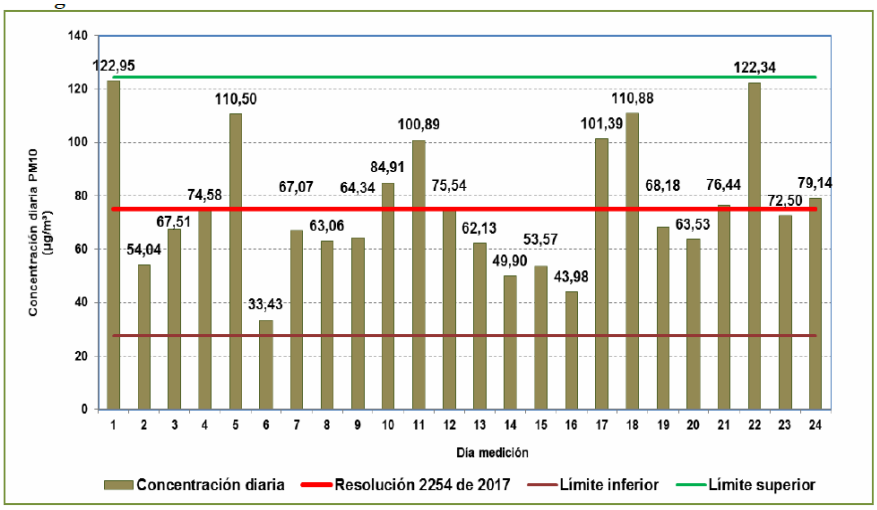


Figura 191 Concentraciones Diarias de PM10 - Estación E3

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

De acuerdo con la Figura 191, los días 1,5,10,11,12,17,18,21,22 y 24 pasan los niveles máximos permisibles de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254/2017 (75 µg/m^3).

- Índice de calidad del aire (ICA)

Tabla 150 –ICA PM10

Muestra	ICA E2		ICA E3	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
1	26,27	Buena	84,63	Aceptable
2	27,05	Buena	50,52	Aceptable
3	20,85	Buena	57,19	Aceptable
4	31,32	Buena	60,69	Aceptable
5	NA	Na	78,47	Aceptable
6	29,88	Buena	30,96	Buena
7	35,28	Buena	56,97	Aceptable
8	26,7	Buena	64,99	Aceptable
9	31,75	Buena	55,63	Aceptable
10	33,32	Buena	65,81	Aceptable
11	41,12	Buena	73,71	Aceptable

Muestra	ICA E2		ICA E3	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
12	34,77	Buena	61,16	Aceptable
13	30,98	Buena	54,53	Aceptable
14	28,33	Buena	46,21	Buena
15	35,98	Buena	49,6	Buena
16	33,26	Buena	40,72	Buena
17	41,39	Buena	73,96	Aceptable
18	11,42	Buena	78,66	Aceptable
19	16,6	Buena	57,52	Aceptable
20	10,42	Buena	55,22	Aceptable
21	NA	Na	61,61	Aceptable
22	NA	Na	84,33	Aceptable
23	NA	Na	59,66	Aceptable
24	NA	Na	62,95	Aceptable
PROMEDIO	**29,63**	**Buena**	**60,65**	**Aceptable**

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)



Figura 192 ICA PM10 Estación E2 de acuerdo con el Promedio

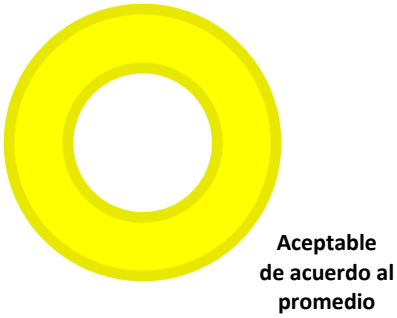


Figura 193 ICA PM10 Estación E3 de acuerdo con el Promedio

De acuerdo con el promedio de la estación E2, la calidad del aire es buena con efecto de contaminación que supone un riesgo bajo para la salud, en cambio para la estación E3 el promedio de acuerdo al promedio del ICA la calidad del aire es aceptable con un efecto de posibles síntomas respiratorios para los grupos poblacionales sensibles.

7.3.2.3.2.3.2 Resultados de PM2.5 validados

Tabla 151 – Resultados de análisis estadísticos para PM2.5

Descripción		Estación E2	Estación E3
Concentración promedio (µ/m^3)		23,13	23,01
Máxima concentración diaria (µ/m^3)		43,07	63,06
Numero de muestras tomadas		20	24
Desviación Estándar (µ/m^3)		10,07	13,19
Intervalo de Aceptación	2,99	3,65	8,63
	43,28	44,42	61,39
Fecha de concentración rechazada	ninguna	2018-10-11 44,44	2018-10-11 63,06 µs/cm 2018-10-20 6,55 µs/cm
Nueva concentración promedio (µ/m^3)	23,13	22,96	35,03
Nueva máxima concentración promedio (µ/m^3)	43,07	43,63	56,85

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

En la siguiente figura se muestra las concentraciones dirías de PM2.5, para la estación E2 se presenta un sobre paso de este contaminante en el día 17 con una concentración de 43,07µg/m^3 con respecto al límite regulado por la Resolución 2254/2017 (37 µg/m^3).

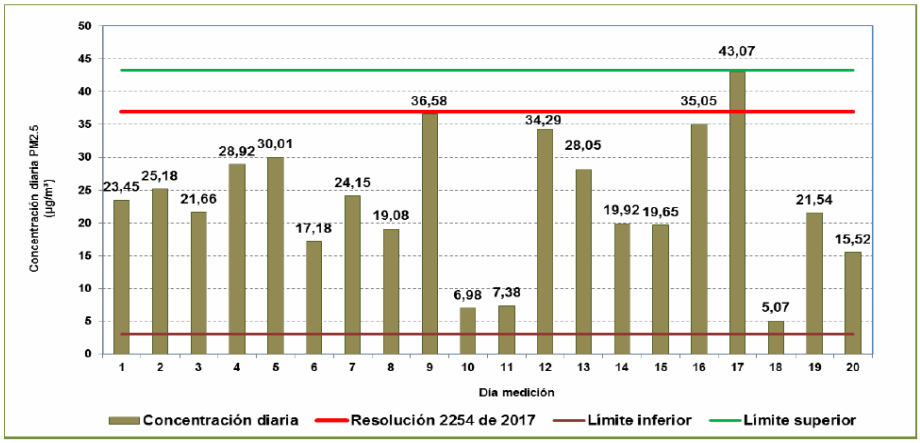


Figura 194 Concentraciones Diarias de PM2.5 - Estación E2

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

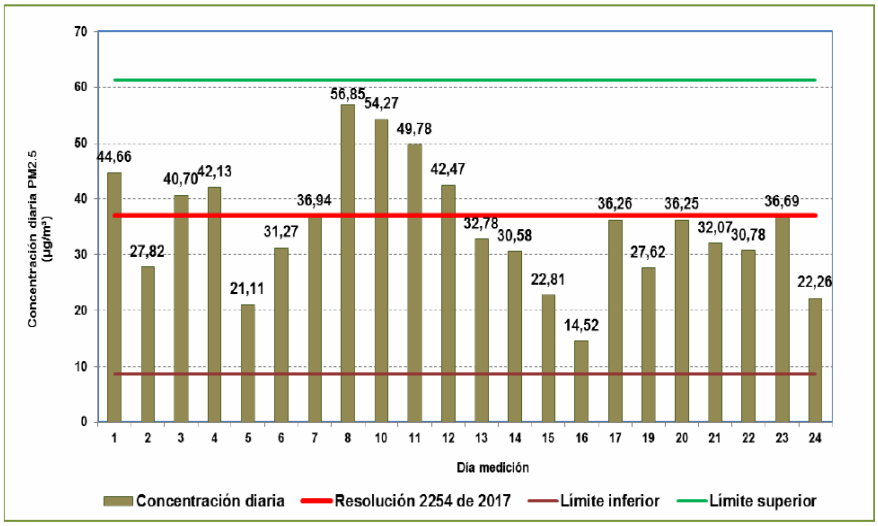


Figura 195 Concentraciones Diarias de PM2.5 - Estación E3

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

En la siguiente figura se muestra las concentraciones dirías de PM2.5, para la estación E3 se presenta un sobre paso de este contaminante en los días 1,3,4,8,10,11 y 12 con unas concentraciones superiores con respecto al límite regulado por la Resolución 2254/2017 (37 µg/m^3).

- Índice de calidad de Aire (ICA)

Tabla 152 –ICA PM 2.5

Muestra	ICA E2		ICA E2	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
1	72,34	Aceptable	97,46	Aceptable
2	75,87	Aceptable	70,93	Aceptable
3	68,67	Aceptable	89,26	Aceptable
4	83,49	Aceptable	81,37	Aceptable
5	85,72	Aceptable	88,43	Aceptable
6	59,53	Aceptable	56,1	Aceptable
7	73,76	Aceptable	86,09	Aceptable
8	63,41	Aceptable	87,4	Aceptable
9	99,14	Aceptable	70,1	Aceptable
10	29,08	Buena	108,54	Dañina Grupo Sensible

Muestra	ICA E2		ICA E2	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
11	30,76	Buena	106,63	Dañina Grupo Sensible
12	94,46	Aceptable	87,48	Aceptable
13	81,72	Aceptable	64,98	Aceptable
14	65,13	Aceptable	NA	NA
15	64,57	Aceptable	80,49	Aceptable
16	96,02	Aceptable	106,15	Dañina Grupo Sensible
17	115,61	Dañina Grupo Sensible	102,54	Dañina Grupo Sensible
18	21,11	Buena	105,36	Dañina Grupo Sensible
19	68,44	Aceptable	73,25	Aceptable
20	56,14	Aceptable	61,14	Aceptable
21	NA	NA	81,18	Aceptable
22	NA	NA	73,41	Aceptable
23	NA	NA	88,69	Aceptable
24	NA	NA	60,53	Aceptable
PROMEDIO	**70,25**	Aceptable	83,8	Aceptable

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

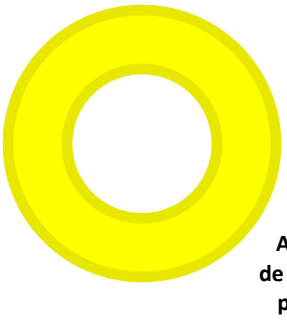


Figura 196 ICA PM 2.5 Estación E2 de acuerdo con el Promedio

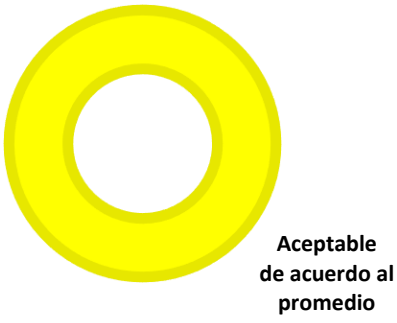


Figura 197 ICA PM2.5 Estación E3 de acuerdo con el Promedio

Para las estaciones E2 y E3 el índice de calidad de aire para el Contaminante PM 2.5 es aceptable con un efecto de posibles síntomas respiratorios para los grupos poblacionales sensibles.

7.3.2.3.2.3.3 Resultados de SO_2 validados

Tabla 153 – Resultados de análisis estadísticos para SO2

Descripción		Estación E2	Estación E3
Concentración promedio (µ/m³)		44,08	43,09
Máxima concentración diaria (µ/m³)		45,81	44,81
Numero de muestras tomadas		20	20
Desviación Estándar (µ/m³)		0,90	0,90
Intervalo de Aceptación	Límite inferior	42,28	41,29
	Límite superior	45,88	44,88
Fecha de concentración rechazada		Ninguna	2018-10-20 41,19 µs/cm
Nueva concentración promedio (µ/m³)		44,08	43,19
Nueva máxima concentración promedio (µ/m³)		45,81	44,81

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

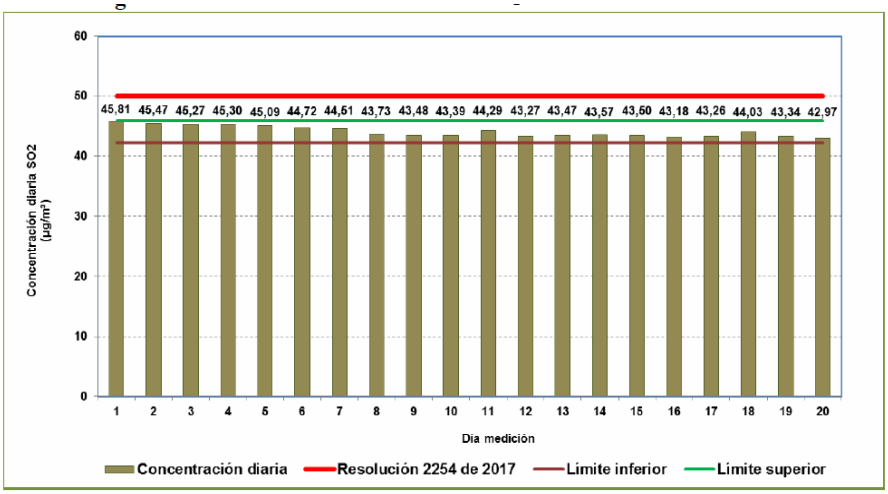


Figura 198 Concentraciones Diarias de SO_2 - Estación E2

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

A continuación, se evidencia que las concentraciones diarias no exceden lo límite máximos permisible por la Resolución 2254/2017 (50 µ/m³) la mayor concentración se presentó el día 1 del monitoreo con un valor de 45,81 µ/m³ y la concentración más baja se presentó el día 20 del muestreo con un valor de 42,97 µ/m³.

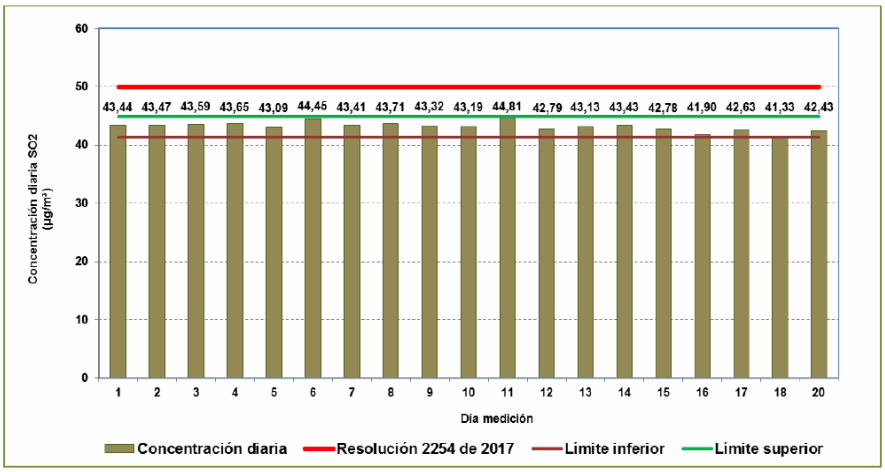


Figura 199 Concentraciones Diarias de SO_2 - Estación E3

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

Como se mostró en la Figura 199 durante la ejecución del monitoreo, las concentraciones diarias no exceden lo límite máximos permisible por la Resolución 2254/2017 (50 µ/m³) la mayor concentración se presentó el día 11 del monitoreo con un valor de 44,81 µ/m³ y la concentración más baja se presentó el día 18 del muestreo con un valor de 41,33 µ/m³.

- Índice de Calidad de Aire (ICA)

Tabla 154 –ICA PM SO2

Muestra	ICA E2		ICA E2	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
1	72,34	Aceptable	97,46	Aceptable
2	75,87	Aceptable	70,93	Aceptable
3	68,67	Aceptable	89,26	Aceptable
4	83,49	Aceptable	81,37	Aceptable
5	85,72	Aceptable	88,43	Aceptable
6	59,53	Aceptable	56,1	Aceptable
7	73,76	Aceptable	86,09	Aceptable
8	63,41	Aceptable	87,4	Aceptable
9	99,14	Aceptable	70,1	Aceptable
10	29,08	Buena	108,54	Dañina Grupo Sensible

Muestra	ICA E2		ICA E2	
	ICA	Descriptor	ICA	Descriptor
11	30,76	Buena	106,63	Dañina Grupo Sensible
12	94,46	Aceptable	87,48	Aceptable
13	81,72	Aceptable	64,98	Aceptable
14	65,13	Aceptable	NA	Na
15	64,57	Aceptable	80,49	Aceptable
16	96,02	Aceptable	106,15	Dañina Grupo Sensible
17	115,61	Dañina Grupo Sensible	102,54	Dañina Grupo Sensible
18	21,11	Buena	105,36	Dañina Grupo Sensible
19	68,44	Aceptable	73,25	Aceptable
20	56,14	Aceptable	61,14	Aceptable
21	NA	NA	81,18	Aceptable
22	NA	NA	73,41	Aceptable
23	NA	NA	88,69	Aceptable
24	NA	NA	60,53	Aceptable
PROMEDIO	**70,25**	**Aceptable**	**83,8**	**Aceptable**

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

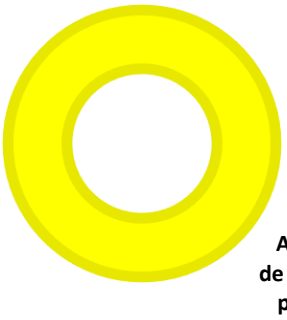


Figura 200ICA SO2 Estación E2 de acuerdo con el Promedio

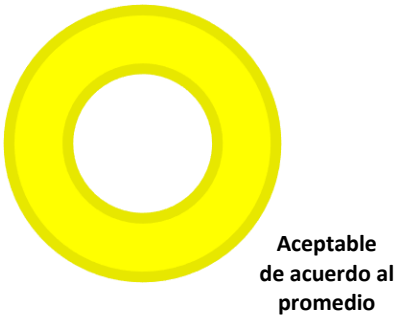


Figura 201 ICA SO2 Estación E3 de acuerdo con el Promedio

Para las estaciones E2 y E3 el índice de calidad de aire para el Contaminante PM 2.5 es bueno con un efecto bajo para la para la salud de las personas.

7.3.2.3.2.3.4 Resultados de NO_2 validados

Tabla 155 –Resultados de análisis estadísticos para NO2

Descripción		Estación E2	Estación E3
Concentración promedio (µ/m^3)		66,28	35,13
Máxima concentración diaria (µ/m^3)		181,15	82,09
Numero de muestras tomadas		20	20
Desviación Estándar (µ/m^3)		47,41	15,05
Intervalo de Aceptación	Límite inferior	0,00	5,03
	Límite superior	161,11	62,54
Fecha de concentración rechazada		2018-10-19 181,15	2018-10-19 82,09 µs/cm
Nueva concentración promedio (µ/m^3)		60,24	32,66
Nueva máxima concentración promedio (µ/m^3)		152,81	63,18

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

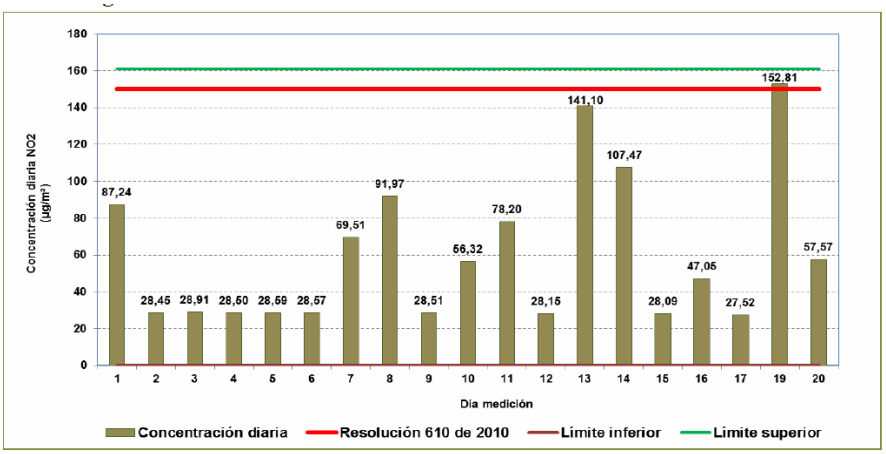


Figura 202 Concentraciones Diarias de NO_2 - Estación E2

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

Como se mostró en la Figura 202 el Laboratorio Ambienciq realiza la comparación de las concentraciones diarias con la Resolución 610/2010 (límite permisible 150 µ/m^3), realizando la comparación con esta norma solo hay un día que sobre pasa el límite permisible que es el día 19 con una concentración de 152,81150 µ/m^3.

Sin embargo, al realizar la comparación con la Resolución 2254 de 2017, donde los niveles máximos permisibles diario es de 200µ/m^3, ninguno de los días de monitoreo sobrepasa la norma.

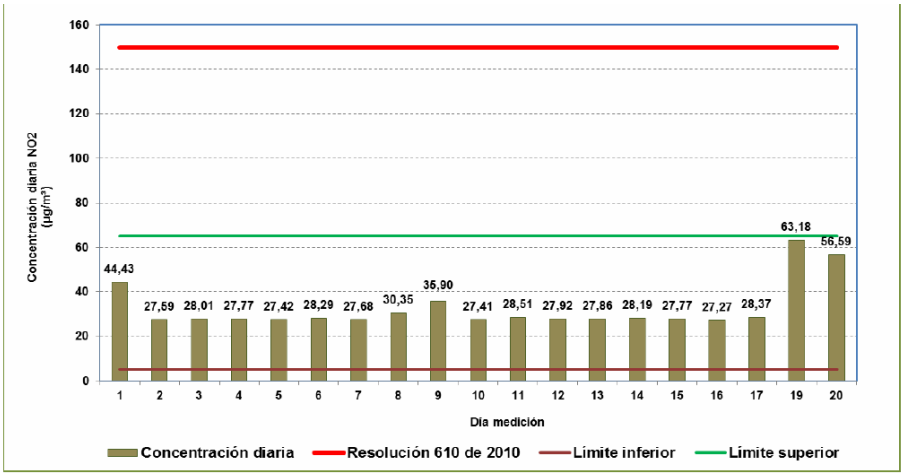


Figura 203 Concentraciones Diarias de NO_2 - Estación E3

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

De acuerdo con la Figura 203 se evidencia que ningún día sobrepasa los niveles máximos permisibles en comparación con las dos normas (Resolución 610/2010 y Resolución 2254/2017 ya que sus valores se encuentran entre un rango 27,27 µ/m^3 a 63,18 µ/m^3, que con respecto a la Resolución 610/20210 el nivel máximo es de 150 µ/m^3 y para la Resolución 2254 es de 200 µ/m^3.

- Índice de calidad de Aire (ICA)

Teniendo en cuenta que este estudio realiza la comparación de los niveles máximos permisibles con la Resolución 610 de 2010, no realizan el cálculo del ICA para este contaminante.

7.3.2.3.2.3.5 Resultados de CO validados

Tabla 156 – Resultados de análisis estadísticos para CO

Descripción		Estación E2	Estación E3
Concentración promedio (µ/m^3)		2472,99	3905,58
Máxima concentración diaria (µ/m^3)		6172,30	62,95
Numero de muestras tomadas		20	20
Desviación Estándar (µ/m^3)		1085,01	1227,62
Intervalo de Aceptación	Límite inferior	302,98	1450,33
	Límite superior	4643,01	6360,82
Fecha de concentración rechazada		2018-10-23 6172.30 µS/cm	Ninguna

Descripción	Estación E2	Estación E3
Nueva concentración promedio (µ/m^3)	**2278,29**	**3905,58**
Nueva máxima concentración promedio (µ/m^3)	**3334,54**	**6295,24**

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

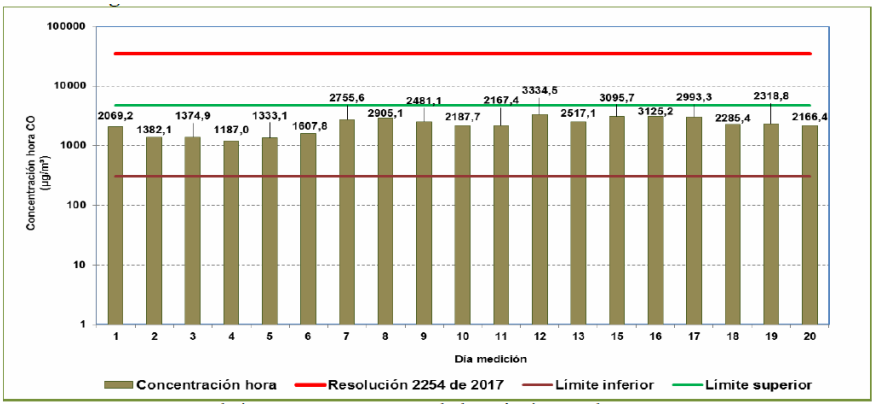


Figura 204 Concentraciones Diarias de CO - Estación E2

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

De acuerdo con la Figura 205 se evidencia durante la ejecución de la campaña de monitoreo, las concentraciones diarias no exceden los niveles máximos permisible por la Resolución 2254/2017 (5000 µ/m^3) la mayor concentración se presentó el día 16 del monitoreo con un valor de 3125,2µ/m^3 y la concentración más baja se presentó el día 4 del muestreo con un valor de 1187,0µ/m^3.

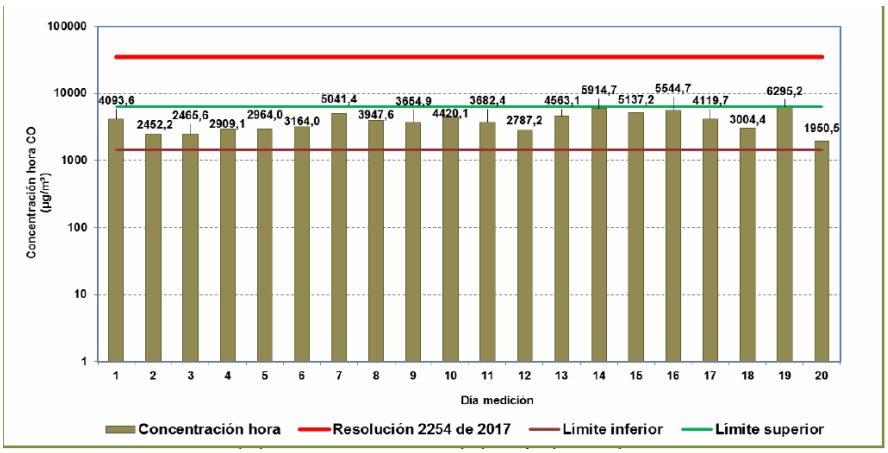


Figura 205 Concentraciones Diarias de CO - Estación E3

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)

De acuerdo con la Figura 205 se evidencia durante la ejecución de la campaña de monitoreo, las concentraciones diarias no exceden los niveles máximos permisible por la Resolución 2254/2017 (5000

µ/m^3) la mayor concentración se presentó el día 19 del monitoreo con un valor de 6295,2µ/m^3 y la concentración más baja se presentó el día 20 del muestreo con un valor de 1950,5,0µ/m^3.

- Índice de Calidad de Aire (ICA)

Tabla 157 – ICA CO

MUESTRA	ICA E2		ICA E2	
	ICA	DESCRIPCTOR	ICA	DESCRIPCTOR
1	15,12	Buena	38,25	Buena
2	11,92	Buena	23,76	Buena
3	6,28	Buena	10,97	Buena
4	6,61	Buena	17,31	Buena
5	10,28	Buena	43,39	Buena
6	19,93	Buena	26,86	Buena
7	16,43	Buena	25,3	Buena
8	17,74	Buena	53,85	Aceptable
9	17,68	Buena	48,2	Buena
10	13,79	Buena	22,04	Buena
11	17,66	Buena	28,72	Buena
12	22,06	Buena	27,08	Buena
13	17,71	Buena	31,59	Buena
14	18,87	Buena	32,75	Buena
15	18,34	Buena	53,07	Aceptable
16	NA	Buena	41,3	Buena
17	19,06	Buena	27,28	Buena
18	19,96	Buena	34,51	Buena
19	20,47	Buena	27,93	Buena
20	17,77	Buena	34,57	Buena
PROMEDIO	**16,19**	**Buena**	**32,44**	**Buena**

Fuente. (AMBIENCIQ INGENIERO SAS, 2018)



Figura 206 ICA CO Estación E2 de acuerdo con el Promedio



Figura 207 ICA CO Estación E3 de acuerdo con el Promedio

Para la estación E2 y E3 la calidad del aire es buena con efecto de contaminación que supone un riesgo bajo para la salud.

7.3.2.3.2.4 Monitoreos Ejecutados por la Red de Calidad de Aire SDA

Para realizar el análisis de los datos de calidad de aire para el presente estudio, se tomaron los siguientes informes:

- Informe Mensual de Calidad del Aire en Bogotá septiembre de 2019. Estaciones: Puente Aranda y Carvajal/Sevillana (Monitoreos llevados a cabo entre el 1 de septiembre de 2019 al 30 de septiembre de 2019).
- Informe Mensual de Calidad del Aire en Bogotá marzo de 2020 (antes de pandemia por COVID 2019) Estaciones: Puente Aranda y Carvajal/Sevillana (Llevados a cabo entre el 1 de marzo de 2020 al 31 de marzo de 2020).

A continuación, en la siguiente figura, se muestra la ubicación de las Estaciones de la Red de Calidad de Aire de la SDA cercanas al área de influencia:



Figura 208 Descripción de las estaciones de la RMCAB-SDA

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

Tabla 158 – Descripción de las estaciones de monitoreo de la RMCAB - SDA

Nombre de la estación	Coordenadas Geográficas Sistema de Referencia WGS 84		Aspectos	Registro fotográfico
Puente Aranda	**Latitud**	4°47'01.5"N	**Tipo de Estación**: Industrial.	 Fuente. SDA.2020
	Longitud	74°02'38.9"W		
	m.s.n.m	2580		

Nombre de la estación	Coordenadas Geográficas Sistema de Referencia WGS 84		Aspectos	Registro fotográfico
Carvajal-Sevillana	**Norte**	4°35'45.0"N	**Tipo de Estación** Trafico/ Industrial.	 Fuente. SDA.2020
	Este	74°08'54.6"W		
	m.s.n.m	2563		

7.3.2.3.2.4.1 Resultados de PM10 validados

Tabla 159 – Resultados de concentraciones diarias máximas de PM10.

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible Diario
Puente Aranda	85,0 µ/m^3	76,2 µ/m^3	100 µ/m^3
Carvajal-Sevillana	78,1 µ/m^3	133,5 µ/m^3	100 µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Como se evidencia en la Tabla 160, la estación Carvajal/Sevillana en los resultados del informe de, marzo 2020, excede el nivel máximo permisible de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254/2017 (75 µ/m^3).

7.3.2.3.2.4.2 Resultados de PM2.5 validados

Tabla 160 – Resultados de concentraciones diarias máximas de PM 2.5.

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible diario
Puente Aranda	11 µ/m^3	60,8 µ/m^3	50 µ/m^3
Carvajal-Sevillana	63,1 µ/m^3	71,8 µ/m^3	50 µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Como se evidencia en la tabla 75, las dos estaciones en el informe del mes de marzo de 2020 exceden el nivel máximo permisible de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254/2017 (37 µ/m^3); así como en la estación de la Carvajal/ Sevillana del informe del mes de septiembre de 2019.

7.3.2.3.2.4.3 *Resultados de O_3 validados*

Tabla 161 – Resultados de concentraciones diarias máximas de O3

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible 8 horas
Puente Aranda	53,317µ/m^3	47,200µ/m^3	100µ/m^3
Carvajal-Sevillana	68,547µ/m^3	44,100µ/m^3	100µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Con respecto a los resultados máximos diarios del contaminante O_3 se evidencia que para los informes que se tomaron en cada año, ninguno supera los niveles permisibles establecidos por la Resolución 2254 de 2017 (100 µ/m^3).

7.3.2.3.2.4.4 *Resultados de CO validados*

Tabla 162 – Resultados de concentraciones diarias máximas de CO

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible (8horas)
Puente Aranda	3291,6µ/m^3	1602,9µ/m^3	5000µ/m^3
Carvajal-Sevillana	2003,6µ/m^3	1488,4µ/m^3	5000µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Con respecto a los resultados máximos octo-horario del contaminante CO se evidencia que para los informes que se tomaron para cada año ninguno supera los niveles permisibles establecidos por la Resolución 2254 de 2017 (5000 µ/m^3).

7.3.2.3.2.4.5 *Resultados de NO2 validados*

Tabla 163 – Resultados de concentraciones diarias máximas de NO_2.

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible (hora)
Puente Aranda	102,5µ/m^3	127,5µ/m^3	200µ/m^3
Carvajal-Sevillana	146,5µ/m^3	109,1µ/m^3	200µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Con respecto a los resultados máximos por hora del contaminante NO_2 se evidencia que para los informes que se tomaron para cada año ninguno supera los niveles permisibles establecidos por la Resolución 2254 de 2017 (200 µ/m^3).

7.3.2.3.2.4.6 Resultados de SO_2 validados

Tabla 164 – Resultados de concentraciones diarias máximas de SO_2.

Estación	Informe año 2019	Informe año 2020	Nivel Max Permisible (hora)
Puente Aranda	6,2µ/m^3	127,5µ/m^3	100µ/m^3
Carvajal-Sevillana	23,4µ/m^3	109,1µ/m^3	100µ/m^3

Fuente. (Ambiente, 2019; 2020)

Con respecto a los resultados máximos por hora del contaminante SO_2 se puede ver que los resultados para este contaminante en el informe de marzo de 2020 sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos por la Resolución 2254 de 2017 (100 µ/m^3).

7.3.2.3.2.5 Dinámica de dispersión de contaminantes

A continuación, se presenta los resultados de la dinámica preliminar de dispersión de contaminantes en etapa de construcción realizada por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1 para la actualización del EIAS y que es usada como insumo para la definición del área de influencia del presente PMAS, la cual se presentó en el numeral 7.2 Áreas de Influencia.

Si bien, la modelación es realizada para los contaminantes de interés PM10, PM2.5, NO2, SO2 y CO, para las actividades de construcción del EIAS que implican movimiento de tierras y funcionamiento y combustión de automotores en actividades de construcción de pilotes, estructura del viaducto y construcción de estaciones; estas actividades son consideradas adecuadas para identificar espacialmente la trascendencia del impacto por este PMAS.

Para determinar el comportamiento de la dispersión de contaminantes, se empleó el modelo gaussiano AERMOD, y sus preprocesadores AERMET y AERMAP.

El modelo requirió los siguientes parámetros de entrada:

- Caracterización del terreno: Por medio de Modelos digitales de Elevación (DEM) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).
- Meteorología del área de modelación: Mediante la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá.
- Caracterización de las fuentes involucradas en el área de modelación, a partir de la lista de fuentes fijas y móviles identificadas para el desarrollo de la etapa constructiva y los factores de emisión calculadas para el mismo.
- Criterio de selección de concentración de fondo, teniendo en cuenta la RMCAB debido que se cuenta con información histórica y tiene un mallado de estaciones, según protocolo tipo fondo, tráfico, industrial, residencial y mixta. Se toma como referencia temporal los últimos 5 años para este análisis.

Los resultados de la modelación se basaron en una grilla de 1280 receptores para el área de estudio, abarcando una distancia de 500 metros de las fuentes de emisión.

Como configuraciones principales del modelo, se ha considerado un suelo urbano, las demás variables como algoritmos de agotamiento de concentración, tiempo de vida o exponente de decaimiento de los contaminantes no se tuvieron en cuenta, con el fin de analizar el peor escenario.

Se plantearon los resultados para que se permitiera comparar los valores predichos con cada uno de los tiempos de exposición establecidos en la Resolución 2254 del 2017 del MADS.

La elaboración de los modelos de dispersión de contaminantes se realizó por medio del software AERMOD, el cual es un modelo gaussiano de estado estacionario. Se ha elaborado por la versión comercial denominada AERMOD ViewTM y a su vez se utilizó el software ArcGIS para la representación gráfica de los mapas.

El software cuenta con dos preprocesadores (AERMET y AERMAP) y un procesador principal (AERMOD), los cuales se describen a continuación.

AERMET:

El primer preprocesador es el AERMET, el cual se encarga de la meteorología de la zona de estudio. Esta es adquirida bajo modelos a mesoescala (MM5). Estos modelos además de proporcionar las propiedades físicas superficiales, los datos modelados entregan también las propiedades físicas de la columna del aire (meteorología de altura), importante para determinar propiedades de los gradientes verticales de temperatura (potencial de aire seco, equivalente de aire húmedo y virtual de aire seco), y demás propiedades relacionadas con la capa límite de mezclado y estabilidad atmosférica (fenómenos de turbulencia) de los contaminantes. Este modelo fue desarrollado por la Universidad Estatal de Pennsylvania (Penn State University, PSU) y el Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (Nacional Center for Atmospheric Research, NCAR). Fue seleccionado por el Servicio Meteorológico Nacional (System Meteorological National), por su alta definición en la detección de sistemas atmosféricos de mesoescala, y cuenta con todas las características necesarias para su adaptación a las condiciones específicas del territorio colombiano. Este modelo se puede aplicar a cualquier zona del mundo, ya que es posible desarrollar la información de entrada (campos meteorológicos, topografía y uso de suelo) necesaria para su funcionamiento, inclusive para zonas con alta resolución espacial que, con topografía compleja, como nuestras cordilleras.

La información adquirida, se entrega procesada a condiciones locales, datos horarios de las siguientes variables:

- Calor sensible (W/m2).
- Velocidad de fricción superficial (m/s)
- Velocidad convectiva (m/s).
- Gradiente de Temperatura vertical potencial sobre la capa limite planetaria
- Altura de convección generada sobre la capa limite (m).

- Altura mecánica generada en la capa límite (m).
- Longitud de Monin Obukhov (m).
- Longitud de rugosidad superficial (m).
- Relación de Bowen.
- Albedo
- Velocidad del viento (m/s)
- Dirección del viento (°).
- Temperatura (K)
- Velocidad de precipitación (mm/hr)
- Humedad relativa (%)
- Presión barométrica (mb)
- Cobertura de nubes (decimas)

AERMAP:

El segundo preprocesador es el encargado de procesar la información topográfica, la cual es adquirida a través de modelos de elevación digital (DEM) proporcionados por la NASA (Misión SRTM o ASTER) con resolución de 90 metros.

AERMOD:

Por último, se procesa toda la información necesaria para calcular las concentraciones de inmisión en la zona de estudio.

- Condiciones meteorológicas en la modelación

La información meteorológica para la modelación fue adquirida a través de modelos a mesoescala en este caso se tomó información del año inmediatamente anterior, obtenido de la red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá.

La meteorología de la zona es una de las variables más importantes al analizar la dispersión del contaminante. En general, se analizaron variables como temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento, radiación solar, que van en línea con lo descrito en el numeral 7.3.1.3.1 Meteorología.

Las variables anteriormente mencionadas, en conjunto crean escenarios en los cuales la dispersión del contaminante puede ser más eficiente o por el contrario la interacción entre penacho y atmosfera hace que los niveles de inmisión sean más elevados, lo anterior se representa con la Altura de capa de mezcla, que es la altura donde los contaminantes se mezclan con la atmosfera y la estabilidad atmosférica, que es la propiedad que hace que la emisión se disperse con más facilidad o por el contrario se precipite.

Como parte de la capa de mezcla, son determinados los parámetros de altura capa límite convectiva (CBL) y la altura estable de la capa límite (SBL). La CBL se manifiesta en horas del día mientras que la

SBL se presenta en cualquier momento, pero se hace más importante en las noches, en las cuales los fenómenos de dispersión se realizan en una atmósfera estable, donde el fenómeno turbulento es determinante, mientras el fenómeno de convección es despreciable. Se observa que la CBL empieza a las 6:00 a.m. creciendo hasta 2000 metros sobre las 5:00 p.m., sin embargo, la SBL, existente durante todo el día tiene su máximo en 600 metros sobre las 8:00 a.m.

Estabilidad atmosférica: La longitud de Monin-Obukhov es una variable que representa la estabilidad atmosférica, su interpretación indica que en horas de luz solar cuando existe calentamiento, la atmósfera es inestable y presenta valores negativos, caso contrario en horas de la noche donde los valores positivos indican el enfriamiento de la atmósfera por ende las condiciones de estabilidad. Como se observa en la Figura 5–176, aproximadamente a las 6:00 a.m. la inestabilidad es bastante fuerte y por el contrario a las 5:00 p.m. las condiciones de estabilidad son muy marcadas, a una escala mensual la predominancia de inestabilidad se presenta durante la mayoría el año, siendo el mes de marzo el de inestabilidad más fuerte.

Variables de superficie: Son variables como el Albedo, Relación de Bowen y Rugosidad superficie.

Albedo: El albedo es la radiación que cualquier superficie puede reflejar respecto a la radiación que incide sobre la misma. Esta variable depende del suelo, las superficies claras poseen valores superiores a las oscuras. La medición varía entre 0, que se refieren a superficies totalmente absorbentes y 1 que son superficies totalmente reflectivas. La zona de estudio está principalmente constituida por suelo urbano, por ende, el valor que se tomó se basó en los valores por defecto que la EPA propone.

Relación de Bowen: Se refiere a la razón entre la transferencia de calor sensible y latente de una superficie, en la zona de estudio se tomó valores por defecto de la EPA, al igual que el albedo para suelo urbano.

Rugosidad de superficie: Se define como la altura sobre el suelo en el que la velocidad del viento tiende a cero. Entre más grande es el valor más grande es la turbulencia generada. Al igual que para las variables anteriores, se tomó el valor por defecto para suelo urbano.

- Fuentes de emisión
- Diseño modelo de dispersión

Con la información procesada y completa, se corrieron los siguientes modelos:

Se creó una grilla con un total de 1280 receptores para el modelo, abarcando una distancia de 500 metros de cada locación.

- Resultados y conclusiones de las modelaciones

En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0013_A07 \ 7_3 Atmosférico \ C_Modelo Aire se presentan las isopletas de PM10, PM2.5, CO, NO2 y SO2. Los resultados de los niveles son presentados en las figuras del numeral 7.2 Áreas de Influencia / 7.2.2 Áreas de Influencia Definitivas / 7.2.2.1.1.3 Componente

atmosférico y a continuación se presentan los resultados de la modelación y su comparación con la (Resolución 2254, 2017).

Tabla 165 – Resultados modelaciones para la construcción

Parámetros	Resultados Modelaciones	Límite Resolución 2254 de 2017 (MADS)
PM10	0,37 µg/m3	75 µg/m3
PM2.5	0,31 µg/m3	37 µg/m3
CO	40 µg/m3	35000 µg/m3
NO2	67 µg/m3	200 µg/m3
SO2	0,04 µg/m3	100 µg/m3

Fuente: (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021)

Teniendo en cuenta que una de las etapas más críticas del proyecto es la Construcción, de acuerdo con los resultados de la Tabla 165 se evidencia que la concentración de los contaminantes no excede los límites establecidos en la Resolución 2254 de 2017.

Sin embargo, es importante tomar las respectivas medidas correctivas, preventivas o de mitigación correspondientes a cada una de las actividades de la obra con el fin de controlar la dispersión de los contaminantes atmosféricos productos del proyecto.

7.3.2.3.3 Ruido Ambiental

7.3.2.3.3.1 Monitoreo de Ruido

Durante el periodo del 10 julio al 02 de agosto del 2021, se realizó una campaña de monitoreo de ruido ambiental en 29 puntos a lo largo del viaducto. De estos, tres (3) puntos fueron seleccionados como representativos en el área de influencia de este PMAS (ver a detalle Informe de Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental 29 puntos EIAS-PLMB, L1T1-CON-AMB-IN-0031).

La selección del sitio de muestreo y la ubicación de los equipos de medición se realizó de acuerdo con lo estipulado en la norma vigente (Resolución 627 de 2006), para lo cual se realizó una inspección del lugar para verificar que no se encontraran obstrucciones o interferencias que impidieran el buen desarrollo de la captura de datos. Asimismo, uno de los criterios de ubicación de los puntos de monitoreo es la localización de los monitoreos del EIAS anterior, realizados en el 2017 los cuales fueron definidos teniendo en cuenta los grupos de receptores sensibles (áreas habitadas) y la clasificación de los usos del suelo.

Debido a que el área de estudio se encuentra en zonas urbanas y de expansión urbana, el ruido ambiental se midió instalando el micrófono a una altura de cuatro (4) metros a partir del suelo y a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de

medición, si estos no existen en uno de los costados. El punto se sitúa a una distancia de cuatro (4) metros medidos horizontalmente desde el costado que las posea, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente. En ningún momento se efectuaron mediciones bajo puentes o estructuras similares.

Este monitoreo fue ejecutado por MCS CONSULTORIA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S que cuenta con la certificación del Instituto de Hidrología, Meteorología de Estudios Ambientales IDEAM, mediante Resolución 0775 de 14 de septiembre 2020. En la siguiente tabla se muestran los puntos del muestreo referenciados y con la clasificación de acuerdo con la norma:

Tabla 166 – Descripción de los puntos de muestreo

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas		Altura	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
				DMS Origen Nacional	Geográficas Datum WGS 84		
M10	El punto fue ubicado en la Avenida 1ra de Mayo con carrera 69b cerca de un Mac Donald			E4874105,161 N2067936,662	N4°36'50,21" W 74° 8'7,51"	2630	C
M11	Transversal 68B, en Floralia en una zona verde que se encuentra en un costado de la avenida primera de mayo con carrera 68			E4874625,138 N2067358,396	N4°36'31,40" W 74° 7'50,60"	2630	C
M12	Avenida 1ra de Mayo Calle 51F, sobre la avenida, donde se encuentra talleres y comercio.			E4875153,297 N2067080,046	N4°36'22,36" W74°7'33,44"	2630	C

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

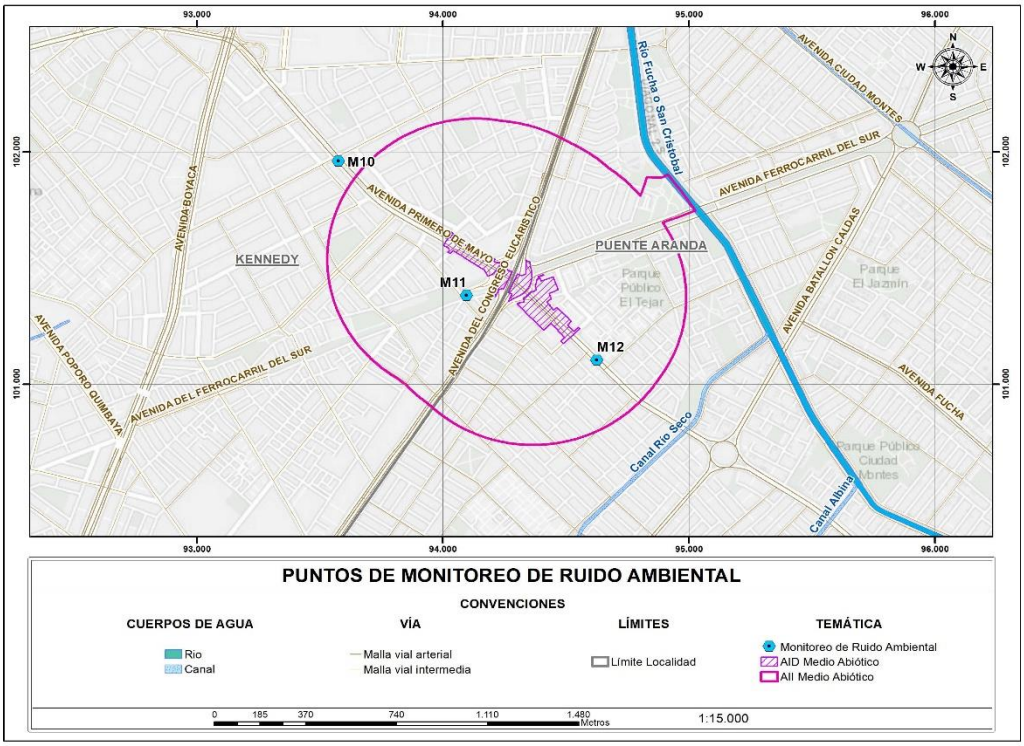


Figura 209 Georreferenciación de los Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental.

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

- Receptores Sensibles e Inventario de edificaciones

Los receptores sensibles y el inventario de edificaciones se encuentran relacionados en el informe de resultados del monitoreo de ruido ambiental, ver L1T1-CON-AMB-IN-0031.

7.3.2.3.3.2 Resultados de las mediciones

A continuación, se realiza una valoración de los niveles de ruido ambiental, durante los horarios diurno y nocturno en los puntos ubicados en el área del proyecto, teniendo en cuenta los usos del suelo. Esta valoración toma las mediciones en campo (Leq) hechas en ponderación A y tiempo de respuesta S y las compara con la normatividad ambiental vigente.

7.3.2.3.3.2.1 Ruido ambiental en horario diurno

- Sector c – vías

En la Tabla 167, se encuentran los resultados de los puntos de monitoreo analizados y categorizados en el sector C "*Ruido Intermedio Restringido", subsector "Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales,*

autopistas, vías arterias, vías principales", de acuerdo con la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 expedida por el MAVDT, hoy MADS, en la cual se establece un límite máximo permisible para el horario diurno de 80 dB.

Tabla 167 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Diurno (Sector C)

Punto de Monitoreo	Día	LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
					SD	CV	IC			
M10	Hábil	70,7	80	SI	1,5	2,1%	1,9	15/07/2021	09:00:34	10:00:32
	No Hábil	72,6	80	SI	1,7	2,4%	2,2	18/07/2021	09:00:34	10:00:32
M11	Hábil	62,7	80	SI	2,4	3,8%	3,0	15/07/2021	10:15:28	11:15:27
	No Hábil	63,9	80	SI	2,9	4,6%	3,7	18/07/2021	10:15:28	11:15:27
M12	Hábil	70,0	80	SI	2,4	3,4%	3,0	15/07/2021	11:30:16	12:30:29
	No Hábil	71,0	80	SI	3,0	4,2%	3,8	18/07/2021	11:30:16	12:30:29

LAeq dB: Lectura equivalente en dB horario nocturno. SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

En general, en horario diurno no se excede el límite máximo permisible (80 dB) establecido en la Resolución 627 del 2006. Se presentaron niveles de presión sonora en un rango de 62,7 dB a 70,7 dB en día hábil, donde el menor valor se registró en el punto M11 y el mayor en el punto M10. Por otro lado, en el día no hábil los NPS fluctuaron entre 63,9 dB y 72,6 dB (ver Figura 210**).**

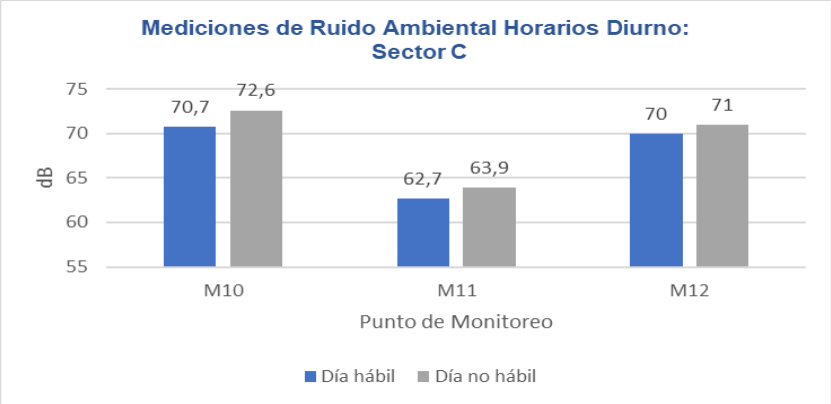


Figura 210 Niveles de Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario diurno (Sector B-parques)

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

Los niveles de presión sonora registrados se atribuyen a las fuentes de ruido esporádicas identificadas durante el monitoreo, dado que los puntos se localizaron a un costado de vías de acceso y los principales sonidos se asociaron al alto tráfico vehicular que se presenta en dichas avenidas, incluyendo el paso de los automotores del sistema de transporte de las Avenidas 68 y primero de mayo que se alcanzan a percibir en los puntos de M11, así como se identificaron los sonidos procedentes de las bocinas de los automotores, el ruido de las sirenas de las ambulancias, el perifoneo de vendedores ambulantes y sonidos provenientes de aves cantando. Es importante resaltar que, durante el monitoreo no se percibieron fuentes permanentes de ruido, por lo cual, los resultados se relacionan a las características normales del entorno y a las actividades cotidianas desarrolladas en el área de estudio.

7.3.2.3.3.2.2 Ruido ambiental en horario nocturno

- Sector C – Vías

En la Tabla 168, se aprecian los niveles de presión sonora en los puntos seleccionados para la caracterización de este PMAS. De acuerdo con la Resolución 627 de 2006, en el sector c, se establece un límite máximo permisible para el horario nocturno de 70 dB.

Tabla 168 – Comparación de los Resultados Obtenidos con el Límite Máximo Permisible Durante el Horario Nocturno (Sector C)

Mediciones de Ruido Ambiental – Día Hábil y No Hábil –Sector C										
Punto de Monitoreo	Día	LAeq dB	Valor Máximo Permitido dB	¿Cumple?	Estadística			Fecha	Hora Inicial	Hora Final
					SD	CV	IC			
M10	Hábil	59,7	70	SI	3,9	6,6%	5,0	15/07/2021	22:20:25	23:20:20
	No Hábil	59,8	70	SI	3,8	6,3%	4,8	18/07/2021	22:20:25	23:20:20
M11	Hábil	51,4	70	SI	4,4	8,5%	5,6	15/07/2021	23:30:25	00:30:20
	No Hábil	51,7	70	SI	3,8	7,3%	4,8	18/07/2021	23:30:25	00:30:20
M12	Hábil	47,3	70	SI	1,7	3,5%	2,1	15/07/2021	00:35:17	01:35:30
	No Hábil	48,0	70	SI	0,9	1,9%	1,2	18/07/2021	00:35:17	01:35:30

LAeq dB: Lectura equivalente en dB horario nocturno. SD: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. IC: Intervalo de confianza.

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021.

De acuerdo con la Tabla 168 y en la Figura 211, no se exceden los límites máximos permisibles en este sector. Los valores son similares en día hábil y no hábil, durante el horario nocturno. En general, los registros se atribuyen a las características normales del entorno, por lo que se alcanzaron a percibir los sonidos procedentes de las bocinas de los automotores que transitan por las vías de acceso aledañas

a los puntos evaluados. Cabe resaltar que, durante el monitoreo no se identificaron fuentes de ruido permanentes.

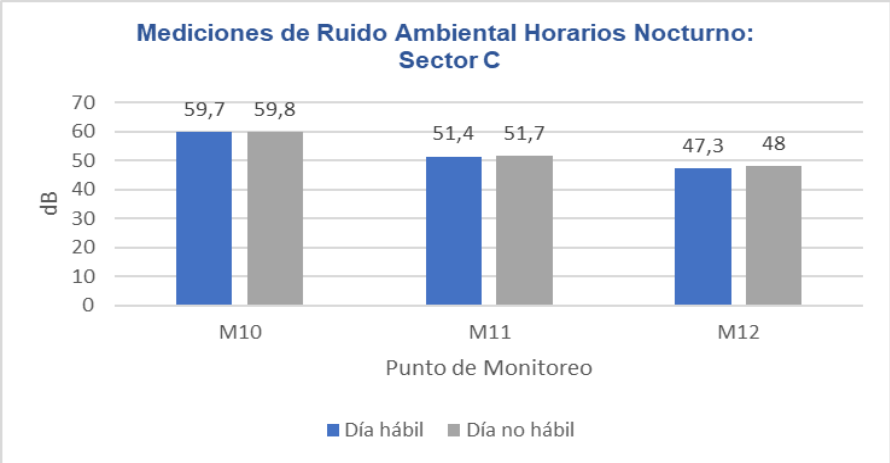


Figura 211 Niveles de presión sonora registrados durante el monitoreo de ruido ambiental en el horario nocturno (Sector C).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2021

7.3.2.3.3.3 Monitoreos Ejecutados para la Troncal de la Avenida 68- Transmilenio

Con el fin de identificar otras mediciones realizadas en el área de influencia, a continuación, se analiza el punto monitoreado en el marco del proyecto en superposición, la Troncal de Transmilenio de la Avenida 68. Este punto fue monitoreado los días 20, 21, 22, 23, 24, 28 de octubre y 11 y 12 de noviembre de 2018, en periodos hábiles y festivos en jornadas diurnas y nocturnas (Transmilenio & S.A.S, 2018).Este estudio fue realizado por Ambienciq Ingenieros S.A.S., laboratorio con acreditación del IDEAM.

Tabla 169 – Descripción de los puntos de muestreo

Punto de Monitoreo	Descripción	Imagen Monitoreo Diurno	Imagen Monitoreo Nocturno	Coordenadas Coordenadas Gauss krüger, Datum Magna Sirgas		Altura	Sector de Restricción Resolución N° 627 de 2006
Punto 2	2 – Cruce con la Av. 1ª de mayo			E: 994373,147	N: 1001444,16	2580	C

Fuente: (Transmilenio & S.A.S, 2018).

Fuente: Basado en (Transmilenio & S.A.S, 2018), adaptado por (Transmilenio & S.A.S, 2018)

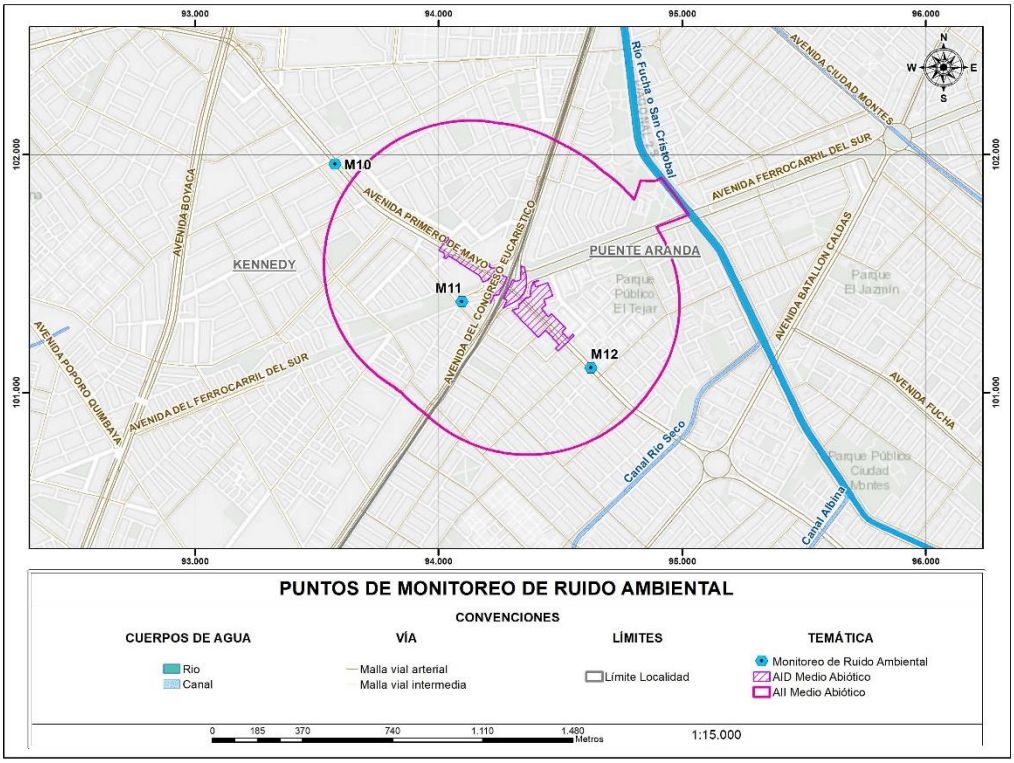


Figura 212 Georreferenciación de los Puntos de Monitoreo de Ruido Ambiental (Troncal de Transmilenio Av 68)

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

A continuación, se presentan los valores obtenidos de las mediciones realizadas en los monitoreos ejecutados en día hábil y no hábil.

Tabla 170 – Resultados de los monitoreos de Ruido Ambiental

Punto de medición	Límite Diurno	LEQAR Día Hábil LEQAR	Estado frente a la norma	LEQAR Día No Hábil LEQAR	Estado frente a la norma	Límite Nocturno	LEQAR Nocturno Hábil LEQAR	Estado frente a la norma	LEQAR Nocturno No Hábil LEQAR	Estado frente a la norma
2	80	74.18	cumple	72.50	cumple	70	74.57	No cumple	60.66	cumple

Fuente: (Transmilenio & S.A.S, 2018)

De acuerdo con la Tabla 170, se evidencia que la medición que no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0627 de 2006, fue la realizada en horas de la noche hábil, con un valor de 74.57 dB, ocasionado al flujo vehicular que aumenta en horas de la noche. De acuerdo con el informe revisado, las principales fuentes de emisión para este punto son: paso continuo de buses SITP, taxis, motos, peatones, bicicletas, paso de buses tipo pesado, paso de camión, buses SITP, Tráfico continuo pero suave, carro con música.

7.3.2.3.3.4 Modelo de predicción de ruido

La modelación acústica se realizó bajo el método general de cálculo ISO 9613 – 2 - Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2 General method of calculation, basado en la definición de fuentes típicas de la base de datos del software SoundPlan versión 7.3.

La modelación predictiva de ruido se realizó implementando la base de datos de la biblioteca de fuentes de ruido que contiene el software de modelación acústica SoundPlan versión 7.3, basado en los valores publicados por la norma británica (BS 5228-1:2009) “Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise”, a fin de obtener las curvas de igual sonoridad (i.e. Isófonas) para un día promedio de operación de la fuente objeto de estudio, bajo la condiciones de funcionamiento más desfavorables (i.e. funcionamiento simultaneo). Dichos resultados podrían permitir la toma informada de decisiones y/o realización de estudios específicos en materia de ruido.

La propagación de ruido hacia puntos receptores en condiciones de propagación homogénea y favorable acorde al estándar ISO 9613 - 2 Atenuación del sonido en espacio abierto, se calcula de manera separada y tiene en cuenta la suma de las condiciones de atenuación existentes en la trayectoria fuente/receptor.

$$LF = Lw - A_{div} - A_{atm} - A_{grd,F} - A_{dif,F}$$

Donde:

LW: Emisión

Adiv: Divergencia geométrica

Aatm: absorción atmosférica

Agrd,F: efecto del terreno

Adif,F: Difracción

A continuación, se enlista las condiciones de atención previstas en el modelo.

Tabla 171 – Propagación método de cálculo acorde a ISO 9613-2

PROPAGACIÓN MÉTODO DE CÁLCULO ACORDE A ISO 9613-2	
P1 – Divergencia geométrica	Diferencia máx. GND+Difracción 1,0 dB
P2 – Absorción atmosférica	ISO 9613-1 a 20 ºC y 70% humedad; Presión atmosférica 1013,3 mbar
P3 – Perfil del terreno	Plano medio del perfil del terreno
P4 – Efecto del suelo	Función de coeficiente G adimensional del terreno
P5 – Reflexiones	Consideradas en efecto del suelo
P6 – Difracciones	Dependiente de la longitud de onda y la diferencia de trayectorias
P7 – Condición meteorológica	Homogénea, ISO 9613-1 a 20 ºC – 50 ºC y 40 % y 70% humedad; Presión atmosférica 1013,3 mbar

Fuente: (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021)

El presente numeral describe en general las características técnicas y los aspectos propios a la ejecución de la modelación predictiva de ruido, teniendo en cuenta las etapas de generación del modelo geográfico (i.e. Geodabase), ingreso de valores de ruido, cálculo de potencias volumétricas de ruido, homologación de fuentes, las cuales representan información contúndete y sensible a los resultados finales.

La metodología de modelamiento de propagación sonora se basó en la normativa ISO 9613, la cual utiliza los principios de atenuación divergente, junto a atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación atmosférica. Para ello, se empleó el modelo SoundPlan v 7.3, el cual incorpora todas las variables físicas (relieve topográfico, uso de suelo, condiciones meteorológicas) y las características de emisión acústica de los componentes principales, permitiendo estimar la radiación sonora de los elementos hacia el exterior. Las condiciones del climáticas se consideran homogéneas (i.e. ISO 1996) para una gama amplia de condiciones de temperatura (20° – 40°) y humedad (50% - 90%), La norma utilizada considera siempre vientos con intensidades entre 3 y 4 m/s a favor de la propagación hacia la población más cercana.

Las características de las emisiones de ruido para cada fuente se basaron en los valores publicados por la norma británica (BS 5228-1:2009) “Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise” y las Guías de Predicción de Ruido del Gobierno Australiano (General Noise Prediction Guideline ÖAL 28), considerando la marca de referencia y tipo. Una vez asignados los niveles de potencia de ruido a cada maquinaria según la ubicación y el tipo de actividad, se determinó el nivel de potencia acústica total que representa una fuente de área de emisión de ruido, dada por la ecuación:

Ecuación de fuentes de área de emisión de ruido

$$L_T = 10 \log\left(\sum_i^n 10^{\frac{L_i}{10}}\right)$$

Donde LT es la suma de todas las fuentes en simultáneo que radian sonido, n es el número de fuentes presentes en un área específica y Li son los niveles de ruido de cada fuente expresada en dB(A).

Software de modelación SoundPlan

SoundPlan fue uno de los primeros programas de modelado de ruido en el mercado, como uno de los pioneros en mercado de programas informáticos para la caracterización de ruido ambiental. El programa emplea el cálculo de niveles de ruido provenientes de tráfico viario (calles y carreteras), ferrocarriles, industria (interior y exterior), aeropuertos.

El núcleo del Software es la predicción de ruido en el medio ambiente. Producto de varias fuentes las cuales se propagan y se dispersan sobre un terreno dado, de conformidad con las leyes de la física.

A nivel mundial, muchos gobiernos y asociaciones de ingenieros sintieron la necesidad de desarrollar algoritmos que contengan las principales normativas y estándares de acústica propios de la región con

el fin de que diferentes ingenieros evalúan el mismo escenario obteniendo respuestas razonablemente cercanas a una situación en particular.

SoundPlan tiene la capacidad de analizar cualquier situación o elemento de la realidad, lo cual es determinado por la cantidad de información de entrada suministrada el núcleo de cálculo. Viaductos, túneles, pantallas con deflector o con diferentes materiales, acústica interior, edificaciones acústicas, aeropuertos, sistemas de control de ruido.

El método implementado por SoundPlan es basado en la norma ISO 9613, este método es general en el sentido de que se puede aplicar a una amplia variedad de fuentes de ruido, y cubre la mayor parte de los principales mecanismos de atenuación. Hay, sin embargo, las limitaciones en su uso, que surgen principalmente de la descripción del ruido ambiental en la serie de normas ISO 1996 y que se mencionan en las limitaciones del presente documento.

- Ingreso de operaciones al modelo

A continuación, se presentan las potencias acústicas asignadas a las principales fuentes de ruido para cada uno de los tipos de zonas consideradas para el desarrollo de actividades, la cual se basa en la guía ambiental internacional como la Norma Británica (BS 5228-1:2009) “Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise”. Asimismo, se revisaron las fichas técnicas disponibles de cada equipo a fin de extraer información relacionada con potencias acústicas

- Base de datos geográfica y generación modelo digital de terreno DGM

El primer paso para el desarrollo de una modelación acústica consiste en realizar una breve descripción del área objeto de estudio, en este caso del PMAS y el entorno asociado a la misma (i,e, tipo de suelos, geometría, edificaciones, elevación del terreno, edificaciones receptores, áreas de bosques, fuentes,. etc.).

Teniendo en cuenta que el mecanismo de importación de datos del software SoundPlan, se realiza mediante datos geoespaciales estructurados en shapefiles, en los cuales los datos de atributos se guardan en tablas DBF, para cada una de las entidades del modelo, la entidad relación se definió por medio de una tabla incluyendo las columnas correspondientes a los atributos Ld y Ln. (i.e. Nivel promedio, día, noche)

Estos datos se ingresan a la base de datos geográfica del modelo y se estructura el entorno de modelación, cabe resaltar que entre mayor detalle en cuanto a la distribución espacial del modelo y las características de dispersión de las fuentes de ruido mayor será el valor relacionado al porcentaje de acierto en el modelo, presentado tolerancias que no superan 1 dB de error entre la situación futura y situación real, sin tener en cuenta el aporte de fuentes ajenas al funcionamiento de la fuente objeto de estudio.

Código de colores: La selección del tamaño de la grilla de cálculo se define a partir de un análisis a las zonas que se consideran vulnerables por el funcionamiento del predio objeto de estudio (i.e. aquellas zonas sobre las que existe viviendas residenciales), el código de colores o la escala hace referencia a

los rangos de valores establecidos en el cálculo, los cuales se representan para niveles bajos hasta el límite de 45 dB con tonos verdes medios, para niveles medios se utilizan tonos rojos y para valores altos o superiores a 80 dB los tonos azul oscuro.

Teniendo en cuenta que se busca establecer el nivel de afectación sobre el área de influencia, se selecciona una grilla cuya área de cobertura permita un análisis completo de la zona. La distancia de cálculo para la reflexión al receptor es de 200 m y al foco de 50 m. Por otra parte, se establece un rango de valores de niveles de ruido suficiente como para cumplir con lo establecido en la Resolución 627/2006 del MAVDT.

De acuerdo con la Figura 222 se puede observar que los niveles más altos de presión sonora, que se encuentran en el rango de 65 a 80 dB serán emitidos en el área de directa intervención, esto teniendo en cuenta que el modelo proyecta las emisiones de ruido para las actividades constructivas proyectadas para el proyecto, mientras que la presión sonora irá decayendo en el orden de los 60 a 50 dB en el área de influencia indirecta del medio abiótico. Cabe resaltar que en las zonas próximas a las áreas de influencia la percepción de ruido irá disminuyendo hasta 40 dB.

Además, en la Figura 222 se evidencia que, sobre la avenida primero de mayo las isófonas que oscilan entre 65 a 80 dB, es ruido generado por el alto flujo vehicular (paso de automóviles, buses, camiones, los pitidos, etc), el comercio y otras actividades del sector. Si nos dirigimos a la parte nor-oriental de la avenida donde se encuentra el Colegio Luis Carlos Vargas (receptor sensible) evidenciamos que este se encuentra en la zona de impacto de ruido ambiental. Esto, es debido a las condiciones actuales (sin proyecto) los niveles de presión sonora son altos principalmente en avenidas en las Avenida 68 y primero de mayo por causa al alto flujo vehicular y a las obras de infraestructura que se encuentran en el sector.

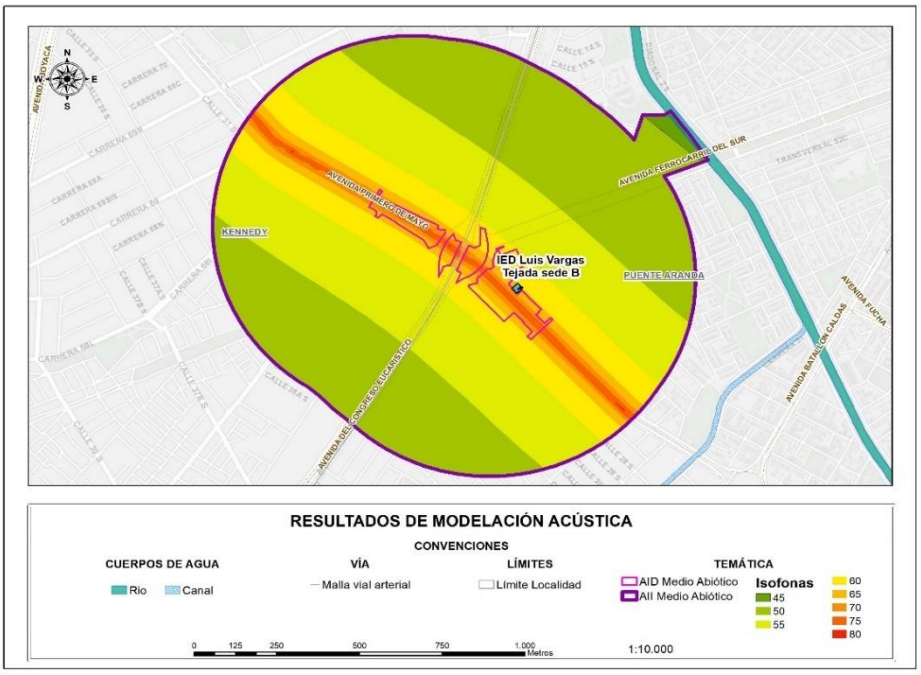


Figura 213 Predicción de ruido ambiental-Modelación.

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1.

7.3.2.3.4 Vibraciones

Los estudios de vibraciones fueron ejecutados de acuerdo con el numeral 5.2.3 del anexo 1 del apéndice 15. Antes de su ejecución se presentó la metodología de ejecución de los monitores mediante el protocolo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PN-0001 *Metodología Ruido y Vibraciones* y L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PN-0002 *Programa de Medición de Línea Base - Ruido y Vibraciones.*

El monitoreo de vibraciones fue ejecutado desde el 14 de julio al 05 de agosto de 2021, en 4 puntos que se encuentran en el área de influencia del presente PMAS. Utilizando entre 4 y 8 acelerómetros dentro del radio de incidencia de cada uno de los 4 puntos. En Tabla 172 se encuentra la ubicación de los acelerógrafos (waleker) y en la Fuente:

Tabla 173 se encuentran las coordenadas de la ubicación de los Minimate.

Tabla 172– Coordenadas de los puntos de muestreo con acelerógrafos

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
M10	**Latitud:** 4°36'50.66" N **Longitud:** 74°08'07.61" O	**Latitud:** 4°36'52.89" N **Longitud:** 74°'0808.71" O	**Latitud:** 4°36'55.05" N **Longitud:** 74°08'05.47" O	**Latitud:** 4°36'51.38" N **Longitud:** 74°08'06.53" O	**Latitud:** 4°36'48.43" N **Longitud:** 74°08'12.78" O	**Latitud:** 4°36'49.00" N **Longitud:** 74°08'01.70" O	**Latitud:** 4°36'55.45" N **Longitud:** 74°08'13.62" O	**Latitud:** 4°36'56.42" N **Longitud:** 74°08'16.38" O

Punto	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
M11	**Latitud:** 4°36'34.05" N **Longitud:** 74°07'41.80 O	**Latitud:** 4°36'31.43 N **Longitud:** 74°07'40.28" O	**Latitud:** 4°36'37.29" N **Longitud:** 74°07'44.40" O	**Latitud:** 4°36'34.38" N **Longitud:** 74°07'47.23" O	**Latitud:** 4°36'41.52" N **Longitud:** 74°07'42.95" O	**Latitud:** 4°36'27.32" N **Longitud:** 74°07'48.52" O	**Latitud:** 4°36'30.29" N **Longitud:** 74°07'44.60" O	**Latitud:** 4°36'28.07" N **Longitud:** 74°07'44.18" O
M12	**Latitud:** 4°36'17.09" N **Longitud:** 74°07'28.59" O	**Latitud:** 4°36'22.13" N **Longitud:** 74°07'34.14" O	**Latitud:** 4°36'21.73" N **Longitud:** 74°07'27.68" O	**Latitud:** 4°36'22.45" N **Longitud:** 74°07'23.36" O	**Latitud:** 4°36'14.48" N **Longitud:** 74°07'22.83" O	**Latitud:** 4°36'14.58" N **Longitud:** 74°07'30.75" O		
M13	**Latitud:** 4°36'00.12" N **Longitud:** 74°07'01.82" O	**Latitud:** 4°36'08.60 N **Longitud:** 74°07'19.16" O	**Latitud:** 4°36'11.12" **Longitud:** 74°07'14.87" O	**Latitud:** 4°36'11.26" N **Longitud:** 74°07'18.08" O	**Latitud:** 4°36'14.14" N **Longitud:** 74°07'23.10" O	**Latitud:** 4°36'05.76" N **Longitud:** 74°07'23.04 O	**Latitud:** 4°36'13.47" N **Longitud:** 74°07'14.71" O	**Latitud:** 4°36'03.36" N **Longitud:** 74°07'20.05" O

Fuente: (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021)

Tabla 173– Coordenadas de los puntos de muestreo con Minimate

Equipo	M10	M11	M12	M13
Minimate	**Latitud:** 4°37'47.55" N **Longitud:** 74°10'16.95" O	**Latitud:** 4°37'50.73" N **Longitud:** 74°10'13.39" O	**Latitud:** 4°37'48.10" N **Longitud:** 74°10.06.90" O	**Latitud:** 4°37'42.17" N **Longitud:** 74°10'14.88" O

Fuente: (Consorcio Ambiental Metro de Bogotá, 2021)

A continuación, se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo de vibraciones:

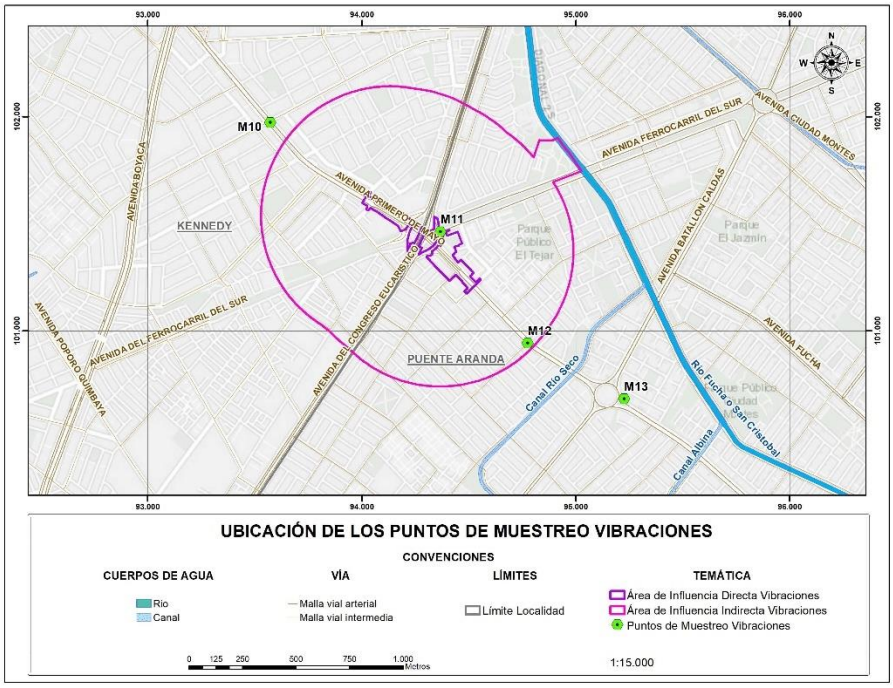


Figura 214 Ubicación de los 4 puntos de monitoreo de vibraciones

Fuente. Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1. 2022

7.3.2.3.5 Estudio de Vibraciones

7.3.2.3.5.1 Área de Estudio para línea Base

En el área de estudio se consideran 80 metros a cada lado del corredor ferroviario propuesto (medido desde la línea central) con base a la disminución de la potencia y a las características de distancia de las ondas de vibración cuando se propaga a través del suelo. Más allá de los 80 metros, no se espera que la vibración producida por el proyecto sea significativamente perceptible con respecto a la vibración de referencia producida por el entorno existente.

7.3.2.3.5.1.1 Metodología y equipos empleados para la medición

La metodología para la medición de las vibraciones se ejecutó de acuerdo con los documentos L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PN-0001 *Metodología Ruido y Vibraciones* y L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-PN-0002 *Programa de Medición de Línea Base - Ruido y Vibraciones,* presentados y avalados antes de la ejecución de los monitoreos (ver Anexo L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0001_A07/7_4).

Los equipos utilizados para la ejecución del monitoreo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 174 – Acelerógrafo y Geófonos para la medición de vibraciones.

No	Nombre del equipo	Modelo	Serial	Fecha de Calibración	Fotografía
1	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0297	13/05/2021	
2	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0309	13/05/2021	
3	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0311	13/05/2021	
4	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0312	13/05/2021	
5	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0321	13/05/2021	
6	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0322	13/05/2021	
7	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0324	13/05/2021	
8	Acelerógrafo triaxial	Waleker SMA-551	ME-0325	13/05/2021	
9	Minimate	Pro ISEE	SL13205	18/05/2021	

No	Nombre del equipo	Modelo	Serial	Fecha de Calibración	Fotografía
10	Minimate	Pro DIN	SD14078	18/05/2021	

Fuente. Salazar Ferro. 2022.

7.3.2.3.5.2 Cuantificación de las Condiciones de Línea Base

La cuantificación de las condiciones de referencia se completó mediante múltiples mediciones en las proximidades de cada uno de los lugares identificados como M10 a M13. En cada uno de estos lugares, las mediciones de las vibraciones se realizaron en varios lugares representativos de los receptores (es decir, lugares cercanos y de naturaleza similar a los receptores en los que se evaluará el impacto de las vibraciones en el Estudio de las Vibraciones - Informe de funcionamiento y Mantenimiento). Cada medición se llevó a cabo hasta 20 minutos como mediciones asistidas utilizando un Waleker SMA551 calibrado. Como se ha señalado.

La revisión posterior de las fuentes de vibración, los datos de medición y el patrón indicaron que hay hasta tres niveles de vibraciones en la zona, como se indica a continuación:

- Niveles máximos ocasionales (OPL): Picos ocasionales/atípicos debido a camiones pesados u otros movimientos vehiculares combinados con las condiciones de la vía (el pico más alto medido) - por ejemplo, un vehículo que impacta con un bache o que va a gran velocidad en una zona irregular.
- Niveles máximos regulares (RPL): Picos regulares que pueden esperarse con un vehículo en buen estado y las condiciones de la vía; y,
- Niveles vibracionales regulares (RVL): Vibración regular predominante durante la mayor parte del tiempo.

En la Figura 215 se presenta una muestra de medición de vibraciones que indica el OPL, el RPL y el RVL. A partir de los datos recolectados, se cuantificaron los niveles de vibración de la velocidad máxima de las partículas (PPV, mm/s) y de la media cuadrática (RMS, mm/s) para las tres condiciones mencionadas.

Dado que el nivel sonoro se promedia a lo largo de un período para obtener el nivel sonoro equivalente, el nivel sonoro ambiental depende del número de vehículos que utilizan la vía. Por otra parte, los niveles vibracionales se basan en eventos (es decir, cada vehículo provoca una vibración de magnitud variable).

El criterio de nivel de vibración no se basa en una vibración media, por lo que las evaluaciones de las vibraciones de referencia son independientes del número de vehículos que circulan por la vía

Teniendo en cuenta lo anterior, tras un examen más detallado, se descubrió que la vibración de línea base depende del tipo de vehículos en la zona, las velocidades operativas y las condiciones locales. Utilizando estas condiciones y las vibraciones medidas, se determinan las vibraciones de línea base en los receptores para OPL, RPL y RVL, las cuales se analizan en la Sección 6. Los resultados de las mediciones de las vibraciones de línea base tras el procedimiento se encuentran en la Figura 215**.**

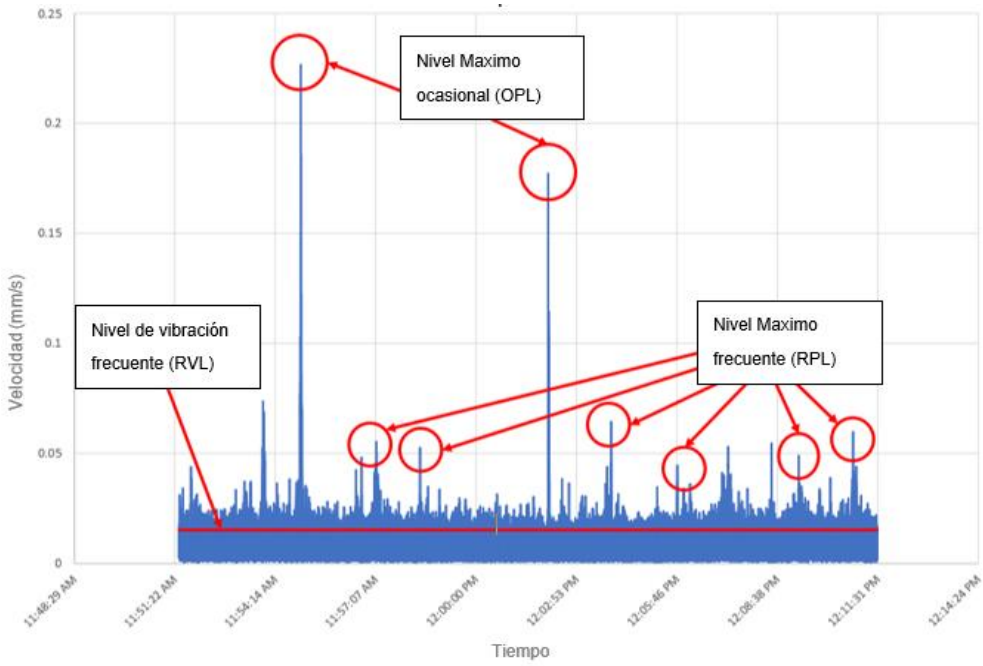


Figura 215 Velocidad de vibración PPV (mm/s) para el lugar de medición M5_6

Fuente: WSP 2022

Tabla 175 – Resultados de la medición de las vibraciones de referencia

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X,Y)	Vibración (Velocidad mm/s) PPV			Vibración (Velocidad mm/s) RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M10_1	595897 , 510063	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036
M10_2	595863 , 510131	1.509	0.174	0.045	0.151	0.063	0.043
M10_3	595963 , 510198	0.44	0.135	0.017	0.063	0.043	0.031
M10_4	595930 , 510085	0.481	0.074	0.023	0.069	0.034	0.023
M10_5	595738 , 509994	0.181	0.056	0.033	0.052	0.026	0.023
M10_6	596079 , 510012	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
M10_7	595712 , 510210	0.122	0.043	0.019	0.029	0.019	0.016
M10_8	595627 , 510239	0.542	0.053	0.023	0.065	0.025	0.018
M11_1	596693 , 509554	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031
M11_2	596740 , 509473	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
M11_3	596613 , 509653	0.46	0.162	0.032	0.155	0.072	0.03
M11_4	596526 , 509564	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
M11_5	596657 , 509783	0.073	0.031	0.016	0.024	0.015	0.012
M11_6	596486 , 509347	0.129	0.07	0.031	0.047	0.031	0.026
M11_8	596620 , 509370	0.12	0.056	0.025	0.043	0.025	0.021
M12_1	597101 , 509033	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
M12_2	596929 , 509188	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
M12_3	597128 , 509176	0.189	0.053	0.016	0.051	0.021	0.014
M12_4	597058 , 509091	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
M12_5	597262 , 509198	0.081	0.025	0.021	0.02	0.012	0.009
M12_6	597278 , 508965	1.17	0.112	0.034	0.123	0.045	0.033
M12_7	597034 , 508956	0.216	0.034	0.015	0.036	0.015	0.012
M13_1	597552 , 508773	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024

ID de Medición	Coordenadas SAD69, UTM Zone 18N (X,Y)	Vibración (Velocidad mm/s) PPV			Vibración (Velocidad mm/s) RMS		
		Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel Máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
M13_2	597392 , 508773	0.211	0.092	0.028	0.075	0.04	0.027
M13_3	597524 , 508851	0.393	0.079	0.022	0.06	0.032	0.022
M13_4	597425 , 508855	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
M13_5	597270 , 508943	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029
M13_6	597272 , 508686	0.102	0.03	0.014	0.022	0.014	0.011
M13_7	597528 , 508923	0.147	0.044	0.019	0.029	0.02	0.015
M13_8	597364 , 508612	0.144	0.045	0.019	0.032	0.02	0.017

Fuente: WSP 2022

7.3.2.3.5.1 Nivel de Vibraciones en Interiores

Se predijo que los niveles de ruido y vibración estructural en interiores procedentes de fuentes ambientales eran extremadamente bajos; esto se confirmó con las mediciones realizadas cerca de algunos de los edificios. En unas circunstancias de vibración tan bajas, las mediciones en interiores recogerán el ruido y la vibración de las actividades interiores (por ejemplo, pasos fuertes, saltos, electrodomésticos, etc.), que se consideran no representativos de la vibración ambiental y conducirían a resultados no confiables y no concluyentes. Además, el estudio en fase inicial reportado en "Estructuración Técnica Del Tramo 1 De La Primera Línea Del Metro De Bogotá (PLMB), Estudio De Impacto Ambiental Y Social (EIAS) Línea Base - Medio Abiótico Documento N° EtPLMB-Et19-L16.5-Ite-I-001_R2" del 2018, también identificó este desafío y utilizó mediciones en exteriores. Por lo tanto, en lugar de las mediciones en interiores, se utilizaron los métodos de las directrices de la FTA para predecir los niveles de vibración en interiores manejando mediciones en exteriores. Este método se considera aceptable según el Apéndice Técnico 2 - "Normativa aplicable". Además, los niveles de vibración al aire libre permitirán una comparación entre los niveles de vibración actuales y futuros (si es necesario).

La vibración de los vehículos en la vía (condiciones ambientales) se transfiere a través del suelo a los cimientos del edificio; luego viaja a través del edificio receptor a varios pisos/espacios dentro del edificio. La propagación de las vibraciones a través de las estructuras de los edificios es muy compleja. Normalmente hay una pérdida de energía de vibración debido al acoplamiento del edificio con el suelo cuando la vibración se transfiere del suelo a los cimientos del edificio. Esta pérdida reduce la vibración transferida al interior de los edificios.

El documento de la FTA proporciona métodos para estimar las vibraciones transmitidas por el suelo debidas a diversas fuentes. Para establecer los niveles de vibración en el interior de los edificios; inicialmente se realizaron las predicciones en los lugares de medición exteriores y se verificó su exactitud. A continuación, se utilizó el modelo FTA con parámetros específicos del lugar para estimar los niveles de vibración en el interior. El modelo tiene en cuenta la atenuación de la distancia específica del lugar, la geometría fuente-receptor, los efectos de la atenuación del suelo, etc., en la propagación de las vibraciones.

La directriz de la FTA sugiere que cuando la vibración se transmite a través de un edificio, la vibración suele disminuir desde los cimientos y entre cada piso; la directriz de la FTA sugiere que la vibración se atenúa al menos 1 o 2 dB por piso, por lo que el cumplimiento se evaluó en el primer piso, que es el más afectado. La Tabla 176 compara los resultados medidos en el exterior en determinados lugares representativos con las predicciones en el exterior para mostrar la precisión de la modelización y, a continuación, proporciona los resultados previstos en el interior.

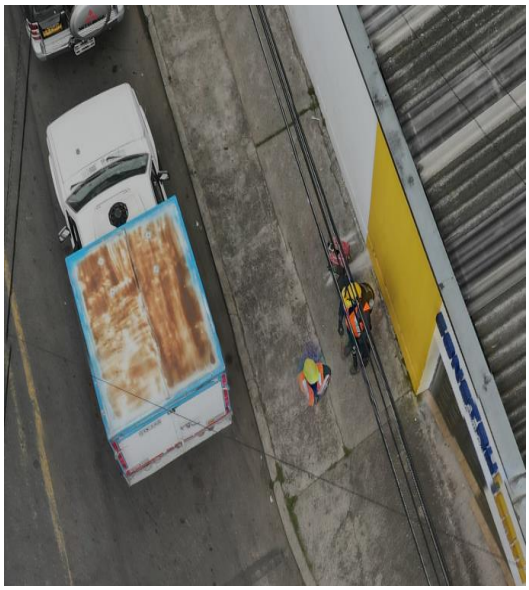
Como se observa en la Tabla 176 los niveles de vibración en interiores correspondientes a los picos de vibración en exteriores son sustancialmente bajos. En la Fotografía 25 y Fotografía 26 se muestran algunas fotos del programa de medición correspondiente a los lugares representativos seleccionados donde se predijeron los niveles de vibración en interiores.

Tabla 176- Comparación de los niveles de vibración en exteriores y en interiores

ID de Medición	Grupo de edificios más cercano	Impacto de las vibraciones (velocidad RMS, mm/s)		
		Sitio de medición en exteriores	Predicción - ubicación exterior (en el lugar de medición)	Predicción - ubicación interior (dentro del edificio)
M10_3	Grupo 4 - Oficinas (institucional)	0.043	0.055	0.017
M12_6	Grupo 3 - Instituto educativo	0.045	0.049	0.015

Fuente: WSP 2022

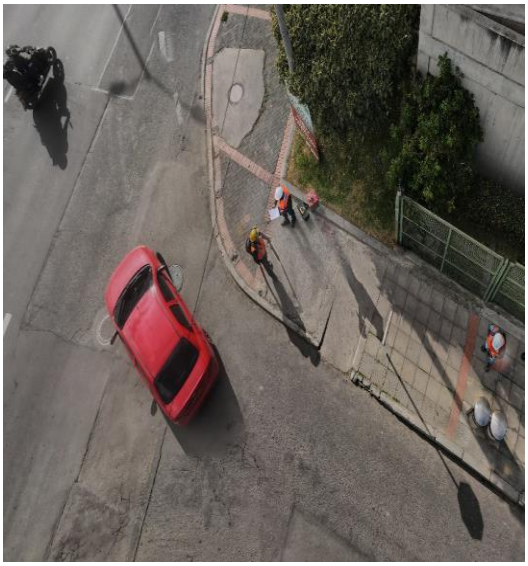




Fotografía 25 Lugar de medición de las vibraciones M10_3

Fuente: SFI 2021





Fotografía 26 Lugar de medición de las vibraciones M12_6

Fuente: SFI 2021

7.3.2.3.5.2 Verificación del Edificio/Receptor

Como se ha señalado anteriormente, los límites de vibración en el Apéndice técnico 15 identifican dos propósitos: un límite de vibración PPV para la construcción (o etapa preoperacional) y los límites de

vibración RMS para la etapa de operación y mantenimiento (O&M). El límite PPV durante la construcción tiene como objetivo controlar los daños a los edificios durante la construcción, que suele ser a corto plazo (menos de 2 a 3 años de construcción), mientras que los límites de vibración RMS tienen como objetivo proteger a los ocupantes dentro de los edificios en la etapa de operación y mantenimiento a largo plazo (más de 20 años).

Por lo tanto, la naturaleza de los edificios (por ejemplo, edificio nuevo, edificio antiguo, edificio patrimonial) son clasificaciones importantes para determinar los límites apropiados para la vibración de la construcción, mientras que la naturaleza del uso basado en los ocupantes (uso hospitalario, educativo, residencial, comercial, etc.) es importante para el análisis de la etapa de operación. Por ello, además del tipo de receptor, se completó un inventario de las condiciones del receptor "Informe de Identificación de Sitios de Interés Cultural".

Además, se llevó a cabo otro programa de verificación de receptores como parte del programa de medición. Se recopiló la siguiente información para los edificios de la primera fila inmediatamente adyacente al corredor ferroviario a cada lado del riel, en las proximidades de cada uno de los puntos de medición (M10, M11, M12 y M13) según el BMP:

- Edificios sensibles (*p. ej.,* uso especial – hospitales, colegios, etc.)
- Tipo de construcción
- Altura (pisos)
- Tipo de cimentación
- Uso del edificio (residencial, comercial, industrial, etc.),
- Estado del edificio (nuevo, antiguo, edificio patrimonial etc.).

En el estudio de verificación se incluyó un total de 1.331 edificios y en el transcurso de esta se identificaron 2 edificios como sensibles en función de su uso. A continuación, se presenta la Tabla 177 donde se encuentra la lista de los receptores sensibles.

Tabla 177 – Listado de receptores sensibles

Lugar de medición más cercano	Tipo de receptor	Descripción
M11	Colegio	Una escuela primaria formada por dos edificios de un piso y un parque
M11	Iglesia	Una iglesia de dos pisos
M13	Colegio	Colegio Benjamín Herrera está conformado por 3 edificios de 3 pisos y una cancha múltiple

Fuente: WSP 2022

Los edificios identificados s están generalmente en buenas condiciones y están habitados por ocupantes sensibles (o de uso sensible). De la Figura 231 a la Figura 219.

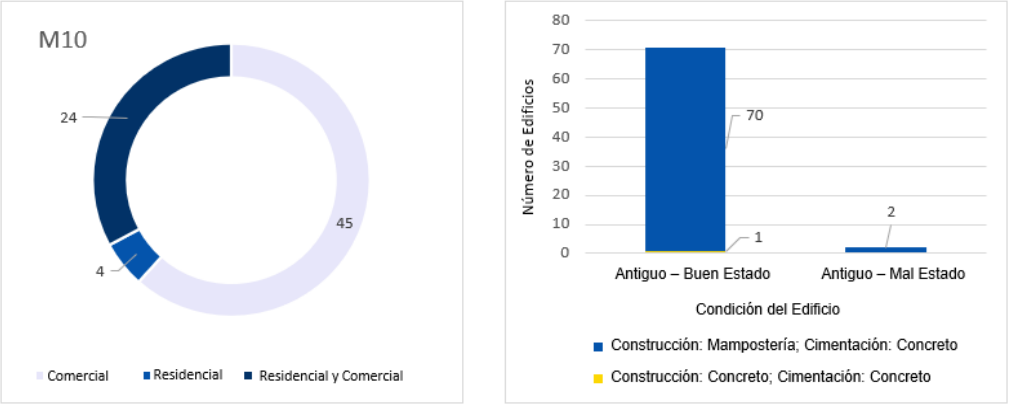


Figura 216 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M10

Fuente: WSP 2022

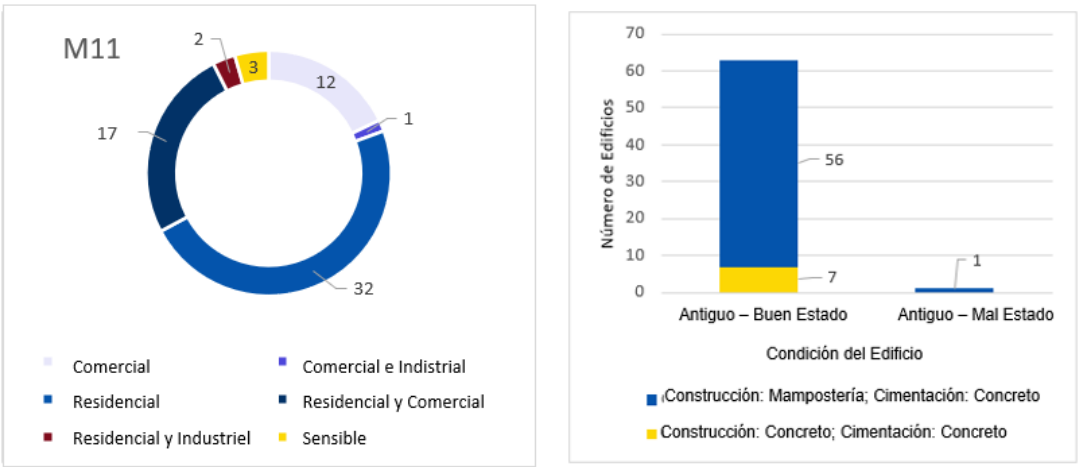


Figura 217 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M11

Fuente: WSP 2022

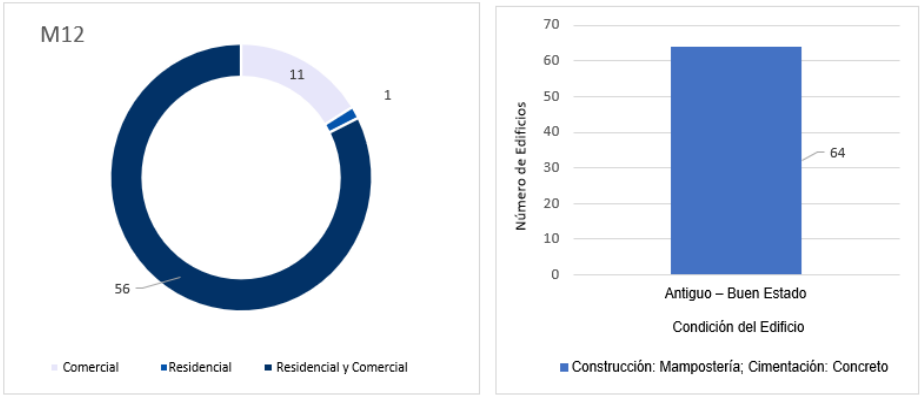


Figura 218 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M12

Fuente: WSP 2022

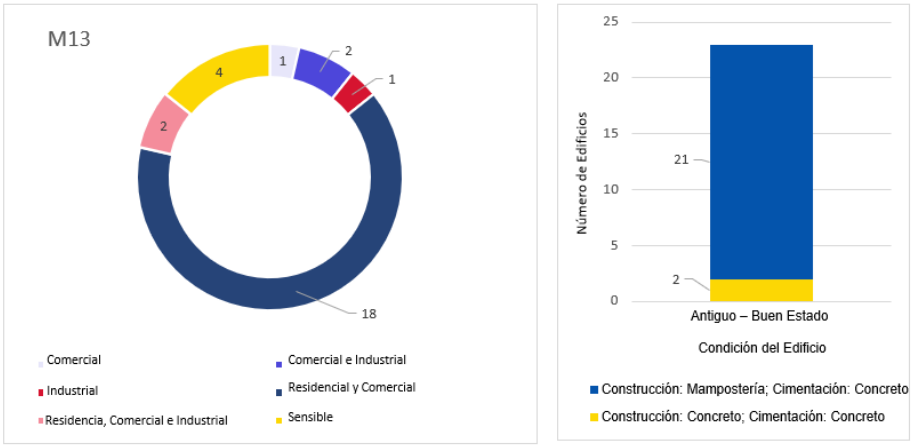


Figura 219 Cantidad relativa de uso y estado del edificio en el lugar de medición M13

Fuente: WSP 2022

7.3.2.3.5.2.1 Resultados

En este PMAS de línea base, se considera que un receptor es cualquier edificio que utilicen las personas y en el que se perciban las vibraciones para el proyecto. Estos edificios se clasificarán además como sensibles a las vibraciones de la construcción.

Hay varios edificios dentro de la zona de estudio, entre ellos algunos experimentarán condiciones de línea base similares a las de los edificios adyacentes. Por lo tanto, este PMAS considera los receptores representativos, que son en general los receptores más expuestos al futuro riel en la zona, como se comenta a continuación. Dado que las futuras vibraciones se transmitirán al suelo a través de las

columnas, se ha prestado más atención a los edificios cercanos a las futuras ubicaciones de las columnas.

7.3.2.3.5.2.1.1 Puntos de recepción

Los receptores sensibles (es decir, las propiedades sensibles) dentro de una zona de interés se tratan como los receptores de las vibraciones, es decir, el área de 80 metros se consideró como la zona de influencia de las vibraciones. Los receptores representativos se denotan mediante puntos en el modelo acústico (ruido y vibraciones), en cuya ubicación se evalúa la vibración con respecto a las directrices aplicables y, por tanto, se denominan puntos de recepción (POR). Esto incluye usos del suelo como el residencial, el comercial, el industrial, los hospitales y otros usos del suelo/edificios sensibles a las vibraciones. Los POR se seleccionaron a lo largo del corredor en los lugares de la fachada del edificio a nivel del suelo que están más expuestos al corredor ferroviario. Algunos edificios incluyen uso comercial en el nivel inferior y otros usos, incluido el uso residencial en el nivel superior (uso mixto).

Se seleccionó un total de setenta y cinco (75) receptores a lo largo del proyecto del presente PMAS como representativos de los receptores de este. Como se mencionó, las selecciones se basaron en las futuras ubicaciones de los pilotes y su cercanía con ellas. A cada receptor se le asignó un número de identificación único en forma de XXX-YY_POR_B, donde:

- los primeros 5 dígitos (XXX-YY) representan el ID de la columna.
- POR representa al receptor más cercano a la columna identificada anteriormente.
- _B representa un receptor donde el edificio más cercano al pilotaje se encuentra dentro de los Límites de Intervención del proyecto previstos en el AT 4 Anexo 1, y por tanto, se ha seleccionado como receptor secundario un segundo edificio que se encuentra fuera de dichos límites

En la Figura 220 representa el POR más cercano al pilote S7-28. Con "R" (por ejemplo, S4-21R) y la del lado izquierdo se identifica con "L" (por ejemplo, S4-21L). Para una lista completa de receptores representativos, de acuerdo con lo descrito en la Tabla 178.

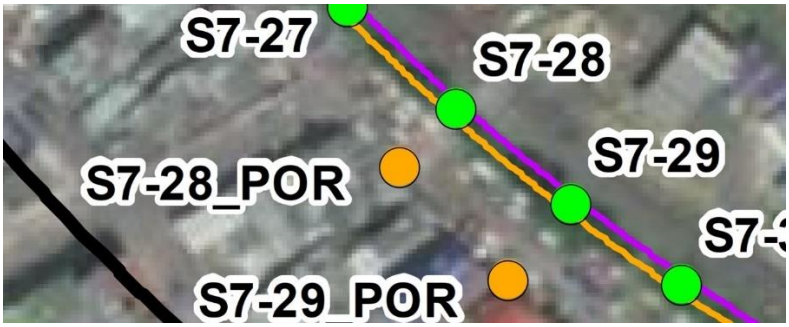


Figura 220 Ejemplo de identificación de receptores

Fuente: WSP 2022

Se revisaron y verificaron los receptores más cercanos a las obras de pilotaje y se asignaron los tipos de receptores de acuerdo con los grupos de viñetas (h) de la Cláusula 2.7 de TA 15 de la siguiente manera:

- Grupo 1: Habitaciones, hoteles y otros edificios donde duermen personas
- Grupo 2: Hospital
- Grupo 3: Edificios de actividades exclusivamente diurnas y ambiente calma (instituciones educativas, iglesias, oficinas con alto nivel de confort)
- Grupo 4: Oficinas (institucional)
- Clase 5: Estudios de grabación, Estudios Televisión
- Clase 6: Salas de concierto

Además del receptor más expuesto, también se revisaron las propiedades adyacentes y, en la Tabla 178, se identificó el grupo que representa la mayoría de los tipos de receptores para cada área.

Tal como se indica en el AT 15, es de 0,1 mm/s RMS para los edificios residenciales; y de 0,14 mm/s para los edificios con actividades diurnas exclusivas y un ambiente tranquilo (por ejemplo, iglesias, institutos educativos, etc.). El límite más bajo es de 0,05 mm/s RMS para los hospitales.

Tabla 178 – Listado de receptores sensibles

ID del Receptor	Tipo de Receptor de Área	Impacto de la Vibración (mm/s)			Impacto de la Vibración (mm/s)		
	Según la Tabla del AT 15, Sección 2.7, Punto (h) [1]	PPV			RMS		
		Nivel Máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
S07-24_POR	Grupo 4	0.245	0.093	0.039	0.073	0.041	0.036
S07-25_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-26_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-27_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-28_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-29_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-30_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-31_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-32_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011

ID del Receptor	Tipo de Receptor de Área	Impacto de la Vibración (mm/s)			Impacto de la Vibración (mm/s)		
	Según la Tabla del AT 15, Sección 2.7, Punto (h) [1]	PPV			RMS		
		Nivel Máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
S07-33_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-34_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-35_POR	Grupo 4	0.2	0.04	0.015	0.047	0.015	0.011
S07-36_POR	Grupo 4	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-37_POR	Grupo 4	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-38_POR	Grupo 4	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-39_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-40_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-41_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-42_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-43_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-44_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-45_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-46_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-47_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-48_POR	Grupo 1	0.674	0.054	0.025	0.095	0.024	0.02
S07-49_POR	Grupo 1	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031
E07-01_POR	Grupo 1	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031
E07-02_POR	Grupo 1	0.253	0.088	0.036	0.072	0.039	0.031
E07-03_POR	Grupo 1	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
E07-04_POR	Grupo 1	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
E07-05_POR	Grupo 1	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
E07-06_POR	Grupo 1	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018

ID del Receptor	Tipo de Receptor de Área	Impacto de la Vibración (mm/s)			Impacto de la Vibración (mm/s)		
	Según la Tabla del AT 15, Sección 2.7, Punto (h) [1]	PPV			RMS		
		Nivel Máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
E07-07_POR	Grupo 4	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
S08-01_POR	Grupo 4	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
S08-02_POR	Grupo 4	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
S08-03_POR	Grupo 4	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
S08-04_POR	Grupo 4	0.753	0.049	0.024	0.083	0.022	0.018
S08-05_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-06_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-07_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-08_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-09_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-10_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-11_POR	Grupo 4	0.264	0.092	0.034	0.097	0.037	0.029
S08-12_POR	Grupo 4	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
S08-13_POR	Grupo 4	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
S08-14_POR	Grupo 4	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
S08-15_POR	Grupo 4	9.953	0.098	0.038	0.631	0.047	0.031
S08-16_POR	Grupo 4	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
S08-17_POR	Grupo 4	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
S08-18_POR	Grupo 4	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
S08-19_POR	Grupo 4	0.509	0.157	0.044	0.112	0.067	0.044
S08-20_POR	Grupo 4	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029
S08-21_POR	Grupo 4	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029
S08-22_POR	Grupo 4	0.214	0.082	0.034	0.061	0.036	0.029

ID del Receptor	Tipo de Receptor de Área	Impacto de la Vibración (mm/s)			Impacto de la Vibración (mm/s)		
	Según la Tabla del AT 15, Sección 2.7, Punto (h) [1]	PPV			RMS		
		Nivel Máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares	Nivel máximo Ocasional	Nivel máximo Regulares	Nivel de Vibraciones Regulares
S08-25_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
S08-26_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-01_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-02_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-03_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-04_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-05_POR	Grupo 4	0.355	0.096	0.025	0.07	0.039	0.026
E08-06_POR	Grupo 4	0.393	0.079	0.022	0.06	0.032	0.022
E08-07_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
E08-08_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
E08-09_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
S09-01_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
S09-02_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
S09-03_POR	Grupo 4	0.206	0.08	0.028	0.075	0.045	0.024
S09-04_POR	Grupo 4	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015
S09-05_POR	Grupo 4	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015
S09-06_POR	Grupo 4	0.453	0.086	0.016	0.137	0.029	0.015
S09-07_POR	Grupo 4	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018
S09-08_POR	Grupo 4	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018
S09-09_POR	Grupo 4	0.191	0.054	0.021	0.045	0.023	0.018

Fuente. WSP 2022

Como se observa en la anterior tabla, el valor de Pico Ocasional (RMS) en varios de los receptores es inferior a 0,1 mm/segundo. Este es el límite perceptible identificado en el AT 15 como límite para los

edificios residenciales. Lo cual se puede evidenciar que con estas velocidades y la distancia de 80 metros que hay entre el inventario de las edificaciones que se encuentran más cercanas al eje de las perforaciones y la incidencia del trabajo de la maquinaria pesada no hay una afectación en las edificaciones existentes. Sin embargo, es importante realizar el inventario de cada una de las viviendas antes de ejecutar actividades de obra.

7.3.3 Medio Biótico

Para conocer el medio biótico del área de influencia del proyecto se hace necesario hacer énfasis en ciertos factores como la estructura ecológica principal, coberturas, zonas de vida, caracterización florística y faunística.

De esta manera, para la estructuración metodológica de este componente, se involucran procesos sistemáticos y secuenciales de observación, descripción, ajustes y complementación de la documentación bibliográfica y cartográfica existente para las áreas de influencia definidas, además de procesos temáticos, fotointerpretativos y analíticos, tendientes a caracterizar el área requerida para la materialización de las obras de construcción. Así bien, con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto y mejorar el proceso participación de todos los actores en la toma de decisiones del mismo y teniendo en cuenta que el proyecto para la construcción de la PLMB es considerado un proyecto de categoría A, debido a que presenta alta probabilidad de provocar impactos ambientales negativos importantes; es decir, de gran magnitud, en un territorio amplio y durante un tiempo prolongado, dentro del desarrollo del presente numeral fueron tenidas en cuenta las Salvaguardias ambientales y sociales de la Banca Multilateral; bajo los lineamientos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se revisó la Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardas (OP -703), en cuanto a los parámetros del Banco Mundial (BM) se revisó la política de Evaluación ambiental (OP 4.01), Manejo de pesticidas (OP 4.09) y Hábitats naturales, OP/BP 4.04. Finalmente, con base en lo estipulado por el Banco Europeo de Inversiones (BEI), se tuvieron presente la política de Evaluación de impactos ambientales y sociales y riesgos y la política de Biodiversidad y ecosistemas.

Es decir que tal y como se explicó en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A03 / 3.1 Metodología, la caracterización del medio que se presenta a continuación acogen las Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral relacionadas en la Figura 221, con el objeto de garantizar la sostenibilidad ambiental del proyecto, así como prevenir, mitigar y gestionar los riesgos e impactos ambientales y sociales, potencializar los impactos positivos y mejorar el proceso de participación de los diversos actores en la toma de decisiones.

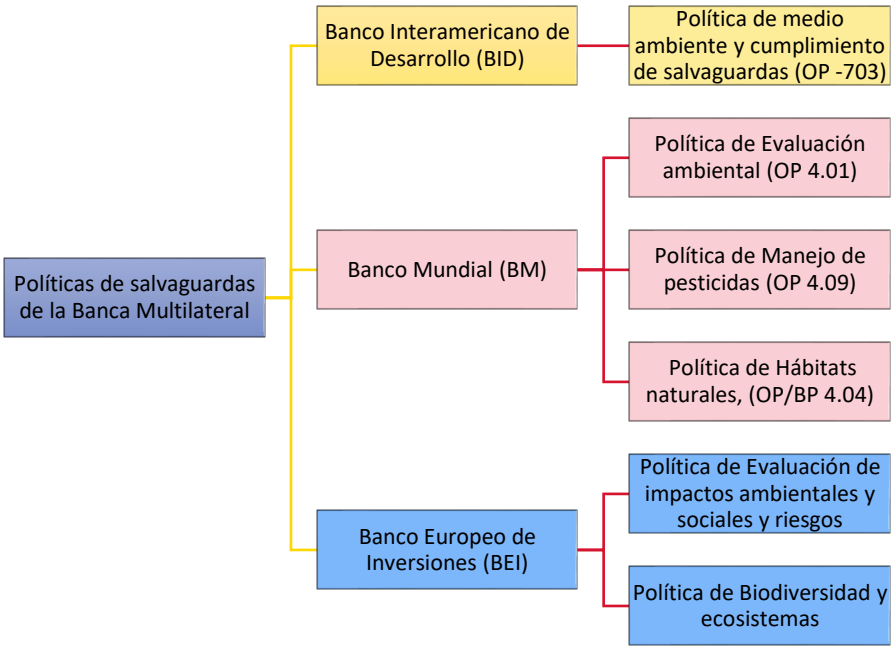


Figura 221 Políticas de salvaguardas de la Banca Multilateral componente biótico

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Cabe señalar que la caracterización del medio biótico se realizó en el área de influencia del medio biótico determinada en el capítulo 7.2. Área de influencia.

La intersección Av. 68 se localiza en la ciudad de Bogotá D.C., entre las Localidades de Kennedy y Puente Aranda; su ubicación en el suroccidente de la ciudad la convierte en un punto de convergencia de varios ejes viales arteriales como Av. Primero de Mayo, Av. Congreso Eucarístico y Av. Del Ferrocarril. El área directa de intervención se encuentra sobre la Av. primero de mayo entre la carrera 68D y la carrera 52C, incluyendo las zonas oriental y occidental del interior de la glorieta de la Av.68. En la Figura 222 se puede observar la localización del área de intervención de las obras.

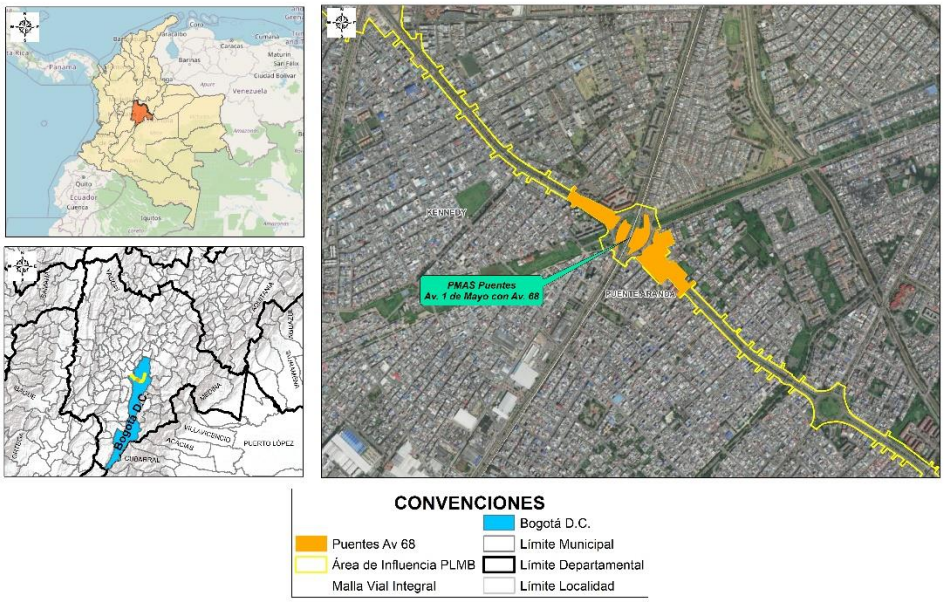


Figura 222 Localización área de intervención Av. 1 de mayo con Av. Carrera 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1., 2022

Los límites del área de intervención de las obras se describen a continuación:

- Norte: Av. Carrera 68 y Transversal 53.
- Sur: Av. Carrera 68, Calle 27, 29 y 30 Sur.
- Este: Carrera 52C y Carrera 52B.
- Oeste: Carrera 68D, Carrera 68F y Transversal 68.

7.3.3.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Se realizó una validación de información cartográfica y bibliográfica para el área de influencia biótica directa e indirecta, donde se determinó que NO se presentan traslapes con ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas como lo son: Sistema Nacional de área protegidas SINAP, Áreas complementarias para la conservación, Prioridades SINAP y Ecosistemas Sensibles como el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá.

7.3.3.2 Estructura Ecológica Principal – EPP

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida según el Decreto No. 555 de 29 de diciembre del 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá” Artículo 41 se define la Estructura Ecológica Principal es ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional, constituida

por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Se configura a partir de la integración de las áreas de origen natural y antrópico, las cuales mantienen una oferta ambiental significativa para sus habitantes y de otras formas de vida de la ciudad y la región.

La Estructura Ecológica Principal está conformada por cuatro (4) componentes con categorías y elementos, así:

Tabla 179 – Estructura Ecológica Principal del POT.

Componente	Categoría	Elemento
Áreas Protegidas del 1 Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	Áreas protegidas públicas del orden nacional	Parque Nacional Natural Sumapaz
		Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
	Áreas protegidas privadas del orden nacional	Reservas Naturales de la Sociedad Civil
Zonas de conservación	Áreas de conservación in situ	Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá
		Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen
	Áreas protegidas del orden Distrital	Paisajes Sostenibles
		Parques Distritales Ecológicos de Montaña
		Reservas Distritales de Humedal
Áreas de Especial Importancia Ecosistémica	Páramos	Corredor de Páramos Cruz verde – Sumapaz
	Sistema hídrico	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales
Área Complementarias para la Conservación	Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde	Parques Contemplativos Parques Contemplativos y de la Red la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal
		Parques de Borde
	Subzona de importancia	Áreas provenientes de la

Componente	Categoría	Elemento
	ambiental de los POMCA	subzona de importancia ambiental del POMCA Rio Bogotá.
	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo	Áreas de resiliencia climática y protección y por riesgo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Así bien, para el sector, se identificó la estructura ecológica principal dentro el Área de Influencia Indirecta (AII); de la cual se propone acoger el Área de Influencia Directa (AID) establecida en las áreas de intersección con los diversos elementos de los componentes EEP, para un total de 22,49 ha de AII como se muestra en la Figura 223.

Tabla 180 – Estructura Ecológica Principal del AII identificados

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha)
		Dentro del AII
Sistema hídrico	Río Fucha o San Cristóbal	3,00

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Cabe la pena aclarar que según el Artículo 11 del Decreto 555 de 2021, parágrafo 1, los conectores ecosistémicos, NO hacen parte de la Estructura Ecológica Principal, ni constituyen afectación o se reconocen como un suelo de protección, a no ser que se traslapen con las áreas de la EEP. Sin embargo, teniendo en cuenta que estas áreas son áreas de alta importancia para la consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incrementando la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital, se tuvieron en cuenta para el análisis de caracterización del biótica del presente estudio.

Tabla 181- Conectores Ecosistémicos presente dentro Área de Influencia indirecta

Estructura Ecológica Principal – EPP	Nombre	Área (ha)
		Dentro del AII
Conector ecosistémico	Conector ecosistémico de la subcuenca del Rio Fucha	19,49

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

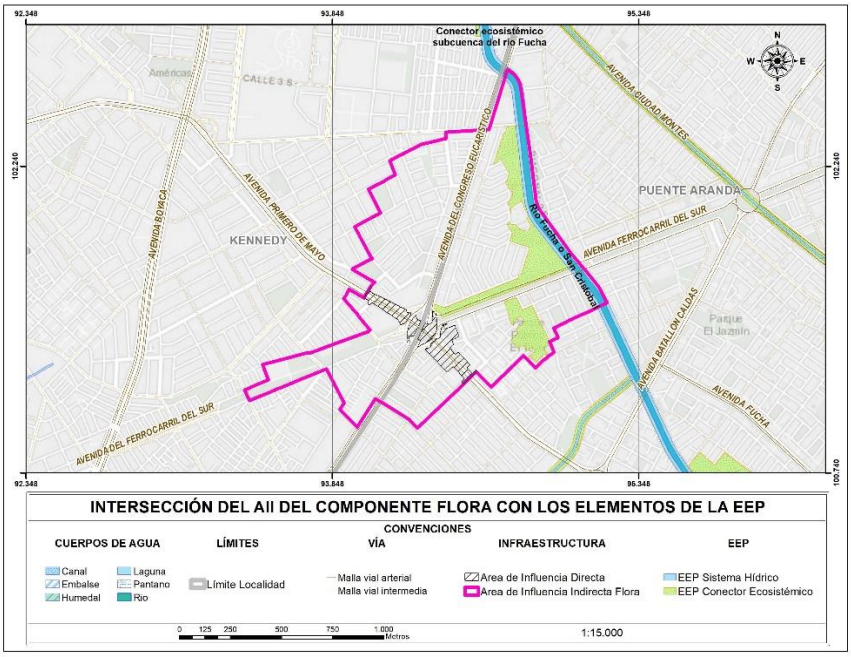


Figura 223 Vista general Intersección del AII con los elementos de la EEP del área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Considerando que la interconexión de los elementos naturales en la ciudad de Bogotá se compone principalmente por Sistemas hídricos y conectores ecosistémicos, en la siguiente tabla se detallan los componentes que tiene presencia dentro del área de influencia indirecta para el sector de estudio Tabla 182).

Tabla 182 – Estructura Ecológica Principal del AII identificados en el sector Avenida Carrera 68 con Avenida primera de mayo

Tipo	Nombre
Sistema hídrico	Río Fucha o San Cristóbal
Conector ecosistémico	Conector ecosistémico de la subcuenca del Rio Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.2.1 Conectores ecosistémicos

Como estrategia de conectividad transversal que articula las tres escalas del modelo de ocupación del territorio, los conectores ecosistémicos están conformados por elementos de la Estructura Ecológica Principal y otras áreas que, por sus condiciones ambientalmente estratégicas, tienen características para conectar los atributos ecológicos del territorio urbano y rural del Distrito Capital y la región, y

fortalecer la gestión socioambiental, su propósito está orientado a la gestión, manejo y consolidación de la diversidad biológica y los procesos ecológicos, incremento de la conectividad de los ecosistemas, paisajes, el aumento de la permeabilidad y coberturas vegetales verdes en el Distrito Capital y la recuperación ambiental de los corredores hídricos.

En el del área del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de Mayo se encontró intercepción con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha en 19,49 ha del AII (ver Figura 224 y Tabla 183).

Tabla 183 – Presencia en el AII de Conector ecosistémico

Nombre	Área (ha)
Conector ecosistémico de la subcuenca del Rio Fucha	19,49

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

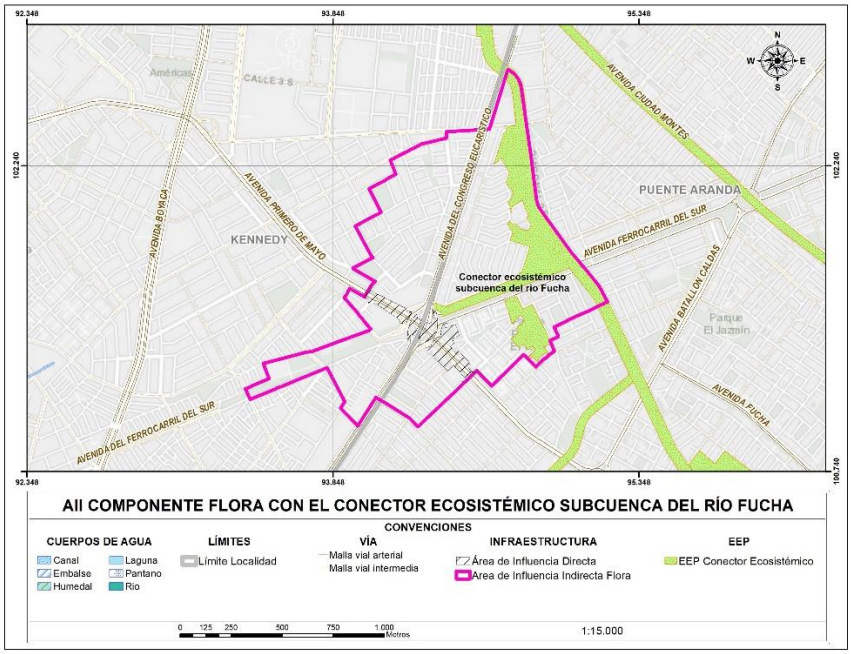


Figura 224 Vista general Intersección del AII con el Conector ecosistémico subcuenca del río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.2.2 Sistema hídrico

El sistema hídrico del Distrito Capital es una categoría del componente de áreas de especial importancia ecosistémica de la Estructura Ecológica Principal, el cual está compuesto por los cuerpos y corrientes hídricas naturales. Dentro del área de influencia indirecta se encuentra el siguiente sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal en 3,0 ha de AII, tal como se aprecia en la Figura 225 y Tabla 184.

Tabla 184 – Presencia en el AII de Sistema hídrico

Nombre	Área (ha)
Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal	3,00

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

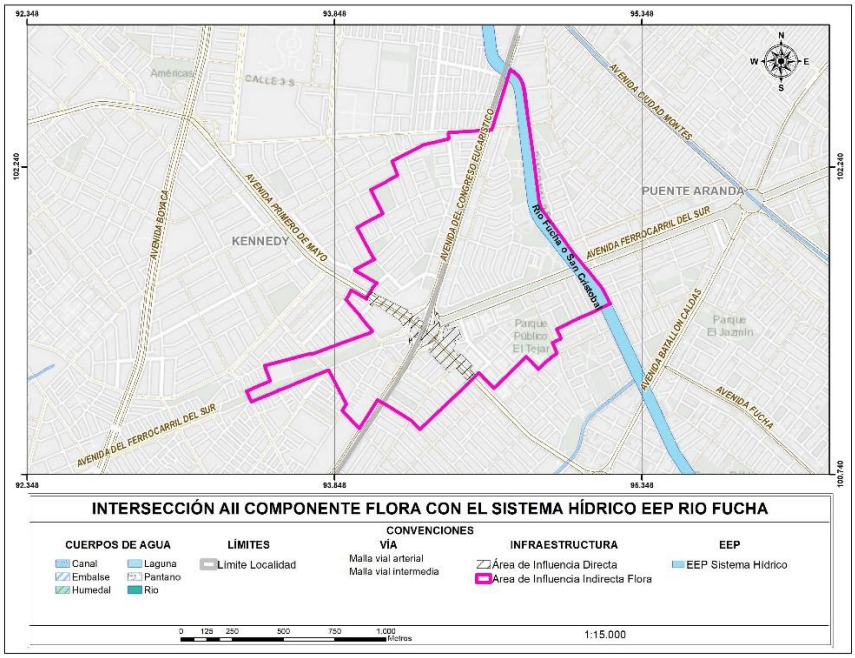


Figura 225 Vista general de Intersección del AII con el Sistema hídrico Rio Fucha o San Cristóbal

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.3 Ecosistemas terrestres

El estudio sobre ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, 2017 muestra los Ecosistemas presentes para el territorio nacional, esta información fue consultada y cruzada con el área de influencia, identificando las formaciones vegetales presentes, dicha información se describe a continuación:

7.3.3.3.1 Zona de vida Holdrige

De acuerdo con Holdrige, en el área de influencia del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo se localiza en una formación vegetal, el cual corresponde a bosque seco montano bajo (bs-MB), presentando precipitaciones entre 500 y 1000 mm, biotemperatura entre los 12 y 18 °C y alturas entre los 2000 a 3000 metros sobre el nivel del mar, ocupando las 127,97 ha del área de influencia indirecta y 5,10 ha del área de influencia directa, los cuales representan respectivamente el 100% en su totalidad (Ver Tabla 185).

En la Figura 226, donde se pueden observar espacialmente las Zonas de vida del Área de Influencia (AI).

Tabla 185 – Zona de Vida del área de influencia

Zona de vida Holdridge		Área de influencia indirecta (AII)		Área de influencia directa (AID)	
		Ha	%	ha	%
Bosque seco Montano Bajo	bs-MB	127.97	100,00	5.10	100,00
Total		**127.97**	**100.00%**	**5.10**	**100.00%**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

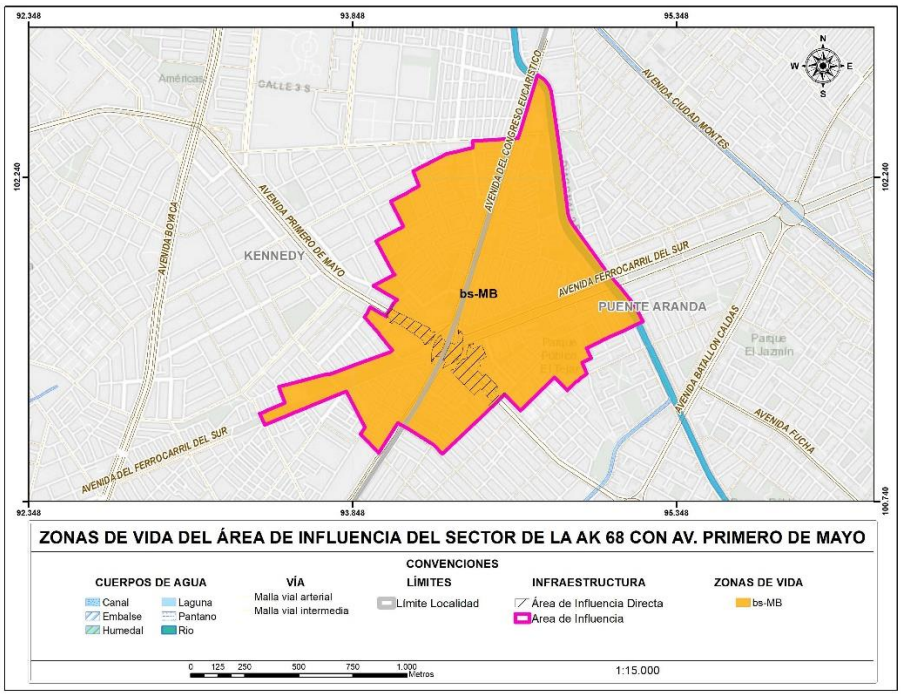


Figura 226 Vista general Zonas de vida del Área de Influencia (AI) del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.3.2 Zonas y Subzonas climáticas Manual de Coberturas Vegetales de Bogotá D.C, propuesto por el Jardín Botánico de Bogotá (2020),

Es necesario resaltar que en Bogotá se encuentran diferentes subzonas climáticas y urbanas que traen consigo la necesidad de un rango más amplio de adaptación a las condiciones ambientales y urbanas y en general a la Estructura Ecológica Principal y la conservación de la diversidad biología de Bogotá.

De acuerdo con el decreto 3600 del 2007, se entiende como Estructura Ecológica Principal el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones.

El *Manual de Coberturas Vegetales de Bogotá D.C*, propuesto por el Jardín Botánico de Bogotá (2020), menciona que los diseños paisajísticos que se establezcan para la ciudad deben fortalecer la Estructura Ecológica Principal en términos de sus funciones ecológicas de conectividad, regulación climática, provisión de hábitats, y en general, mejorar las condiciones ambientales de la Estructura ecológica Principal y el Sistema de Espacio Público asociadas a la arborización, la jardinería urbana y la rehabilitación ecológica.

Por lo anterior, a continuación, se presentan los factores determinantes como lo son subzonas climáticas de Bogotá (véase Tabla 186)

Tabla 186 – Subzonas climáticas

Zona Climática urbana dentro del trazado de la Primera Línea del Metro de Bogotá		Características		
		Precipitación (mm)	Densidad Arborea	Densidad Edificaciones
ZONA 1	Z 1,1	825,03	Muy Baja	Alta
	Z 1,2	638,11	Muy Baja	Alta
	Z 1,3	454,81	Muy Baja	Alta
ZONA 2	Z 2,2	700,01	Baja	Media
	Z 2,3	503,76	Baja	Baja
ZONA 3	Z 3,2	705,37	Muy Baja	Baja
	Z 3,3	497,92	Muy Baja	Baja
ZONA 4	Z 4,1	846,76	Baja	Baja
	Z 4,2	640,94	Baja	Baja
	Z 4,3	496,62	Baja	Baja

Fuente: Manual de coberturas vegetales (2020)

Se observa en la Tabla 186 que en el área de influencia predomina la subzona Z 3.2, que se caracteriza por tener la precipitación 497,92 mm, densidad arbórea es Muy Baja y densidad edificaciones es Baja. Vale la pena destacar que en el área de influencia indirecta, se encuentra las 4 zonas climáticas, destacando que, para la Zona 1 se encuentran las sub zonas Z1.1, Z1.2 y Z1.3, en la Zona climática 2 se encuentran las subzonas Z 2.2 y Z 2.3, la Zona climática 3 se encuentran las subzonas Z 3.2 y Z 3.3 y finalmente en la Zona climática 4 se encuentran las subzonas Z 4.1, Z 4.2 y Z 4.3.En la Figura 227 se especifica la distribución de las subzonas climáticas para toda el área de influencia.

Tabla 187 – Subzonas climáticas área de influencia

Zona Climática urbana dentro del trazado de la Primera Línea del Metro de Bogotá		Área de influencia indirecta (AII)		Área de influencia directa (AID)	
		ha	%	ha	%
ZONA 1	Z 1,1	0,19	0,15	-	-
	Z 1,2	26,48	20,69	0,54	10.61
	Z 1,3	0,19	0,14	-	-
ZONA 2	Z 2,2	32,88	25,70	1,08	21,26
	Z 2,3	13,29	10,39	0,07	1,36
ZONA 3	Z 3,2	20,61	16,10	3,41	66,77
	Z 3,3	4,21	3,29	-	-
ZONA 4	Z 4,1	1,30	1,02	-	-
	Z 4,2	20,09	15,70	0,001	0.01,
	Z 4,3	4,22	3,30	-	-
CUERPOS DE AGUA		4,50	3,51	-	-
Total		**127,97**	**100**	**5,10**	**100,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

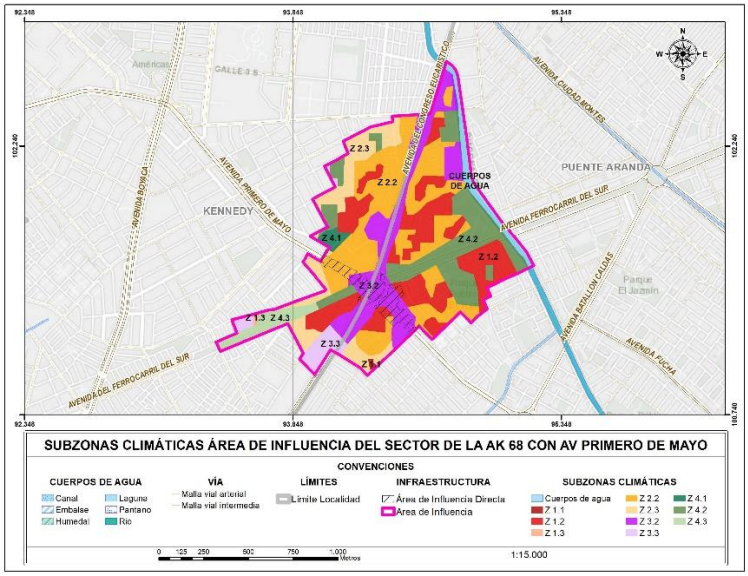


Figura 227 Vista general Subzonas climáticas área de influencia del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo.

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.3.3 Biomas y Ecosistemas

7.3.3.3.3.1 Biomas

Se realizó el cruce con la capa de Ecosistemas 2017 (IAvH, 2017), para el área de influencia, el cual se evidenció que este cuenta con tres (3) biomas, donde el área indirecta está constituido por estos tres

biomas, mientras que el área directa solo con uno. La representatividad del Hidrobioma Altoandino cordillera oriental tiene una representatividad del 1.29% (1,65 ha), el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental 8,10% (10,37 ha), esto solo para el área de influencia indirecta y por último el Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental para el área de influencia indirecta le corresponde el 90,61% (115,95 ha), mientras que para el área de influencia directa el corresponde el 100% (5,10 ha). En la Figura 228 se presentan los Biomas del área de influencia.

Tabla 188 –Biomas del Área de Influencia

BIOMA	Área de influencia indirecta		Área de influencia directa	
	ha	%	ha	%
Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	1,65	1,29	-	-
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	10,37	8,10	-	-
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	115,95	90,61	5,10	100,00
TOTAL	**127,97**	**100,00**	**5,10**	**100,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

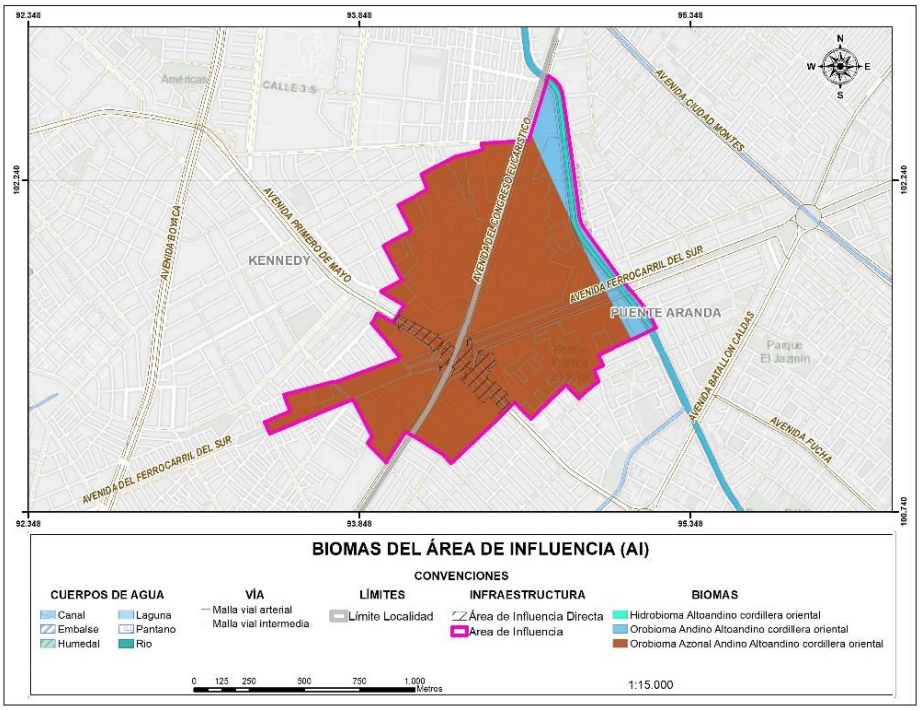


Figura 228 Vista general Biomas del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.3.3.2 Ecosistemas

En el área de influencia se identificó tres (3) Biomas y 15 unidades ecosistémicas, los ecosistemas más representativos corresponden a Ciudad capital de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental con equivalente al 60,0% (76,78 ha) del área del área de influencia indirecta y al 32,28% (1,65 ha) del área de influencia directa, y el ecosistema Parques urbanos de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental con una representatividad del 14,25% (18,24 ha) del área de influencia indirecta y al 9,24% (0,47 ha) del área de influencia directa.

En el área de influencia directa la cual es el área de intervención directa del proyecto se presentan cuatro (4) ecosistemas como se muestra en la Tabla 189, como se observa dichos ecosistemas son áreas con alta intervención antrópica, así bien, se destaca que NO existe alguna limitación normativa para desarrollar el proyecto y únicamente se requerirán los permisos que se indica en el numeral 7.4 – Demanda, Uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales. Vale la pena destacar que la compensación de zonas verdes se realizara conforme lo establezca el balance de zonas verdes presentado y aprobado por el Acta WR 1225 de 2022, por la autoridad competente en el marco de los diseños paisajísticos y urbanísticos generados para el proyecto.

Tabla 189 – Ecosistemas del Área de Influencia (AI)

Ecosistema	Área de influencia directa		Área de influencia indirecta	
	ha	%	ha	%
Ciudad capital de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	2,54	1,98	0	0,00
Ciudad capital de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	76,78	60,00	1,65	32,28
Otras zonas verdes urbanas de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0,19	0,15	0	0,00
Otras zonas verdes urbanas de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	10,82	8,45	0,83	16,18
Parques urbanos de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	3,04	2,38	0	0,00
Parques urbanos de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	18,24	14,25	0,47	9.24
Red vial y territorios asociados - separadores viales de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0,07	0,05	0	0,00
Red vial y territorios asociados - separadores viales de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	0,26	0,20	0	0,00
Red vial y territorios asociados - separadores viales de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	9,93	7,76	2,16	42,29
Ríos de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	1,57	1,23	0	0,00
Ríos de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	1,47	1,15	0	0,00
Ríos de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,02	0,02	0	0,00
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas de Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	0,01	0,01	0	0,00

Ecosistema	Área de influencia directa		Área de influencia indirecta	
	ha	%	ha	%
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas de Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	2,87	2,24	0	0,00
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas de Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	0,16	0,13	0	0,00
TOTAL	**127,97**	**100**	**5,10**	**100,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 229 se presentan los ecosistemas del área de influencia para observar en más detalle.

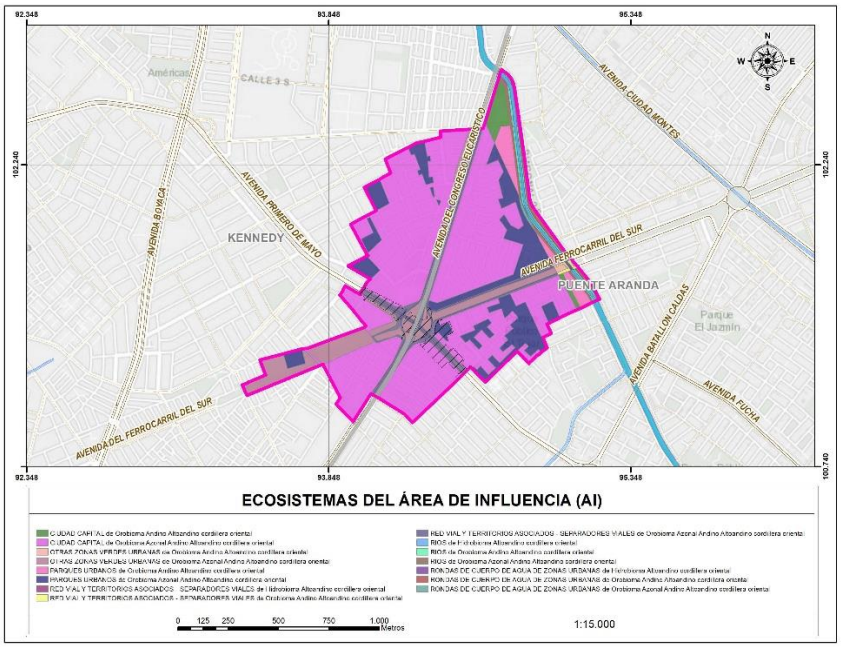


Figura 229 Vista Ecosistemas del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.4 Coberturas de la Tierra

Con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se procedió a realizar una interpretación y clasificación de coberturas a lo largo de toda el área de influencia del sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo a través de la imagen satelital LÍDAR empleada para tal fin, en el cual se identificaron 6 tipos de coberturas teniendo en cuenta la clasificación de coberturas Corine Land Cover (CLC) (IDEAM, 2010) y la clasificación de coberturas realizada en la metodología del Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca hidrográfica (POMCA) del Rio Nare (MINAMBIENTE, 2017). La cobertura de mayor extensión son las Zonas Urbanas de Ciudad Capital el cual presenta 79,32 ha (61,98%), seguida por Zonas verdes y urbanas de Parques urbanos con 21,28 ha (16,63%) y en tercer

lugar otras zonas verdes urbanas con 11,00 ha (8,60%). En la Figura 230 se presentan las coberturas área de influencia.

Tabla 190 – Coberturas del Área de Influencia

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	All ha	All %	AID ha	AID %
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continúo	Ciudad capital	79,32	61,98	1,65	32,28
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Red vial y territorios asociado	10,25	8,01	2,16	42,29
	Zonas verdes Artificializados, no agrícolas	Zonas verdes urbanas y rurales	Otras zonas verdes urbanas	11,00	8,60	0,83	16,18
			Parques urbanos	21,28	16,63	0,47	9,24
			Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas	3,05	2,38	0	0,00
Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos	N. A	3,06	2,39	0	0,00
Total				**127,97**	**100,00**	**5,10**	**100,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

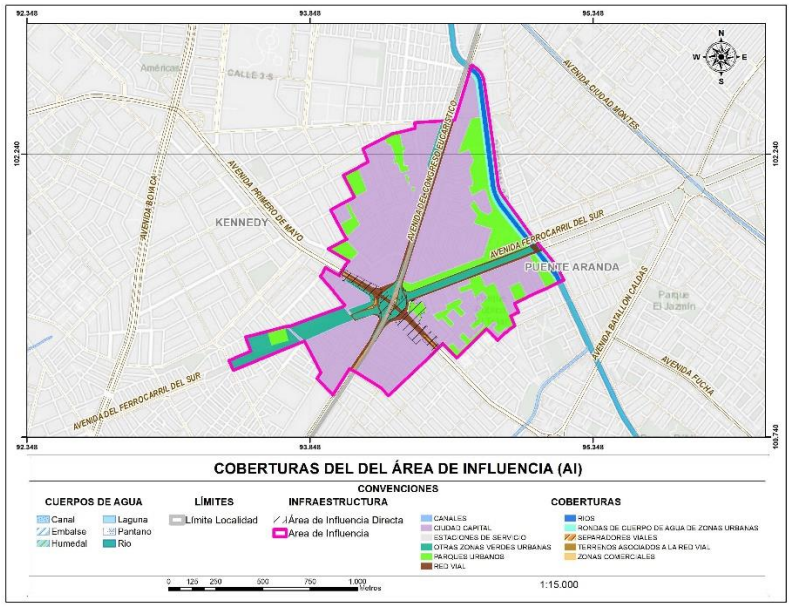


Figura 230 Vista general Coberturas del del Área de Influencia (AI)

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se realiza una descripción de las coberturas identificadas:

1. Territorios artificializados: Corresponde a áreas de las ciudades que son incorporadas en zonas urbanas por urbanización o de cambio de uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicio y recreativos.

1.1. Zonas urbanizadas: Incluyen territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociado con ellas, configurando el tejido urbano. La vegetación y suelo desnudo representa una baja proporción del área de dicho tejido.

1.1.1. Tejido urbano continuo: Espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.

1.1.1.1. Ciudad capital: Corresponde al tejido urbano continuo en el que se ubica la ciudad de Bogotá, clasificada dentro de este tipo de cobertura, que alberga la mayoría de las zonas y áreas artificializadas.



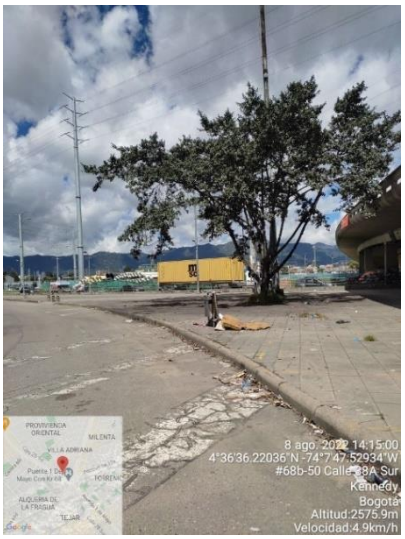
Fotografía 27 Cobertura de ciudad capital encontrada en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación: Comprende territorios cubiertos por infraestructura de uso únicamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones.

1.2.1. Zonas industriales o comerciales: Son áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, al asfaltado o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, utilizadas con actividades comerciales o industriales.

1.2.1.2. Zonas comerciales: Corresponde a zonas de infraestructura enfocadas al desarrollo de actividades de comercio por venta de productos o prestación de servicios dentro de la ciudad.

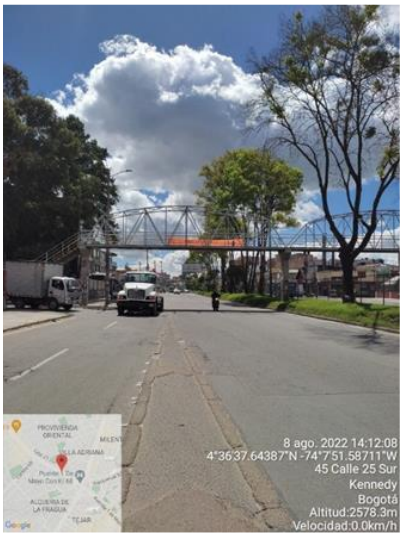


Fotografía 28 Zonas comerciales registradas en el área

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados: Son espacios artificializados con infraestructura de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas, se incluyen la infraestructura conexa y las instalaciones asociadas como estaciones de servicio, andenes, terraplenes y áreas verdes

1.2.2.1. Red vial y territorios asociados: Corresponde a zonas que involucran áreas de tránsito vehicular y aquellos que se asocian a estos, como andenes, áreas verdes y estaciones de servicio.



Fotografía 29 Red vial asociada al área de influencia del proyecto

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

1.4. Zonas verdes artificializadas no agrícolas: Comprende zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren infraestructura construida apreciable. Generalmente resultado de procesos de planificación urbana o áreas por los procesos de urbanización dentro del perímetro de la ciudad.



Fotografía 30 Zonas verdes registradas en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

1.4.1. Zonas verdes urbanas y rurales: Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios.

1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas: Corresponde a áreas verdes, que hacen parte de la ciudad, y que están dominados entre pastos y árboles que pueden no ser de gran tamaño.

1.4.1.5. Parques urbanos: Corresponde a áreas principalmente verdes, en el que se desempeñan actividades recreativas de la comunidad, comúnmente asociado con inmobiliario urbano, como resultado de procesos de planificación de la ciudad.

1.4.1.6. Ronda hídrica de cuerpo de agua urbano: Áreas verdes en la periferia de los cuerpos de agua que se ubican dentro de la ciudad, caracterizados por ser zonas de protección y amortiguación de estos.

2.3. Pastos: Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas comúnmente a pastoreo. Se caracteriza por la presencia de acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente.

2.3.1. Pastos limpios: Coberturas que comprenden las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, el cual con prácticas de manejo y nivel tecnológico impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Especialmente dentro del tejido urbano, se caracteriza por ser zonas reservadas para actividades de planificación urbana con su manejo correspondiente.

5. Superficies de agua: Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como mares.

5.1. Aguas continentales: Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.

5.1.1. Ríos (quebradas y rondas): Son una corriente de natural de agua que fluye con continuidad, el cual posee un caudal considerable.

5.1.3. Canales: Cauce artificial que contiene agua en movimiento de forma permanente, incluyéndose ríos naturales cuyo cause ha sido canalizado. En específico para la ciudad corresponde a la canalización artificial de los drenajes en las cuencas que atraviesan por el tejido urbano

7.3.3.5 Vegetación área de Influencia Indirecta

En el marco del desarrollo del proyecto de la Primera Línea de Metro de Bogotá – PLMB, específicamente en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, se realizó un análisis preliminar de la vegetación existente para el área de estudio de acuerdo con lo establecido en la plataforma SIGAU, esta información permitió tener un estimativo de cuantos individuos podrían existir

en el área. Bajo este marco se realizó un inventario forestal al 100% del corredor vial, con el fin de tener un insumo completo que permitiera conocer el estado real del área estudiada.

Producto del inventario forestal al 100% se identificó la existencia en campo de 246 individuos forestales localizados en el Área de Intervención directa, sin embargo, se destaca que dentro de la solicitud de tratamientos acogida en la Resolución SDA No 3464 de 2022, únicamente se solicitaron 138 de estos individuos, es decir que los restantes 108 individuos no fueron considerados con tratamientos silvicultural debido a que la afectación de dichos individuos corresponderá a las obras a ejecutar por los diseños del viaducto que a la fecha no han sido en su totalidad definidas, así mismo, algunos de estos individuos requieren de tramites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.

7.3.3.5.1 Análisis preliminar de la vegetación conforme con lo establecido en la plataforma SIGAU

El Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano de Bogotá D.C. - SIGAU es un sistema único que contiene toda la información de los árboles localizados en el espacio público de la ciudad de Bogotá, con la información contenida en este sistema fue posible conocer las características y localización de todos y cada uno de los árboles registrados dentro del área destinada para el proyecto en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo. (Véase el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8.1_D).

Por lo tanto, se registran 471 individuos en el Área de Influencia Directa, de los cuales se destaca la abundancia de especies como el Jazmín del cabo, cada uno respectivamente con cincuenta y tres (53) individuos, siguiéndole el Caucho sabanero con treinta y dos (36) individuos, el Chicala con veinticinco (25) individuos y el Holly liso con diecisiete (17) individuos. En la Figura 231 se detalla la distribución de los individuos registrados en el sistema SIGAU para el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, donde se muestra que hay algunas zonas donde no se cuenta con ningún tipo de registro asociado al arbolado.

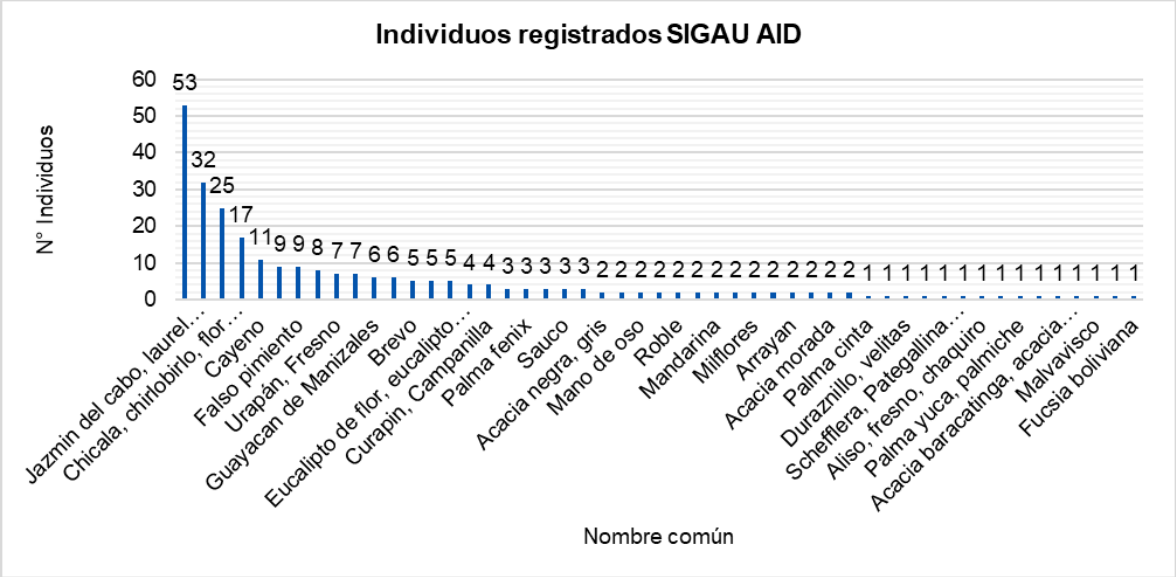


Figura 231 Especies registradas en el SIGAU para el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

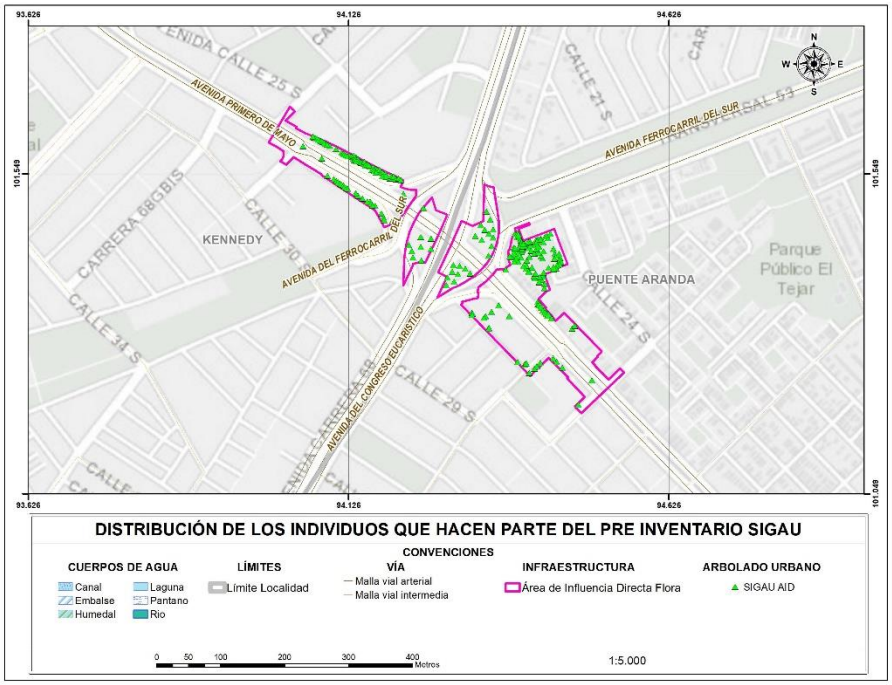


Figura 232 Distribución de los individuos que hacen parte del Preinventario SIGAU

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.5.2 Caracterización florística a partir del análisis inventario forestal al 100% en el Área de influencia

Para el proyecto se realizó el inventario forestal al 100% del área de influencia indirecta detallando igualmente el índice de valor de importancia para los individuos por especie y familia encontradas dentro del Área de estudio, es importante destacar que en el área de influencia se identificaron 246 individuos arbóreos, donde se aclara que en el marco de las actividades de la construcción de los puentes de la Av. 68 con primera de mayo y las actividades de traslado y relocalización de redes se verán afectados 138 individuos que se encuentran enmarcados en el permiso de tratamientos silviculturales otorgado por la Resolución 03464 de 2022, esta información se detalla en el numeral 9 del presente documento y en el anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_3 Tratamiento Silvicultural.

Por otra parte, los 108 individuos arbóreos restantes no fueron considerados con tratamientos silvicultural, debido a que la afectación de dichos individuos corresponderá a las obras a ejecutar para el viaducto las cuales a la fecha no han sido en su totalidad definidas, sin embargo, la afectación de dichos individuos se presentara en el marco del Estudio de Impacto ambiental del viaducto. Así mismo, algunos de estos individuos requieren de tramites particulares como es el caso de los individuos ubicados en el Parque Milenta Tejar San Eusebio y los que se encuentran en predios privados.

7.3.3.5.2.1 Composición florística

Los individuos inventariados en el área de influencia del proyecto se encuentran en la cobertura de territorios artificializados asociados principalmente a emplazamientos como separador blando ancho o angosto, anden con o sin zona verde, parque de barrio y franja de protección ambiental. Se identificaron tanto especies nativas como exóticas, utilizadas comúnmente en el urbanismo de la ciudad. En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8.1_A, se presenta a detalle la información referente a la caracterización que se presenta a continuación.

La Tabla 191, muestra la composición florística del área del sector de la avenida 68 con avenida primera de mayo, de acuerdo con los datos obtenidos en estado fustal, se tiene una riqueza de cincuenta y tres (53) especies, distribuidas en cuarenta y cinco (45) géneros y treinta (30) familias botánicas. Las familias que mayor número de especie presentan fueron LEGUMINOSAE, MALVACEAE, MORACEAE Y SOLANACEAE con cuatro (4) especies cada una, mientras que las familias que presenta mayor número de individuos fueron la familia PITTOSPORACEAE, BIGNONIACEAE y OLEACEAE, con cuarenta y siete (47), treinta y cuatro (34) y veinticinco (25) individuos, respectivamente.

Se censaron un total de dos cientos cuarenta y seis (246) individuos, los cuales se clasificaron en tres estratos: fustales que corresponden a los individuos con un DAP mayor o igual a 10 cm y una altura total mayor o igual a 1,5 m, latizales que corresponden a un DAP menor de 10 cm y una altura mayor o igual a 1,5 m y brinzales que corresponden a una altura mayor a 1,5 m., de esta forma se identificó que el 35% como fustales, el 54% como latizales y 11% como brinzales.

Tabla 191 – Estrato de las especies por familia

Familia	Nombre Científico	ESTRATO			Abundancia	% Abundancia
		Fustal	Latizal	Brinzal		
Adoxaceae	*Sambucus nigra*	1	1		2	0,81
Anacardiaceae	*Schinus molle*	3	4	3	10	4,07
Araliaceae	*Schefflera monticola*		2		2	0,81
Araucariaceae	*Araucaria excelsa*	2			2	0,81
Arecaceae	*Phoenix canariensis*		1		1	0,41
	Phoenix roebelinii	1	1		2	0,81
Asparagaceae	*Agave attenuata*		1	2	3	1,22
	Dracaena fragrans		1		1	0,41
	Yucca elephantipes	5	1		6	2,44
Betulaceae	*Alnus acuminata*	1			1	0,41
Bignoniaceae	*Delostoma integrifolia*		2		2	0,81
	Tecoma stans	11	17	4	32	13,01
Buxaceae	*Buxus sempervirens*		1		1	0,41
Cactaceae	*Austrocylindropuntia subulata*		1	1	2	0,81
Caricaceae	*Carica pubescens*		1		1	0,41
Clusiaceae	*Clusia multiflora*		1		1	0,41
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	2			2	0,81
Fagaceae	*Quercus humboldtii*			2	2	0,81
Geraniaceae	*Pelargonium graveolens*			1	1	0,41
Lamiaceae	*Rosmarinus officinalis*		1	1	2	0,81
Lauraceae	*Persea americana*			1	1	0,41
Leguminosae	*Acacia baileyana*	1			1	0,41
	Acacia decurrens	5			5	2,03
	Acacia melanoxylon	2	1		3	1,22
	Crotalaria agathiflora		1		1	0,41
Lythraceae	*Lafoensia acuminata*		1		1	0,41
Malvaceae	*Abutilon insigne*		1	1	2	0,81
	Hibiscus rosa-sinensis	1	11		12	4,88
	Malvaviscus arboreus		1		1	0,41
	Pachira aquatica	1			1	0,41
Moraceae	*Ficus benjamina*	2	4		6	2,44
	Ficus carica		2	2	4	1,63
	Ficus soatensis	3			3	1,22
	Ficus tequendamae	4			4	1,63
Myrtaceae	*Callistemon citrinuss*		1	3	4	1,63
	Eugenia myrtifolia	6	7		13	5,28

Familia	Nombre Científico	ESTRATO			Abundancia	% Abundancia
		Fustal	Latizal	Brinzal		
	Myrcianthes leucoxyla		1		1	0,41
Oleaceae	*Fraxinus chinensis*	7	2		9	3,66
	Ligustrum lucidum		11		11	4,47
Phytolaccaceae	*Ledenbergia seguerioides*		1		1	0,41
Pittosporaceae	*Pittosporum undulatum*	24	20	3	47	19,11
Rosaceae	*Cotoneaster panosa*	2	13		15	6,10
	Prunus persica		6		6	2,44
	Prunus serotina	2	2		4	1,63
Rubiaceae	*Coffea arabica*		2		2	0,81
Rutaceae	*Citrus reticulata Blanco*			1	1	0,41
	Citrus sinensis		1	1	2	0,81
Solanaceae	*Brugmansia candida*		2	1	3	1,22
	Brunfelsia pauciflora			1	1	0,41
	Cestrum nocturnum		2		2	0,81
	Solanum marginatum		1		1	0,41
Verbenaceae	*Aloysia citriodora*		1		1	0,41
	Cytharexylum subflavescens		1		1	0,41
TOTAL		86	132	28	246	100,00

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.2 Estructura horizontal

Para el análisis de la estructura horizontal de la cobertura artificializada en zonas blandas y duras, se presenta la distribución de las abundancias y la dominancia, así como el comportamiento de la población a través de las clases diamétricas

- Distribución por clase diamétrica

Los individuos forestales inventariados en el sector de la Avenida 68 con Avenida primero de mayo se clasificaron en cinco (5) clases diamétricas con intervalos de 10 cm de DAP cada una, como se puede observar en la Tabla 192 en la clase o categoría I se agrupan el sesenta y cinco por ciento (65%) del total de los individuos inventariado, mientras que el mayor volumen se encuentra en la clase o categoría V, ya que son individuos con portes de alturas mucho y sección de fuste aprovechable mayores como se presenta en la Tabla 192

Tabla 192 – Clases diamétricas Avenida 68 con Avenida Primero de Mayo

CATEGORIA DIAMETRICA	RANGO DIAMETRO (cm)	ABUNDANCIA	% ABUND	VOL TOTAL (m^3)	VOL COMERCIAL (m^3)
I	0-10	160	65,0	0,769	0,119
II	10,1-20	58	23,6	4,476	1,281
III	20,1-30	15	6,1	4,305	0,690
IV	30,1-40	8	3,3	5,210	1,385
V	>40,1	5	2,0	10,850	3,422
Total		**246**	**100,0**	**25,610**	**6,896**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

En la Tabla 193, se muestra la acumulación de cada una de las categorías diamétricas de las especies identificadas. En este se puede observar que la especie Urapán, Fresno (Fraxinus chinensis) se encuentran distribuida en todas las categorías diamétricas propuestas y principalmente en la clase o categoría V, es decir, son los individuos más longevos junto con los individuos de Ciprés, Pino ciprés, Pino (Cupressus lusitanica). También se observa que las especies más abundantes fueron especies como Jazmín del cabo (Pittosporum undulatum), Chicala, chirlobirlo, flor amarilla (Tecoma stans) y Holly liso (Cotoneaster *panosa*), los cuales se distribuyen principalmente en las primeras dos clases diamétricas.

Tabla 193 – Distinción de la abundancia por especie para cada una de las clases diamétricas

Nombre Común	Nombre científico	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	N° Ind.
Abutilon blanco	*Abutilon insigne*	2					2
Acacia morada	*Acacia baileyana*		1				1
Acacia negra, gris	*Acacia decurrens*			3	2		5
Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*	1	1		1		3
Agave	*Agave attenuata*	3					3
Aliso, fresno, chaquiro	*Alnus acuminata*		1				1
Cidron	*Aloysia citriodora*	1					1
Araucaria	*Araucaria excelsa*		2				2
Kealla	*Austrocylindropuntia subulata*	2					2
Borrachero blanco	*Brugmansia candida*	3					3
Ayer, hoy y mañana	*Brunfelsia pauciflora*	1					1
Boj	*Buxus sempervirens*	1					1
Eucalipto de flor, eucalipto lavabotella	*Callistemon citrinuss*	4					4
Papayuelo	*Carica pubescens*	1					1

Nombre Común	Nombre científico	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	N° Ind.
Caballero de la noche, Jazmín, Dama de noche	*Cestrum nocturnum*	2					2
Mandarina	*Citrus reticulata Blanco*	1					1
Naranjo	*Citrus sinensis*	2					2
Gaque	*Clusia multiflora*	1					1
Café	*Coffea arabica*	2					2
Holly liso	*Cotoneaster panosa*	13	2				15
Pajarito	*Crotalaria agathiflora*	1					1
Ciprés, Pino ciprés, Pino	*Cupressus lusitanica*				1	1	2
Cajeto, garagay, urapo	*Cytharexylum subflavescens*	1					1
Curapin, Campanilla	*Delostoma integrifolia*	2					2
Dracaena, Palo de Brasil, Palo de la Felicidad	*Dracaena fragrans*	1					1
Eugenia	*Eugenia myrtifolia*	7	6				13
Caucho benjamín	*Ficus benjamina*	4	1		1		6
Brevo	*Ficus carica*	4					4
Caucho sabanero	*Ficus soatensis*		1	2			3
Caucho tequendama	*Ficus tequendamae*		4				4
Urapán, Fresno	*Fraxinus chinensis*	2	1	1	1	4	9
Cayeno	*Hibiscus rosa-sinensis*	11		1			12
Guayacán de Manizales	*Lafoensia acuminata*	1					1
Milflores	*Ledenbergia seguerioides*	1					1
Jazmín de la china	*Ligustrum lucidum*	11					11
Malvavisco	*Malvaviscus arboreus*	1					1
Arrayan blanco	*Myrcianthes leucoxyla*	1					1
Castaño	*Pachira aquatica*		1				1
Aroma, sorcilicio, sortilegio	*Pelargonium graveolens*	1					1
Aguacate	*Persea americana*	1					1
Palma fénix	*Phoenix canariensis*	1					1
Palma roebeleni	*Phoenix roebelinii*	1	1				2
Jazmín del cabo, laurel huesito	*Pittosporum undulatum*	23	22	2			47
Durazno común	*Prunus persica*	6					6
Cerezo	*Prunus serotina*	2		2			4
Roble	*Quercus humboldtii*	2					2
Romero	*Rosmarinus officinalis*	2					2
Sauco	*Sambucus nigra*	1	1				2

Nombre Común	Nombre científico	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	N° Ind.
Schefflera, Pategallina hojipequeña	*Schefflera monticola*	2					2
Falso pimiento	*Schinus molle*	7	1	1	1		10
Lulo de perro	*Solanum marginatum*	1					1
Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Tecoma stans*	21	8	2	1		32
Palma yuca, palmiche	*Yucca elephantipes*	1	4	1			6
TOTAL		160	58	15	8	5	246

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

En la Tabla 193 y Figura 233, se muestra la abundancia de los individuos en contraste con el volumen total y comercial para cada una de las categorías diamétricas; como se puede observar la mayor abundancia y volumen total se encuentran en las clases diamétricas con DAP superiores como lo son la clase diamétrica IV y V, sin embargo, no es la categoría con mayor cantidad de individuos. Esto debido a que la mayoría de la vegetación que se encuentra presente en este sector es de bajo porte con especies comúnmente utilizadas en la arborización de zonas en Bogotá.

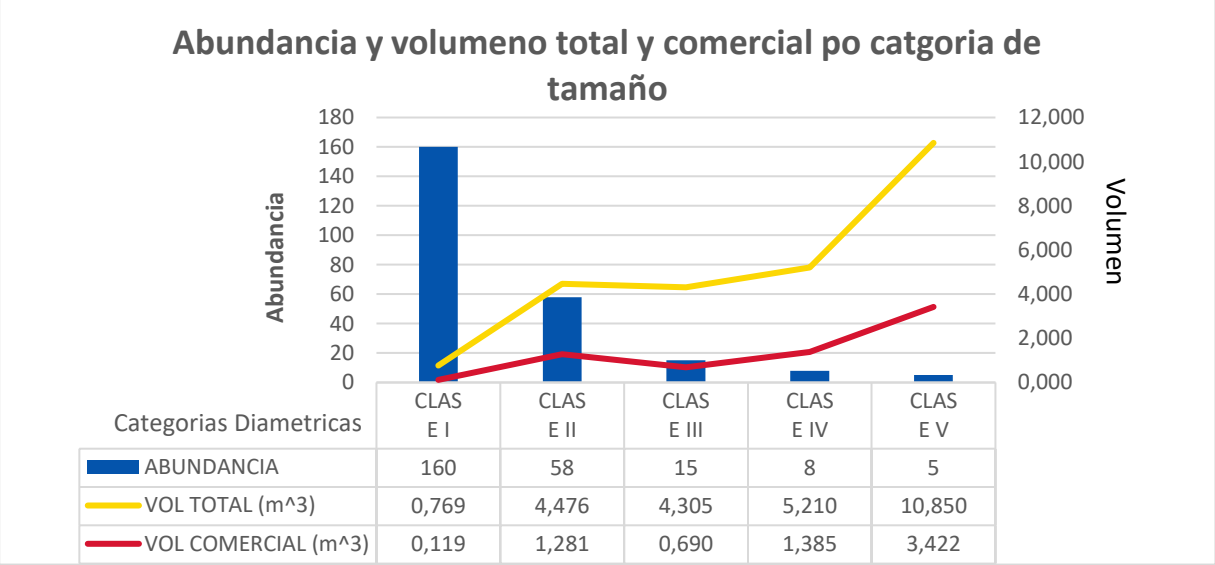


Figura 233 Abundancia Vs. Volumen total y comercial por clase diamétrica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.3 Abundancia de especies

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del inventario forestal (ver Tabla 191) las especies más abundantes fueron Jazmín del cabo (*P. undulatum*) con el 19,11% (47 individuos), Chicala (*T.*

stans) con el 13,01% (32 individuos) y Holly liso (*C. panosa*) con el 6,1% (15 individuos), especies muy empleadas para zonas verdes y del arbolado urbano de Bogotá, las cuales ocupan el 38,22%, del total de los individuos presentes de un total de 246 individuos en esta zona.

7.3.3.5.2.4 Índice de Valor de Importancia 200%

Teniendo en cuenta los hallazgos presentados anteriormente, al realizar el Indica de valor de importancia basado únicamente en la abundancia y la dominancia, podemos observar que las especies con mayor importancia fueron Jazmín del cabo, (*P. undulatum*) y Chicala (*T. stans*) por ser de los individuos más abundantes en estas coberturas y la especie Urapán (*F. chinensis*) por ser de los individuos más longevos, dominantes y representativos de este sector, los cuales suman el 43% del IVI total (al 100%), como se puede observar en la Tabla 194.

Tabla 194 – Índice de valor de importancia al 200% (Abundancia y Dominancia).

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Dominancia		IVI (200-%)
		Absoluta	% Relativa	Absoluta	% Relativa	
Pittosporum undulatum	Jazmín del cabo, laurel huesito	47	19,11	0,528	14,027	33,13
Fraxinus chinensis	Urapán, Fresno	9	3,66	1,057	28,115	31,77
Tecoma stans	Chicalá, Chirlobirlo, flor amarillo	32	13,01	0,317	8,427	21,44
Acacia decurrens	Acacia negra, gris	5	2,03	0,310	8,252	10,28
Schinus molle	Falso pimiento	10	4,07	0,194	5,169	9,23
Cupressus lusitanica	Ciprés, Pino ciprés, Pino	2	0,81	0,302	8,026	8,84
Eugenia myrtifolia	Eugenia	13	5,28	0,090	2,405	7,69
Cotoneaster panosa	Holly liso	15	6,10	0,047	1,248	7,35
Hibiscus rosa-sinensis	Cayeno	12	4,88	0,051	1,365	6,24
Ficus benjamina	Caucho benjamín	6	2,44	0,139	3,688	6,13
Yucca elephantipes	Palma yuca, palmiche	6	2,44	0,104	2,773	5,21
Ligustrum lucidum	Jazmín de la china	11	4,47	0,014	0,373	4,84
Ficus soatensis	Caucho sabanero	3	1,22	0,124	3,292	4,51
Acacia melanoxylon	Acacia japonesa	3	1,22	0,120	3,185	4,40
Prunus serotina	Cerezo	4	1,63	0,104	2,758	4,38
Ficus tequendamae	Caucho tequendama	4	1,63	0,079	2,106	3,73
Prunus persica	Durazno común	6	2,44	0,015	0,404	2,84
Ficus carica	Brevo	4	1,63	0,003	0,068	1,69

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Dominancia		IVI (200-%)
		Absoluta	% Relativa	Absoluta	% Relativa	
Callistemon citrinuss	Eucalipto de flor, eucalipto lavabotella	4	1,63	0,001	0,025	1,65
Araucaria excelsa	Araucaria	2	0,81	0,031	0,820	1,63
Phoenix roebelinii	Palma roebeleni	2	0,81	0,021	0,564	1,38
Agave attenuata	Agave	3	1,22	0,006	0,154	1,37
Brugmansia candida	Borrachero blanco	3	1,22	0,003	0,077	1,30
Sambucus nigra	Sauco	2	0,81	0,013	0,343	1,16
Acacia baileyana	Acacia morada	1	0,41	0,024	0,640	1,05
Alnus acuminata	Aliso, fresno, chaquiro	1	0,41	0,020	0,529	0,94
Austrocylindropuntia subulata	Kealla	2	0,81	0,003	0,069	0,88
Delostoma integrifolia	Curapin, Campanilla	2	0,81	0,002	0,049	0,86
Schefflera monticola	Schefflera, Pategallina hojipequeña	2	0,81	0,001	0,028	0,84
Cestrum nocturnum	Caballero de la noche, Jazmín, Dama de noche	2	0,81	0,001	0,018	0,83
Citrus sinensis	Naranjo	2	0,81	0,001	0,014	0,83
Coffea arabica	Café	2	0,81	0,000	0,009	0,82
Rosmarinus officinalis	Romero	2	0,81	0,000	0,005	0,82
Abutilon insigne	Abutilon blanco	2	0,81	0,000	0,000	0,81
Quercus humboldtii	Roble	2	0,81	0,000	0,000	0,81
Pachira aquatica	Castaño	1	0,41	0,010	0,274	0,68
Phoenix canariensis	Palma fénix	1	0,41	0,007	0,190	0,60
Aloysia citriodora	Cidron	1	0,41	0,005	0,143	0,55
Cytharexylum subflavescens	Cajeto, garagay, urapo	1	0,41	0,004	0,093	0,50
Myrcianthes leucoxyla	Arrayan blanco	1	0,41	0,003	0,085	0,49
Clusia multiflora	Gaque	1	0,41	0,002	0,048	0,45
Crotalaria agathiflora	Pajarito	1	0,41	0,002	0,048	0,45
Malvaviscus arboreus	Malvavisco	1	0,41	0,002	0,048	0,45
Dracaena fragrans	Dracaena, Palo de Brasil, Palo de la Felicidad	1	0,41	0,001	0,014	0,42
Lafoensia acuminata	Guayacán de Manizales	1	0,41	0,001	0,014	0,42
Ledenbergia seguerioides	Milflores	1	0,41	0,000	0,010	0,42

Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia		Dominancia		IVI (200-%)
		Absoluta	% Relativa	Absoluta	% Relativa	
Carica pubescens	Papayuelo	1	0,41	0,000	0,008	0,41
Solanum marginatum	Lulo de perro	1	0,41	0,000	0,002	0,41
Buxus sempervirens	Boj	1	0,41	0,000	0,000	0,41
Brunfelsia pauciflora	Ayer, hoy y mañana	1	0,41	0,000	0,000	0,41
Citrus reticulata Blanco	Mandarina	1	0,41	0,000	0,000	0,41
Pelargonium graveolens	Aroma, sorcilicio, sortilegio	1	0,41	0,000	0,000	0,41
Persea americana	Aguacate	1	0,41	0,000	0,000	0,41
TOTAL		**246**	**100,00**	**3,761**	**100,00**	**200,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.5 Distribución por altura

Para el establecimiento de las clases altimétricas en el sector de la avenida 68 con avenida primero de mayo, se agruparon las alturas en 3 categorías (Suprimido o emergente, codominante y dominante) como se observa en la Tabla 195, donde se encontraron resultados similares a lo identificado en las clases diamétricas, debido a que la mayoría de los individuos se agrupan en portes bajo, en este caso para el estrato suprimido o emergente con el 92% del total de individuos.

Tabla 195 – Dominancia y volumen por clases diamétricas

Dominancia	Cat Alt	Rango (m)	Abundancia	% Abundancia	Vol Total (m^3)
Suprimido o Emergente	I	0-10	226	91,9	11,218
Codominante	II	10,1-15	14	5,7	21,694
Dominante	III	15,1-20	6	2,4	7,106
TOTAL			**246**	**100,0**	**28,800**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

En la Figura 234, se muestra la distribución de la abundancia de las especies forestales identificadas a lo largo del inventario forestal, se observa que el estrato dominante presenta baja abundancia, por lo que la mayoría de los individuos se ubica en el estrato suprimido o emergente, con un valor de 11,21 m^3 de volumen total, seguido del estrato codominante con 21,69 m^3 de volumen total y el dominante con 7,10 m^3 de volumen total.

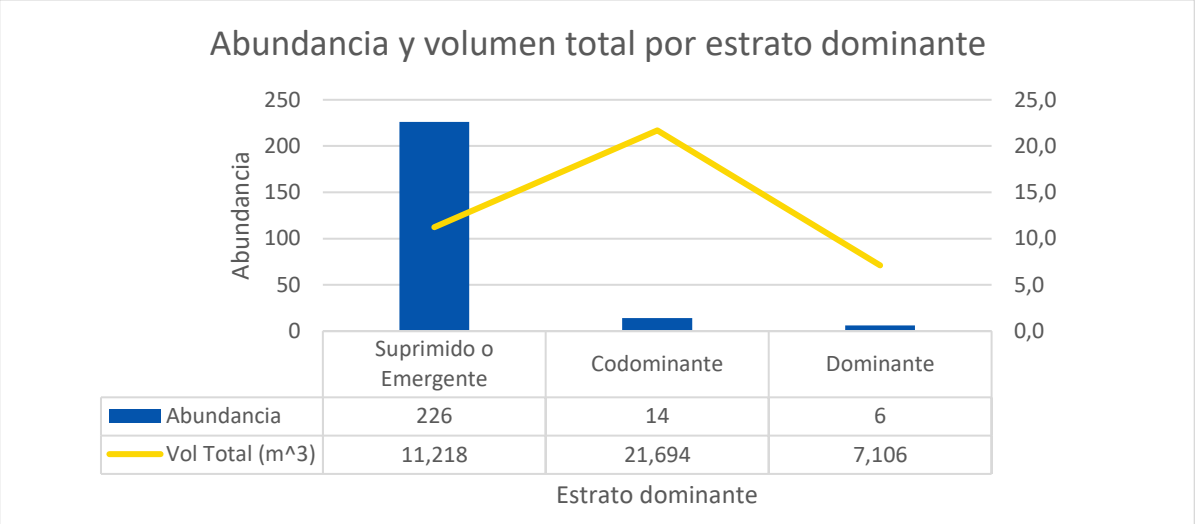


Figura 234 Distribución de abundancia por clase diamétrica

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.6 Distribución por tipo de emplazamiento

En el área del proyecto que corresponde al sector de la Avenida 68 con Avenida Primera de Mayo se identificaron diez (10) tipos de emplazamiento (ver Tabla 196) de los cuales el que presenta mayor abundancia de individuos es el Sistema lúdico – Parques de barrio a razón de la intersección con el parque El Tejar ubicado en el costado oriente del Round Point con110 individuos que corresponden al 44,72% del total seguido por el Sistema de protección – Franja de control ambiental junto al conjunto residencial Agrupación Milenta II en el costado noroccidental del Round Point con 69 individuos que corresponden al 28,05%.

Tabla 196 – Número de individuos arbóreos por tipo de emplazamiento

Sistema de Emplazamiento	Tipo de Emplazamiento	Abundancia	% de Abundancia
Establecimiento privado	Centro educativo	13	5,28
	Vivienda	7	2,85
Sistema de circulación urbana	Anden con zona verde ancha	21	8,54
	Anden con zona verde angosta	8	3,25
	Anden sin zona verde (3M en adelante)	6	2,44
	Oreja de puente	1	0,41
	Separador blando ancho	8	3,25
	Vías peatonales (V9)	3	1,22
Sistema de protección	Franja de control ambiental	69	28,05
Sistema lúdico	Parques de barrio	110	44,72

Sistema de Emplazamiento	Tipo de Emplazamiento	Abundancia	% de Abundancia
TOTAL		**246**	**100,00**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.7 Volumen de madera

De acuerdo con el inventario forestal, se realizó el cálculo del volumen total y volumen comercial, bajo los criterios y cálculos de cubicación con un factor forma de 0,7, el cual se realiza una distinción por estrato para fustales, latizales y brinzales, como se puede observar en la Tabla 197

Para el sector de la Avenida 68 con Avenida primero de mayo se determinó 25,60 m^3 de volumen total y 6,69 m^3 de volumen comercial, donde el mayor porcentaje de este volumen se agrupa en los individuos pertenecientes al estrato fustal, debido a que son los individuos con mayor porte en altura y diámetros, seguido de latizales y brinzales.

Tabla 197 – Consolidado de especies, categoría y volumen en jurisdicción de la SDA

Estrato	Nombre Común	Nombre Científico	Vol. Total (m^3)	Vol. Comercial (m^3)
FUSTAL	Acacia morada	*Acacia baileyana*	0,236	0,079
	Acacia negra, gris	*Acacia decurrens*	2,484	0,474
	Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*	0,859	0,242
	Aliso, fresno, chaquiro	*Alnus acuminata*	0,116	0,072
	Araucaria	*Araucaria excelsa*	0,151	0,087
	Holly liso	*Cotoneaster panosa*	0,073	0,011
	Ciprés, Pino ciprés, Pino	*Cupressus lusitanica*	3,085	0,591
	Eugenia	*Eugenia myrtifolia*	0,432	0,118
	Caucho benjamín	*Ficus benjamina*	0,828	0,127
	Caucho sabanero	*Ficus soatensis*	0,777	0,197
	Caucho tequendama	*Ficus tequendamae*	0,323	0,155
	Urapán, Fresno	*Fraxinus chinensis*	10,370	3,814
	Cayeno	*Hibiscus rosa-sinensis*	0,109	0,000
	Castaño	*Pachira aquatica*	0,040	0,001
	Palma roebeleni	*Phoenix roebelinii*	0,020	0,008
	Jazmín del cabo, laurel huesito	*Pittosporum undulatum*	2,236	0,560
	Cerezo	*Prunus serotina*	0,323	0,000
	Sauco	*Sambucus nigra*	0,031	0,000
	Yuco	*Schinus molle*	0,938	0,085
	Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Tecoma stans*	1,053	0,093
	Palma yuca, palmiche	*Yucca elephantipes*	0,358	0,062
TOTAL			**24,841**	**6,778**
LATIZAL	Abutilon blanco	*Abutilon insigne*	0,000	0,000
	Acacia japonesa	*Acacia melanoxylon*	0,004	0,001

Estrato	Nombre Común	Nombre Científico	Vol. Total (m^3)	Vol. Comercial (m^3)
	Agave	*Agave attenuata*	0,007	0,000
	Cidron	*Aloysia citriodora*	0,011	0,000
	Kealla	*Austrocylindropuntia subulata*	0,006	0,000
	Borrachero blanco	*Brugmansia candida*	0,004	0,000
	Boj	*Buxus sempervirens*	0,000	0,000
	Eucalipto de flor, eucalipto lavabotella	*Callistemon citrinuss*	0,000	0,000
	Papayuelo	*Carica pubescens*	0,000	0,000
	Caballero de la noche, Jazmín, Dama de noche	*Cestrum nocturnum*	0,001	0,000
	Naranjo	*Citrus sinensis*	0,001	0,000
	Gaque	*Clusia multiflora*	0,006	0,000
	Café	*Coffea arabica*	0,001	0,000
	Holly liso	*Cotoneaster panosa*	0,075	0,006
	Pajarito	*Crotalaria agathiflora*	0,002	0,000
	Cajeto, garagay, urapo	*Cytharexylum subflavescens*	0,007	0,002
	Curapin, Campanilla	*Delostoma integrifolia*	0,003	0,002
	Dracaena, Palo de Brasil, Palo de la Felicidad	*Dracaena fragrans*	0,001	0,000
	Eugenia	*Eugenia myrtifolia*	0,016	0,003
	Caucho benjamín	*Ficus benjamina*	0,044	0,002
	Brevo	*Ficus carica*	0,004	0,000
	Urapán, Fresno	*Fraxinus chinensis*	0,002	0,000
	Cayeno	*Hibiscus rosa-sinensis*	0,029	0,000
	Guayacán de Manizales	*Lafoensia acuminata*	0,001	0,000
	Milflores	*Ledenbergia seguerioides*	0,000	0,000
	Jazmín de la china	*Ligustrum lucidum*	0,031	0,004
	Malvavisco	*Malvaviscus arboreus*	0,004	0,000
	Arrayan blanco	*Myrcianthes leucoxyla*	0,006	0,002
	Palma fénix	*Phoenix canariensis*	0,013	0,000
	Palma roebeleni	*Phoenix roebelinii*	0,010	0,006
	Jazmín del cabo, laurel huesito	*Pittosporum undulatum*	0,350	0,080
	Durazno común	*Prunus persica*	0,043	0,004
	Cerezo	*Prunus serotina*	0,014	0,003
	Romero	*Rosmarinus officinalis*	0,000	0,000
	Sauco	*Sambucus nigra*	0,001	0,000
	Schefflera, Pategallina hojipequeña	*Schefflera monticola*	0,001	0,000
	Falso pimiento	*Schinus molle*	0,011	0,000
	Lulo de perro	*Solanum marginatum*	0,000	0,000
	Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Tecoma stans*	0,042	0,004

Estrato	Nombre Común	Nombre Científico	Vol. Total (m^3)	Vol. Comercial (m^3)
	Palma yuca, palmiche	*Yucca elephantipes*	0,015	0,000
TOTAL			**0,767**	**0,119**
BRINZAL	Abutilon blanco	*Abutilon insigne*	0,000	0,000
	Agave	*Agave attenuata*	0,000	0,000
	Kealla	*Austrocylindropuntia subulata*	0,000	0,000
	Borrachero blanco	*Brugmansia candida*	0,000	0,000
	Ayer, hoy y mañana	*Brunfelsia pauciflora*	0,000	0,000
	Eucalipto de flor, eucalipto lavabotella	*Callistemon citrinuss*	0,001	0,000
	Mandarina	*Citrus reticulata Blanco*	0,000	0,000
	Naranjo	*Citrus sinensis*	0,000	0,000
	Brevo	*Ficus carica*	0,000	0,000
	Aroma, sorcilicio, sortilegio	*Pelargonium graveolens*	0,000	0,000
	Aguacate	*Persea americana*	0,000	0,000
	Jazmín del cabo, laurel huesito	*Pittosporum undulatum*	0,000	0,000
	Roble	*Quercus humboldtii*	0,000	0,000
	Romero	*Rosmarinus officinalis*	0,000	0,000
	Falso pimiento	*Schinus molle*	0,000	0,000
	Chicala, chirlobirlo, flor amarillo	*Tecoma stans*	0,000	0,000
TOTAL			**0,001**	**0,000**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.5.2.8 Especies en veda

De acuerdo con los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2018), las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018), los libros rojos de plantas de Colombia, la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y listados emitidos por la Secretaria Distrital de Ambiente, en la Tabla 198, se registra dos (2) individuos distribuidos de la especie Roble (*Quercus humboldtii*), los cuales se encuentran categorizado en veda por la Resolución 096 de 2006 del MAVDT para el área de influencia directa de la avenida 68 con avenida primero de mayo.

Tabla 198 – Especies vegetales que presentan veda nacional o restricción de aprovechamiento para la construcción y obras de la Avenida 68 con Avenida primero de mayo

Cod. Inventario	Familia	Especie	Nombre común
T3-1055	Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble

Cod. Inventario	Familia	Especie	Nombre común
T3-1061	Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.6 Inventario de zonas verdes

A continuación, se presenta el inventario de zonas verdes realizado para sobre el área de influencia directa. Cabe señalar que el balance de zonas verdes se presenta en el numeral 7.4. donde se describe la Demanda, uso aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.

En el marco de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019), para la intersección de la Avenida Carrera 68 se determinaron las siguientes áreas verdes antes del proyecto por localidades, como se describen en las Tabla 199, Tabla 200 y Tabla 201. En el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8.1_B, y en el Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A09 / 9_4 se presenta el shp del inventario de las zonas verdes de la Av. 68.

Tabla 199 – Inventario zonas verdes antes del proyecto localidad Kennedy

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m^2 (A)
CONSTITUTIVOS NATURALES		
SISTEMA HIDRICO	Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica	0.00
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES O CONSTRUIDOS		
ARTICULADORES DE ESPACIO PUBLICO	PARQUES (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
CIRCULACION PEATONAL Y VEHICULAR	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3	188.30
	Separadores viales parágrafo 2	1887.26
	Glorietas parágrafo 2	0.00
EN ESPACIO PRIVADO	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	826.47
TOTAL		**2902.03**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

Tabla 200 – Inventario zonas verdes antes del proyecto localidad Puente Aranda

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m^2 (A)
CONSTITUTIVOS NATURALES		
SISTEMA HIDRICO	Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica	0.00
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES O CONSTRUIDOS		
ARTICULADORES DE ESPACIO PUBLICO	PARQUES (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00
CIRCULACION PEATONAL Y VEHICULAR	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3	376.77
	Separadores viales parágrafo 2	3058.43
	Glorietas parágrafo 2	0.00
EN ESPACIO PRIVADO	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	224.13
TOTAL		**3659.33**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

Tabla 201 – Inventario de zonas verdes total antes del proyecto

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m^2 (A)
CONSTITUTIVOS NATURALES		
SISTEMA HIDRICO	Zonas de manejo y preservación ambiental y ronda hidráulica	0.00
CONSTITUTIVOS ARTIFICIALES O CONSTRUIDOS		
ARTICULADORES DE ESPACIO PUBLICO	PARQUES (Metropolitanos, Zonales, Vecinales y Bolsillo)	0.00
	Plazas	0.00
	Plazoletas	0.00

ZONA (Conforme a la Res 073 de 2017 o la que la modifique)	DESCRIPCION	AREA ANTES DEL PROYECTO m^2 (A)
CIRCULACION PEATONAL Y VEHICULAR	Corredor ecológico vial- Correspondiente a zonas verdes, controles ambientales de las vías urbanas V-0, V-1, v-3	565.07
	Separadores viales parágrafo 2	4945.69
	Glorietas parágrafo 2	0.00
EN ESPACIO PRIVADO	Antejardines en desarrollo de obras de utilidad pública	1050.60
TOTAL		**6561.36**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

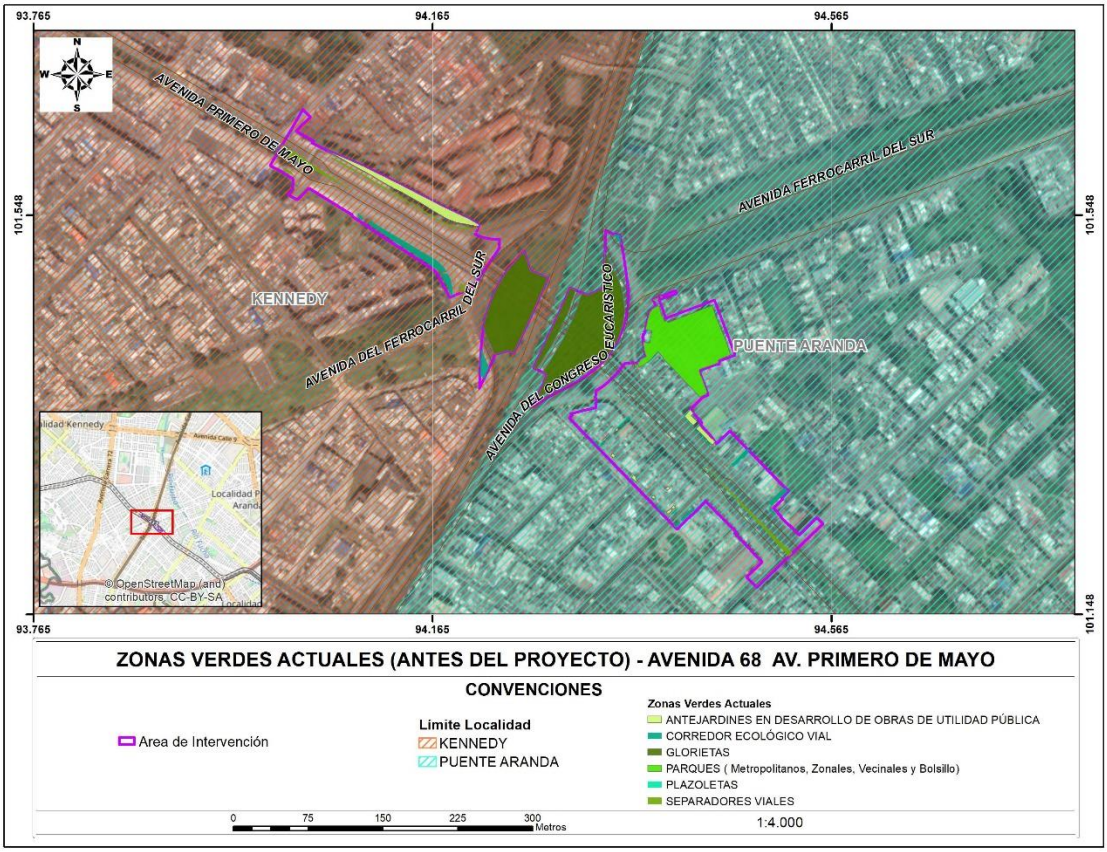


Figura 235 Zonas Verdes Actuales (Antes del ¨Proyecto) Avenida Carrera 68

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Línea 1 S.A.S., 2022.

7.3.3.7 Epifitas

Este apartado relaciona la caracterización de las especies de hábito epífito, obtenida para el tramo (WF3), siendo esta un área más amplia que la definida para el sector de la Avenida 68 con Avenida Primero de Mayo, esto con el fin de obtener una mayor cantidad de datos con mayor representatividad, logrando así una caracterización del componente más precisa, con análisis más completos y robustos, de esta manera se amplía tanto el esfuerzo, como la unidad de muestreo; siempre teniendo presente que a lo largo del tramo se presentan condiciones ambientales similares al sector requerido.

Con la información recolectada en campo y los ejemplares de epífitas determinados hasta el menor nivel taxonómico posible, se estructuró una matriz de datos, la cual permitió ordenar las distintas referencias e interpretar los valores correspondientes a las especies vasculares y epífitas no vasculares. A partir de esta información se determinó la composición florística, la distribución, la abundancia y la frecuencia de las especies.

La composición florística del área fue definida a partir de los registros de campo, con base en las categorías taxonómicas presentes en las diferentes unidades de vegetación (familia, género y especie). La distribución se estableció teniendo en cuenta la presencia de las especies en los diferentes forófitos muestreados (distribución horizontal); además, la presencia de especies en los diferentes estratos verticales (distribución vertical) por tipo de organismo.

Como resultado de la caracterización de las especies de flora silvestre vascular y no vascular se evaluaron un total de 123 árboles, distribuidos dentro de cuatro (4) coberturas vegetales que corresponden a Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc).

Tabla 202 – Localización parcelas

Cobertura	ID Parcela	No. De Forófitos	Inicio parcela	
			Este	Norte
Ciudad capital	23**	8	994129,4718	1001578,204
	28	8	995092,1751	1000764,515
	29	8	995199,3399	1000733,679
	30	8	995422,7357	1000545,02
	34	6	996243,9007	1000113,863
Otras zonas verdes urbanas	25**	8	994328,7451	1001492,074
	33	8	995998,183	1000054,658
Separadores viales	20	8	993605,0973	1001932,29
	21	8	993747,7189	1001778,775
	22	8	993908,5419	1001676,697
	24**	8	994228,9835	1001341,791
	26	8	994689,56	1001039,308
	27	8	994880,5533	1000875,663

Cobertura	ID Parcela	No. De Forófitos	Inicio parcela	
			Este	Norte
	31	8	995593,3351	1000396,87
	32	7	995767,2652	1000242,906
Zonas comerciales	35	6	996552,8614	1000140,913
TOTAL	16 parcelas	**123**		
**** Parcelas dentro del área de influencia de la Avenida 68 con Avenida Primero de Mayo**				

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2022

Teniendo en cuenta que el área descrita para el proyecto corresponde a zonas urbanas intervenidas, algunas áreas no cumplieron con el mínimo de árboles requerido, encontrando especies en estratos arbóreos. Las especies no vasculares registradas en este informe fueron identificadas por el Herbario Tropical con número de registro 245.

7.3.3.7.1 Evaluación de forófitos

Se registraron un total de 14 especies de hospederos diferentes, donde los forófitos con mayor frecuencia de especies epífitas fueron: *Ficus tequendamae* (Caucho tequendama) con siete (7) especies de flora epífita, al igual que *Fraxinus chinensis* (Urapán) y *Pittosporum undulatum* (Laurel huesito) con seis (6) especies reportadas cada uno, los demás forófitos presentaron entre una (1) y cinco (5) especies epífitas, ver detalle en la Figura 236.

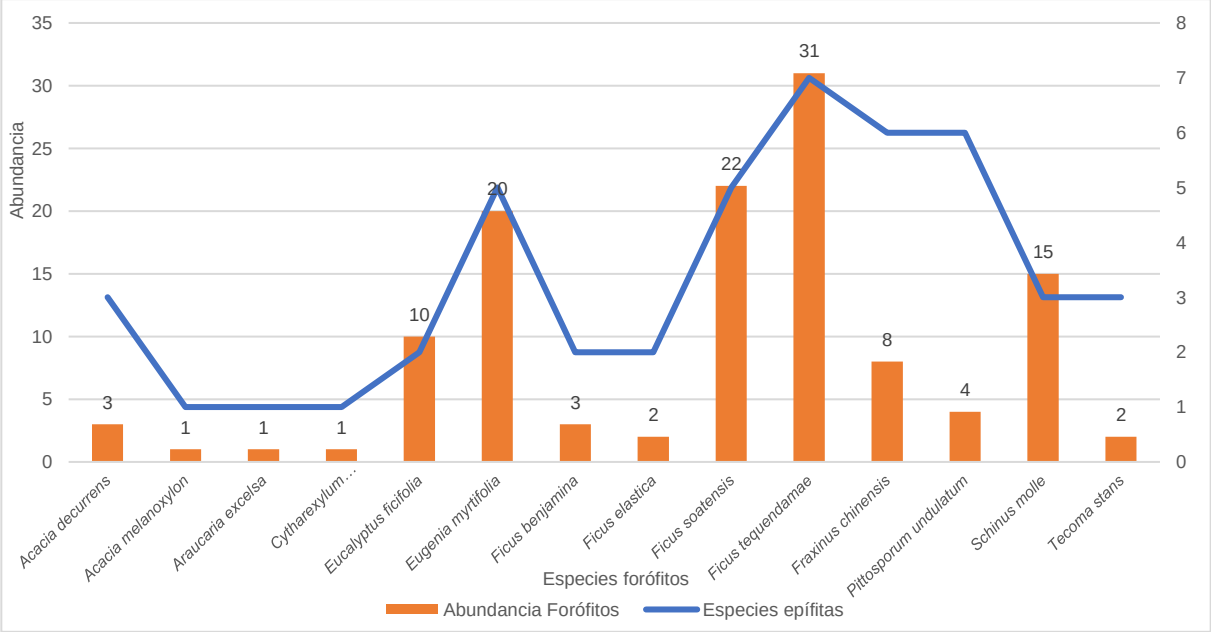


Figura 236 Riqueza de especies epífitas por especie de forófito.

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

7.3.3.7.2 Riqueza y composición de especies epífitas.

Las taxas de epífitas no vasculares encontradas corresponden a los grupos de líquenes y musgos, registrándose el grupo de líquenes con cuatro (4) especies y tres (3) familias, seguida por el grupo de musgos con tres (3) especies en tres (3) familias; para las epifitas vasculares se observó del grupo de bromelias una (1) especie, se presentó una riqueza muy baja para los grupos vasculares, definida por el nivel de contaminación que genera el paso de vehículos (Tabla 203).

Tabla 203 – Especies de flora vascular y no vascular registradas.

Tipo	Vasculares	No Vasculares
RIQUEZA	1	7
ABUNDANCIA	8 individuos	13405 cm^2

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

7.3.3.7.2.1 Especies no vasculares

Dentro de la caracterización realizada, se reportaron especies de flora no vascular en hábitat cortícola, no se observaron especies sobre materia en descomposición, rupícolas ni en hábitat terrestre. La abundancia total de especies de plantas epifitas no vasculares (líquenes y musgos) registradas en el área, estuvo compuesta por un total de siete (7) especies, representadas por 4 especies de líquenes con una abundancia total de 12912 cm^2 siendo el grupo con mayor porcentaje de representatividad (96%), el grupo de musgos presenta tres (3) especies con una abundancia total de 493 cm^2 con un porcentaje de representatividad de 4% (Tabla 204).

Tabla 204 – Composición florística especies no vasculares.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	COBERTURA cm^2	COBERTURA %	CLASE DE ABUNDANCIA
Briofitos	Bryaceae	*Bryum argenteum*	185	1,38	Rara
	Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris*	119	0,89	Rara
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum diaphanum*	189	1,41	Rara
Líquenes	Candelariaceae	*Candelaria concolor*	409	3,05	Rara
	Chrysothricaceae	*Chrysothrix xanthina*	7258	54,14	Muy abundante
	Parmeliaceae	*Canoparmelia sp*	4770	35,58	Muy abundante
		Parmotrema cf austrosinense	475	3,54	Rara
TOTAL GENERAL			**13405**	**100**	

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

Las especies del grupo de líquenes *Chrysothrix xanthina* y *Canoparmelia sp* presentaron el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%), siendo las especies más representativas del muestreo, las demás especies presentaron un rango de abundancia Rara (1-5%).



(a) *Bryum argenteum* (b) *Orthotrichum diaphanum*, (c) *Fabronia ciliaris*,(d) *Canoparmelia sp*

Fotografía 31 Registro fotográfico de algunas especies NO vasculares registradas

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Abundancia y frecuencia de especies epífitas en hábitat cortícola.

Las especies reportadas con mayor abundancia en cm², de hábito cortícola fueron *Chrysothrix xanthina* siendo la más representativa dentro del grupo de especies no vasculares con 7258 cm² y *Canoparmelia sp* con 4770 cm² del grupo de los líquenes; para el grupo de musgos la especie más abundante fie *Orthotrichum diaphanum* con 189 cm². (Figura 237).

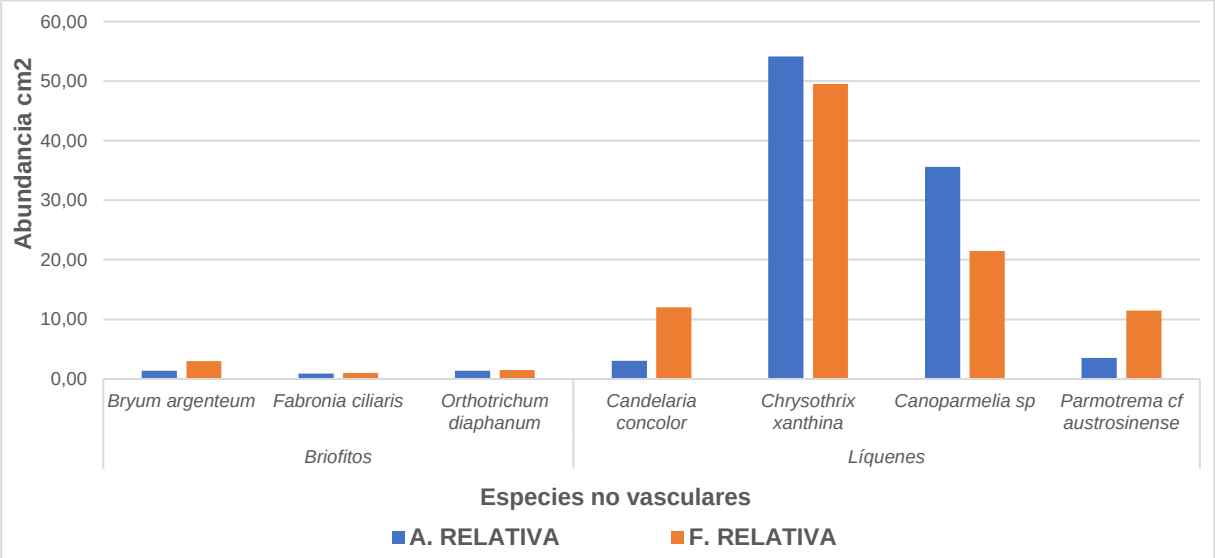


Figura 237 Abundancia y frecuencia relativa de especies no vasculares cortícolas.

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Especies en otro tipo de hábitat

Durante los recorridos realizados dentro del área de intervención que corresponde al trazado del metro, en el tramo 3 (que hace referencia a la localización de este PMAS), no se observaron especies en otros tipos de hábitat distinto al cortícola.

- Especificidad de forófito.

La riqueza de especies de musgos y líquenes en los forófitos de las coberturas vegetales presentes en las áreas de estudio reflejó la preferencia de las epífitas por aquellos hospederos de cortezas rugosas y copas de amplia cobertura que impiden la entrada directa de la radiación.

En el presente estudio se registra que las especies no vasculares se presentaron en las 14 especies de forófitos.

De acuerdo con la preferencia de las especies no vasculares por los forófitos, se determinó que el 43% de las especies presentan Especificidad del forófito con una frecuencia relativa <5%, un 29% de las especies presentan Preferencia marcada de forófito con una frecuencia relativa entre el 5% al 20%, el 14% presentó una Preferencia marginal con una frecuencia relativa de 49,5% (*Chrysothrix xanthina*) y el 14% presentó el rango Preferencia significativa, siendo la especie del grupo de líquenes *Canoparmelia sp* con una frecuencia relativa de 21,5%tal y como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 205 – Preferencia de forófitos especies no vasculares.

Grupo	Familia	Especie	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	Preferencia del Forófito
Briofitos	Bryaceae	*Bryum argenteum*	6	3,00	Especificidad de forófito
	Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris*	2	1,00	Especificidad de forófito
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum diaphanum*	3	1,50	Especificidad de forófito
Líquenes	Candelariaceae	*Candelaria concolor*	24	12,00	Preferencia marcada
	Chrysothricaceae	*Chrysothrix xanthina*	99	49,50	Preferencia marginal
	Parmeliaceae	*Canoparmelia sp*	43	21,50	Preferencia significativa
		Parmotrema cf austrosinense	23	11,50	Preferencia marcada
TOTAL			**200**	**100**	

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Asociación a las coberturas vegetales.

En la siguiente tabla está representada la riqueza de especies por cobertura vegetal con presencia de especies epífitas; las especies se observaron en cuatro (4) coberturas vegetales que corresponden a Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc), de las cuales a continuación se pueden ver su distribución.

Tabla 206 – Abundancia de especies no vasculares por cobertura vegetal

Grupo	Familia	Especie	Cobertura Muestreada				Total
			Cc	Ozvu	Sv	Zc	
Briofitos	Bryaceae	*Bryum argenteum*	50		135		185
	Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris*	119				119
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum diaphanum*	149		40		189
Líquenes	Candelariaceae	*Candelaria concolor*	56	25	328		409
	Chrysothricaceae	*Chrysothrix xanthina*	4437	392	2260	169	7258
	Parmeliaceae	*Canoparmelia sp*	2835	1416	497	22	4770
		Parmotrema cf austrosinense	136	20	319		475

Grupo	Familia	Especie	Cobertura Muestreada				Total
			Cc	Ozvu	Sv	Zc	
Briofitos	Bryaceae	*Bryum argenteum*	50		135		185
	Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris*	119				119
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum diaphanum*	149		40		189
TOTAL			**7782**	**1853**	**3579**	**191**	**13405**

Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

La cobertura vegetal con mayor abundancia de especies fue Ciudad capital (Cc) con 7782 cm^2, y una riqueza alta donde se reportan las siete (7) especies no vasculares, siendo la especie *Chrysothrix xanthina* la más representativa en esta cobertura, seguida de Separadores viales (Sv) con 3579 cm2, donde se observa una riqueza baja de especies no vasculares, siendo *Chrysothrix xanthina* la más representativa con 2260 cm^2. (Figura 238)

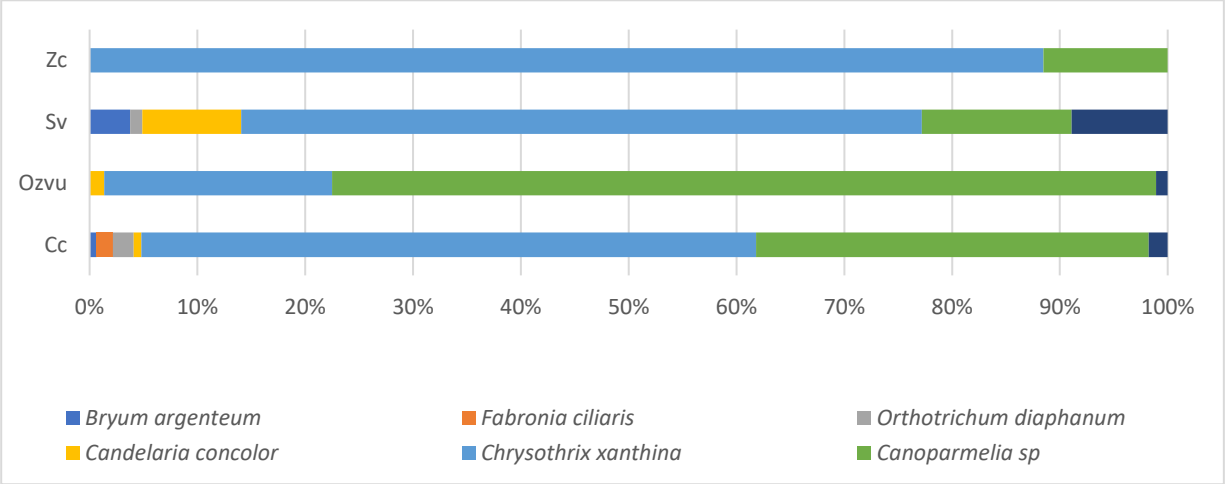


Figura 238 Porcentaje de abundancia especies no vasculares por cobertura vegetal

Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Índices de diversidad
  - Diversidad Alfa.

Los índices de Dominancia manifiestan la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una misma muestra sean de la misma especie; se parte de la base que un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa (Magurran 1988; Peet, 1974).

En relación con la dominancia de las especies epífitas encontradas en las coberturas de las zonas de estudio, se observaron valores bajos en las dos coberturas vegetales muestreadas, con un valor promedio de 58%, lo que representa que las especies dominantes son poco frecuentes.

Según el índice de diversidad de Shannon, se observó que la cobertura de Separadores viales (Sv) presenta un valor de 1,17, seguida por la cobertura de Ciudad capital (Cc) con un valor más bajo (0,97). Los valores arrojados demuestran una baja abundancia de epífitas no vasculares, esto se debe principalmente a actividades antrópicas, la cual transforma por completo el ecosistema, generando pérdida o reducción de especies de flora y fauna.

El índice de equidad presentó el valor más bajo en la cobertura de Otras zonas verdes urbanas (Ozvu) con 0,46, lo cual concuerda con los valores de mayor dominancia de Simpson (1-D) para esta cobertura, es decir que una menor equidad representa una mayor dominancia para esta cobertura, mientras que la cobertura de Separadores viales (Sv) presentó un valor más alto (0,65), concluyendo que existe una distribución más uniforme para las especies muestreadas (Tabla 207).

Tabla 207 – Índices de riqueza y diversidad- Epífitas no vasculares

Variables	Coberturas Vegetales			
	Cc	Ozvu	Sv	Zc
Taxa_S	7	4	6	2
Individuals	7782	1853	3579	191
Dominance_D	0,46	0,63	0,44	0,8
Shannon_H	0,97	0,64	1,17	0,36
Equitability_J	0,49	0,46	0,65	0,51

Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Diversidad Beta.

Con base en el análisis de diversidad de epifitas no vasculares dentro del área de intervención, y su relación con las coberturas antes mencionadas, se observa un 54% de Similaridad de especies y

abundancia entre las coberturas de Separador vial (Sv) y Ciudad capital (Cc), siendo coberturas con riqueza de especies equivalente, aunque la abundancia es diferente.

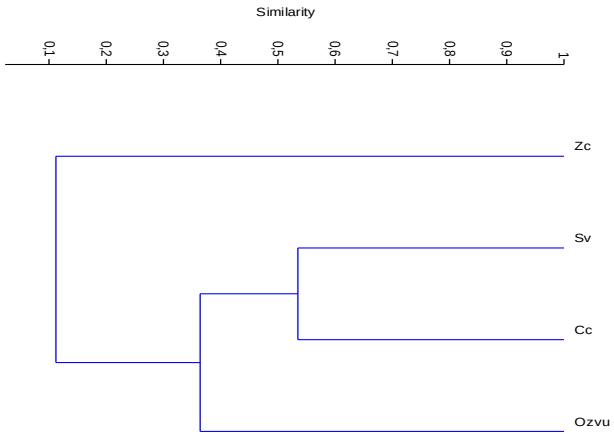


Figura 239 Similitud florística de las especies no vasculares por cobertura

Ciudad capital (Pa), Otras zonas verdes urbanas (Ozvu), Separadores viales (Sv) y Zonas comerciales (Zc)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Especies de epífitas no vasculares en veda o con alguna categoría de amenaza.

Para el área de intervención, no se encontraron especies del grupo de flora silvestre no vascular reportada con algún grado de amenaza según los Apéndices del CITES, las listas de la UICN (2016) y la Resolución 1912 de 2017, dado que algunas especies identificadas se encontraron hasta género no se logró especificar el grado de amenaza; sin embargo, las especies de líquenes, hepáticas y musgos se encuentran en veda nacional según la Resolución 213 de 1977 del INDERENA por la cual se establece el listado de las especies silvestres en veda de la diversidad y se dictan otras disposiciones, al igual que la resolución 1333 del 1997 de la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA (ver Tabla 208)

Tabla 208 – Especies en alguna categoría de amenaza o especiales.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	RES 1333 DE 1997 - SDA
Briofitos	Bryaceae	*Bryum argenteum*			X		X
	Fabroniaceae	*Fabronia ciliaris*			X		X
	Orthotrichaceae	*Orthotrichum diaphanum*			X		X

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	RES 1333 DE 1997 - SDA
Líquenes	Candelariaceae	*Candelaria concolor*			X		X
	Chrysothricaceae	*Chrysothrix xanthina*			X		X
	Parmeliaceae	*Canoparmelia sp*			X		X
		Parmotrema cf austrosinense			X		X

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

7.3.3.7.2.2 Especies vasculares.

Las especies de flora vascular se presentaron en hábitat cortícola, no se presentaron especies en hábitat terrestre, rupícola o en materia orgánica. La abundancia total de especies de plantas epifitas vasculares registradas en el área estuvo compuesta por un total de una (1) especie, perteneciente al grupo de bromelias, con una abundancia de ocho (8) individuos.

- Abundancia y frecuencia de especies vasculares en hábitat cortícola.

La especie de bromelia *Tillandsia recurvata* presentó el rango de abundancia descrito por Braun Blanquet como Muy abundante (>20%), al presentarse sólo este individuo por grupo, esta presenta una abundancia de 100%.

Tabla 209 – Composición florística especies vasculares.

Grupos	Familias	Especies	Abundancia (Ind)	Abundancia (%)	Clase de Abundancia
Bromelias	**Bromeliaceae**	*Tillandsia recurvata*	8	100	Muy abundante
TOTAL			**8**	**100**	

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

La especie reportada *Tillandsia recurvata* se presentó en cinco (5) individuos forestales, de tres especies diferentes.

Tabla 210 – Abundancia y frecuencia de especies vasculares cortícolas.

Grupos	Familias	Especies	Abundancia (Ind)	Abundancia (%)	Frecuencia	F. Relativa
Bromelias	**Bromeliaceae**	*Tillandsia recurvata*	8	100,00	5	100,00
TOTAL			8	100,00	5	100

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021



Fotografía 32 Registro fotográfico *Tillandsia recurvata*

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

Las especies vasculares reportadas se presentaron en cinco individuos forestales y tres (3) especies diferentes de hospederos, donde la especie *Fraxinus chinensis* presentó la mayor abundancia con cuatro (4) individuos vasculares

Tabla 211 – Forófitos reportados con especies vasculares.

ID Forófito	Nombre Común	Especie Forófito	Especie Epífita	Abundancia	Coordenadas	
					Este	Norte
225	Caucho sabanero	*Ficus soatensis*	*Tillandsia recurvata*	1	993979,7546	1001637,509
631	Caucho tequendama	*Ficus tequendamae*	*Tillandsia recurvata*	1	994244,003	1001364,554
637			*Tillandsia recurvata*	2	994762,587	1000961,862
68	Urapán	*Fraxinus chinensis*	*Tillandsia recurvata*	2	995659,9314	1000337,558
319			*Tillandsia recurvata*	2	995607,8055	1000383,991

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Asociación a las coberturas.

En la siguiente tabla se puede observar que la especie vasculares caracterizada *Tillandsia recurvata* se presentan en una sola cobertura vegetal Separadores viales (Sv).

Tabla 212 – Asociación a las coberturas vegetales – Especies vasculares.

Grupo	Familia	Epífitas Vasculares	Coberturas Vegetales
			Sv
Bromelias	**Bromeliaceae**	*Tillandsia recurvata*	8
TOTAL			**8**

Separadores viales (Sv)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Índices de diversidad.
  - Diversidad alfa.

Los índices de diversidad para las especies de epífitas vasculares, en la cobertura vegetal de las zonas estudiadas, reporta que sólo hay presencia de especies en una cobertura Separador vial (Sv).

Respecto a la Dominancia de especies esta cobertura presenta un valor de 1, donde al presentarse un solo individuo la dominancia está dada por esta única especie y por ende, la diversidad encontrada es menor en esta cobertura debido a la poca presencia de individuos vasculares.

Al no existir diversidad de especies vasculares, el índice de Shannon (0) y el valor de Equitatividad de esta cobertura es bajo, para que los niveles de diversidad sean altos el valor establecido por el índice debe superar 3. Esta baja diversidad de especies vasculares se debe al grado de contaminación ambiental y a la baja capacidad de recepción de especies de los individuos forestales caracterizados. (Tabla 213).

Tabla 213 – Índices de riqueza y diversidad – Epífitas vasculares.

Variables	Sv
Taxa_S	1
Individuals	8
Dominance_D	1
Shannon_H	0

Variables	Sv
Equitability_J	-

Separadores viales (Sv)

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Estratificación vertical especies vasculares

Se determinó que la zona con mayor diversidad de flora epifita vascular se encuentra en el estrato II o Zona II del árbol, donde se reportaron cuatro (4) individuos, seguido por el estrato III donde se observaron tres (3) individuos, mientras que el estrato I registra un (1) sólo individuo vascular. (Tabla 214).

Tabla 214 – Distribución vertical de las especies vasculares.

GRUPOS	FAMILIA	ESPECIE	ZONAS DEL FOROFITO			Distribución en el forófito
			ZONA I	ZONA II	ZONA III	
Bromelias	**BROMELIACEAE**	*Tillandsia recurvata*	1	4	3	AMPLIA
TOTAL			**1**	**4**	**3**	

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

- Especies vasculares en alguna categoría de amenaza.

Respecto a las especies de flora vascular no se encontró especies reportadas o con algún grado de amenaza según las listas de la UICN (2016) o bajo la Resolución 1912 de 2017, ni dentro de los Apéndices del CITES, sólo la especie de bromelia presento grado de amenaza en los Libros Rojos de especies amenazadas, la especie de bromelias presenta veda nacional bajo la Resolución 213 de 1977 (INDERENA) y veda regional mediante la resolución 1333 de 1997 – SDA (Tabla 215).

Tabla 215 – Epífitas vasculares en alguna categoría de amenaza.

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	RES 1912 DE 2017	LIBRO ROJO	RES. 213 DE 1977	CITES	UICN	RES. 1333 DE 1997 - SDA
Bromelias	**BROMELIACEAE**	*Tillandsia recurvata*		LC	X			

Fuente: Consorcio ambiental Metro L1, 2021

7.3.3.8 Fauna

Durante la caracterización de fauna silvestre del área de estudio se emplearon dos fases en el proceso metodológico (Ver Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A03); en primer lugar, se hizo una recopilación de información secundaria por medio de una revisión bibliográfica y en segundo lugar se obtuvo

información primaria por medio de muestreos en campo; a continuación, se presentan los resultados de la caracterización en campo.

- Información secundaria fauna silvestre

7.3.3.8.1 Avifauna

- Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

De acuerdo con la información secundaria consultada en Planes de Ordenamiento Territorial por localidades, los cuales se remiten a listados cortos principalmente resultado de muestreos rápidos o consulta con la comunidad, bases de datos como el SiB Colombia, eBird, NaturaLista, la colección del Museo de ciencias de la Universidad Nacional de Colombia y estudios realizados por la Fundación Humedales Bogotá, la Línea base para el metro realizada por la empresa Ingetec,2018, la Secretaria Distrital de planeación Bogotá e instituciones educativas como la Universidad El Rosario y teniendo en cuenta los ecosistemas representativos de Bogotá, su grado de intervención y la distribución altitudinal de las especies, se encontró que para el área de desarrollo del proyecto se distribuyen potencialmente 106 especies, las cuales se encuentran agrupadas en 13 órdenes, 28 familias y 77 géneros. Esta riqueza representa el 5,37% de las especies reportadas a nivel nacional (1954 especies aproximadamente) y el 41,50% de las especies (253 especies aproximadamente) registradas para la ciudad (Anexo 1. Avifauna registrada por información secundaria).

La Figura 240 muestra que la familia Tyrannidae es la que mayor contribuye a la riqueza de aves presente en el área de interés con 18 especies, seguida por la familia Thraupidae con 17 especies, Parulidae con 11 especies y la familia Icteridae con ocho (8) especies. De acuerdo con lo anterior, el orden que brinda mayor riqueza a la zona y al cual pertenecen las familias mencionadas es el orden Passeriformes, esto corrobora lo dicho por Machado y Peña en el 2000, en el que afirman que dicho orden comprende el 60% de todas las aves vivientes, teniendo en cuenta también que son el orden más especializado, que abundan en todos los ecosistemas, explicándose de esta manera la riqueza de estas familias con las otras que pueden ser encontradas en la zona de estudio.

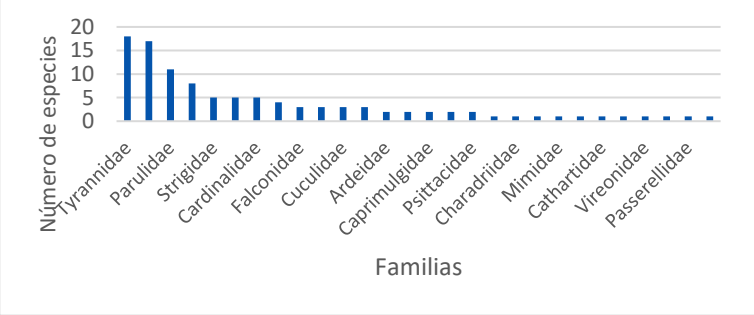


Figura 240 Riqueza con potencial distribución para el área de estudio según fuentes secundarias

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Especies de aves migratorias

De las 275 especies de aves migratorias registradas en Colombia, 154 provienen de Norteamérica, lo cual significa que el país está ubicado estratégicamente para ellas siendo este un paso obligado para la ruta hacia otros países del continente (MADS, 2020). Para Bogotá se tienen reportadas 253 especies de aves de las cuales 64 de estas son migratorias. Cabe mencionar que en Bogotá se tienen registros de especies tanto migratorias latitudinales (Boreal-Austral) como migratorias locales (altitudinales).

La Tabla 216 muestra el listado de especies migratorias con potencial presencia en el área de desarrollo del proyecto, de las cuales 35 especies son migratorias latitudinales es decir migran desde los hemisferios norte y sur en invierno buscando alimento y territorios cálidos donde pasar dicha temporada y tres (3) especies son migratorias locales (altitudinal) lo cual indica que se desplazan a lo largo de diferentes altitudes en las montañas de manera estacional con el fin de evitar temperaturas extremas o en búsqueda de algún tipo de recurso.

Tabla 216 – Avifauna migratoria con potencial distribución en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilán aliancho	Lat/Inr	<2800
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Lat/Irp	<2600
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcilla Bueyera	Lat/Irp	<2600
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras zumbon	Lat/Irp	<2600
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	Lat/Irp	<2700
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo degollado	Lat/Inr	<3800
Passeriformes	Cardinalidae	*Spiza americana*	Arrocero americano	Lat/Inr	<1600
Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga olivacea*	Piranga Escarlata	Lat/Inr	<2600
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Torcaza collareja	Alt/Rni	500-3600
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo americano	Lat/Irp	<2600
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcon peregrino	Lat/Inr	<2800
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Esmerejón	Lat/Inr	<3400
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	Lat/Irp	<3000
Passeriformes	Icteridae	*Dolichonyx oryzivorus*	Tordo arrocero	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Reinita Charquera Norteña	Lat/Inr	<2000

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Reinita de Tennessee	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis philadelphia*	Reinita Plañidera	Lat/Inr	<3000
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Candelita Norteña	Lat/Inr	<2800
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga fusca*	Reinita Gorjinaranja	Lat/Inr	<3600
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Reinita de Manglar	Lat/Irp	<2000
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga striata*	Reinita Estriada	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	*Cardellina canadensis*	Reinita Canadiense	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe dorado	Lat/Irp	<3300
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho campestre	Lat/Irp	500-2600
Passeriformes	Turdidae	*Catharus fuscescens*	Zorzal canelo	Lat/Inr	<2300
Passeriformes	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de anteojos	Lat/Inr	<2700
Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia frantzii*	Fiofío Montano	Alt/Rni	1500-3000
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Pibí Boreal	Lat/Inr	<3000
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus virens*	Pibí Oriental	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero Cardenal	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Bienteveo Ventriazufrado	Lat/Irp	400-2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Melancólico	Alt/Rni	<2800
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamosca viajero	Lat/Inr	<1100
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus savana*	Tyrano tijereta	Lat/Irp	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorsonegro	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax traillii*	Atrapamoscas verdoso	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Atrapamoscas maculado	Lat/Inr	<2600
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojirrojo	Lat/Irp	<3600
CONVENCIONES: LAT: Latitudinal (Boreal- Austral) **ALT:** Altitudinal dentro del territorio nacional; **INR**: Invernante no reproductivo, **IRP:** Invernante con poblaciones reproductivas, **RNI**: Migrante local					

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Especies amenazadas

Teniendo en cuenta el conjunto de aves con potencial presencia en el área de estudio, se identificó la especie *Sturnella magna* con categoría de amenaza: Casi Amenazada (NT) según la UICN; de igual forma, se identificaron tres (3) especies con categorías de amenaza según la Resolución 1912 del 2017 del ministerio de ambiente. La Tabla 217 presenta dichas especies:

Tabla 217 – Avifauna con categoría de amenaza con potencial distribución en el área de estudio

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORÍAS DE AMENAZA			DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
				CITES	UICN	RESOL	
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Gavilan aliancho	II	LC	LC	<2800
		Rupornis magnirostris	Gavilan pollero	II	LC	LC	<2600
		Elanus leucurus	Elanio Maromero	II	LC	LC	<2800
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernicalo americano	II	LC	LC	<3200
		Falco peregrinus	Halcon peregrino	I	LC	LC	<2800
		Falco columbarius	Esmerejón	II	LC	LC	<3400
Psittaciformes	Psittacidae	*Forpus conspicillatus*	Periquito de anteojos	II	LC	LC	0-2300
		Eupsittula pertinax	Perico carisucio	II	LC	LC	<2600
Strigiformes	Strigidae	*Asio stygius*	Búho Negruzco	II	LC	LC	1700-3000
		Asio clamator	Buho orejudo	II	LC	LC	<1700
		Megascops choliba	Curucutú	II	LC	LC	<2800
		Asio flammeus	Buho campestre	II	LC	LC	500-2600
		Glaucidium jardinii	Mochuelo andino	II	LC	LC	2100-2800
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri coruscans*	Colibrí Rutilante	II	LC	LC	1300-3600
		Lesbia nuna	Cometa coliverde	II	LC	LC	2200-2800
		Lesbia victoriae	Colibri colilargo	II	LC	LC	2600-4000
		Lafresnaya lafresnayi	Colibrí aterciopelado	II	LC	LC	1500-3700
		Chaetocercus mulsant	Zumbador ventriblanco	II	LC	LC	1500-2800

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORÍAS DE AMENAZA			DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL
				CITES	UICN	RESOL	
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	II	LC	LC	<3000
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Chirlobirlo	-	NT	-	<3700

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las principales amenazas para las poblaciones de aves son la pérdida y degradación del hábitat principalmente por la tala indiscriminada, la expansión de la frontera agrícola y ganadera. El tráfico y comercio ilegal de fauna es una de las causantes de la reducción de las poblaciones silvestres, al ser estas cazadas y extraídas de los ecosistemas para ser comercializadas principalmente como mascotas. Las colisiones contra edificaciones es una de las causantes de muertes de individuos de aves especialmente para aquellas que tienen un carácter migratorio afectando las poblaciones de estas especies.

Como medida de conservación, la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) ofrece diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2021). Dentro de ellos, el Apéndice I incluye a las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y flora incluidas en los Apéndices de la CITES; estas especies están en peligro de extinción y la convención prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.

Por otro lado, en el Apéndice II se incluyen especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se haga un control estrictamente sobre su comercio, también incluye las "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación (CITES, 2021). Dentro de esta categoría se encontraron 18 especies, entre ellas las aves rapaces nocturnas y diurnas de los órdenes Strigiformes, Accipitriformes y Falconiformes, loros de la familia Psittacidae, patos de la familia Anatidae y los colibríes de la familia Trochilidae. Para la familia Trochilidae se registraron cinco (5) especies, para el orden Strigiformes seis (6) especies, en el orden Falconiformes tres (3) especies, en el orden Psittaciformes dos (2) especies.

- Especies con algún grado de endemismo

La definición de endemismos en una especie es realizada considerando su distribución geográfica. Cuando dicha distribución está contenida totalmente dentro de los límites políticos del país, el taxón es considerado Endémico (E) ((Stiles G, 1998); (Placeholder1)). Adicionalmente, una especie puede considerarse Casi Endémica (CE) si al menos el 50% de su distribución total conocida se encuentra en Colombia, así comparta el restante 50% con uno o más países vecinos ((Chaparro - Herrera, Echeverry - Galvis, Córdoba- Córdoba, & Sua - Becerra, 2013).

Según estas definiciones se encontró una (1) especie Endémica para Colombia, y dentro de la categoría de Casi Endémica se encontraron cuatro (4) especies para un total de cinco (5) especies con algún grado de endemismo con potencial distribución dentro del área de estudio como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 218 – Avifauna con algún grado de endemismo con potencial distribución en el área de estudio.

Orden	Familia	Especie	Nombre Comun	Tipo De Distribución	Distribución Altitudinal
Passeriformes	Fringiilidae	*Spinus spinescens*	Jilguero Andino	CE (Colombia, Venezuela y Ecuador)	1800-3700
Passeriformes	Furnariidae	*Synallaxis subpudica*	Chamicero cundiboyacense	END (Boyacá y Cundinamarca)	1300-3200
Passeriformes	Parulidae	*Myioborus ornatus*	Abanico cariblanco	CE (Venezuela y Colombia)	1800-3400
Passeriformes	Thraupidae	*Conirostrum rufum*	Mielero rufo	CE (Colombia y Venezuela)	2600-3300
Passeriformes	Thraupidae	*Ramphocelus dimidiatus*	Toche pico de plata	CE (Panamá, Colombia y Venezuela)	<1500
CONVENCIONES: END: Endémico, **CE:** Casi Endémico					

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

Para determinar la existencia de valores comerciales o usos de la comunidad para las especies reportadas con potencial de distribución en la zona planteada del muestreo, son tenidos en cuenta: el potencial económico de su explotación, usos actuales e impacto en las afectaciones causadas por especies exóticas o invasoras (Tapasco, et al., 2015).

Una vez realizada la consulta bibliográfica se determina que debe considerarse el impacto generado por la paloma de plaza (*Columba livia*). Tratándose de una especie invasora con altas tasas reproductivas, representa impactos directos en cuanto a la afectación de fachadas, exposición a enfermedades zoonóticas y generación de residuos orgánicos en los lugares de vivienda (Acero Plazas, Cardona, & Rico, 2019).

Finalmente, además de casos específicos previamente mencionados, vale la pena tener en cuenta el potencial económico que representa el desarrollo de actividades asociadas al aviturismo en la ciudad de Bogotá. Es necesario expandir la caracterización de esta actividad y sus diferentes escenarios de desarrollo, para así establecer en qué medida un impacto en las poblaciones de avifauna puede afectar un posible escenario comercial asociado al disfrute y observación de aves en las localidades intervenidas (Minambiente, 2018).

7.3.3.8.2 Herpetofauna

Con base a la información recopilada para el área de estudio del proyecto se evidencia que para los reptiles se encuentra registrada una (1) especie como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 219 – Especies factibles de herpetos para el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Atractus crassicaudatus*	Serpiente sabanera

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

Las especies de herpetos no están distribuidas uniformemente a lo largo del área de estudio, estas se encuentran asociados a ciertas unidades de cobertura o microhábitats dependiendo de sus requerimientos ecológicos como la temperatura, humedad. precipitación, entre otros; esto influye en la frecuencia de avistamiento e intensidad del consumo de alimentos y reproducción de la misma. Siendo útiles para estudios de diversidad ambiental en zonas de alta presión antrópica, ya que se caracterizan por adaptarse a este tipo de ambiente como es el caso de la ciudad de Bogotá (CAR, 2018).

Por otro lado, este grupo juega un rol importante en los ecosistemas, ya que participa en el flujo de energía y el ciclado de nutrientes de ambientes terrestres como acuáticos, además, de ayudar al control de poblaciones de plagas y puede actuar potencialmente como polinizadores y dispersores de semillas (Gomez-Cortés, Ruiz-Agudelo, Valencia-Aguilar, & Ladle, 2015).

Debido al alto grado de intervención del área no se identifican anfibios que puedan verse afectados por el proyecto ya que estos organismos son muy sensibles a las alteraciones de su habitad natural; sin embargo, en cuanto a los reptiles en la zona podría presentarse la especie *Atractus crassicaudatus* Mas conocida como serpiente sabanera.

A continuación, se describen las principales características de las posibles especies a registrar en el área de estudio.

- Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)

Pertenece a la familia Colubridae siendo la más importante del país, dado que presenta la mayor distribución a mayores elevaciones, se han observado en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Meta, entre los 2000 y 3200 m.s.n.m. Habita generalmente en ambientes húmedos en cercanías con cuerpo de agua, en pastizales, debajo de troncos caídos, madera, rocas y en obras civiles (CAR, 2018).

En cuanto a su morfología son de tamaño pequeño alcanzando una longitud total de 400 a 440 mm, presentando dimorfismo sexual, las hembras presentan una mayor longitud, sin embargo, su longitud caudal es menor que en los machos. Su patrón de coloración predomina en el dorso los colores oscuros

con algunas líneas transversales distribuidas irregularmente de color amarillo claro (Paternina & Capera, 2017).

A. crassicaudatus tiene hábitos crepusculares o nocturnos, con periodos que presenta mayor actividad entre las 19:00 y las 22:00 horas, presenta movimientos semifosorial, se alimenta de lombrices, opiliones y otros invertebrados que encuentren en su microhábitat. Esta especie no representa ningún peligro para el ser humano ya que no posee veneno, su mecanismo de defensa es segregar un almizcle acompañado de movimientos erráticos (CAR, 2018)

Presentan reproducción ovípara. Las hembras depositan los huevos debajo de piedras, troncos caídos o bajo tierra, su morfología es ovalada y tiene una longitud entre 30 mm de longitud y de 16 mm de ancho, sus huevos eclosionan en los meses de octubre y diciembre (Lynch & Rengifo, 2001).

- Endemismos y especies amenazadas

En el área de estudio es factible tener la presencia de una (1) especie de reptil endémica del orden Squamata. Siendo esta una especie que tiene gran flexibilidad de adaptación a diferentes hábitats y en la mayoría de los casos se encuentran en áreas con impacto antrópico (Ver Tabla 220).

Tabla 220 – Especies factibles de herpetos endémicos para el área de estudio

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Distribución en Colombia
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Atractus crassicaudatus*	Serpiente sabanera	Endémico	Cundinamarca, Boyacá, Santander y Meta

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

- Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

Para las especies potenciales en el área de estudio con base a la literatura NO se reporta ninguna interacción con respecto al valor comercial ni uso por la comunidad. Sin embargo, para la especie serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) al registrarse en zonas urbanizadas y el desconocimiento que se tiene de la misma por parte de la comunidad, se le atribuye una percepción negativa lo cual conlleva a la idea errónea de que son de importancia médica o nocivas para los seres humanos y son sacrificadas (Yara Contreras, 2020).

7.3.3.8.3 Mastofauna

- Estructura de la comunidad registrada por información secundaria

Para el área de estudio del medio biótico y las zonas colindantes de la ciudad de Bogotá acorde a la información secundaria consultada, se registraron 28 especies de mamíferos, representadas en dos (2) órdenes (Chiroptera, y Rodentia) y seis (6) familias, esto representa un 6% del total de especies registrados para Colombia (Ramírez-Chaves, y otros, 2021) (Tabla 150) (ver Tabla 221).

El órden con mayor riqueza de especies fue Chiroptera (murciélagos), para este orden la familia más representativa fue Phyllostomidae (9 spp), seguida de Verpertilionidae (6 spp.), y la menos representativa fue Molossidae (5 spp.). Dentro del orden Rodentia las familias más representativas fueron Cricetidae (5 spp.) y Muridae (3 spp.), cabe resaltar que los tres (3) registros para Muridae son de especies introducidas: *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* y *Rattus sp*. (Figura 241, Tabla 221).

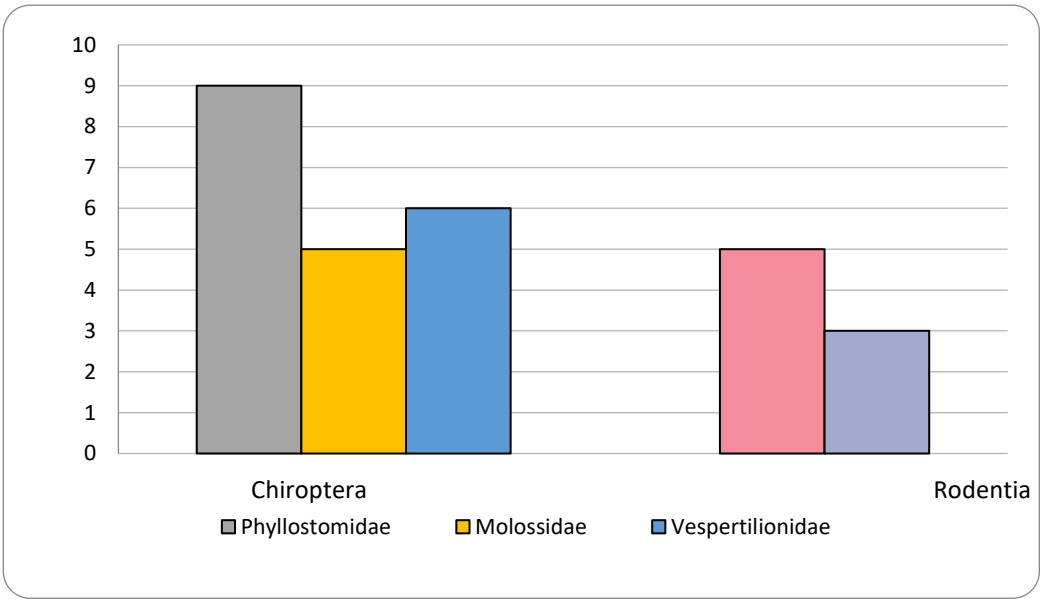


Figura 241 Representatividad de mamíferos por orden, familia género y especie

Fuente Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

Tabla 221 – Listado de especies potenciales en el área de estudio

Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
Chiroptera	Phyllostomidae	*Anoura geoffroyi*	-	-	LC	-
		Anoura cultrata	-	-	LC	-
		Anoura peruana	-	-	LC	-
		Sturnira bogotensis	-	-	LC	-
		Sturnira ludovici	-	-	LC	-
		Enchisthenes hartii	-	-	LC	-
		Choeroniscus godmani	-	-	LC	-

Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
		Phyllostomus hastatus	-	-	LC	-
		Artibeus lituratus	-	-	LC	-
	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	-	-	LC	-
		Myotis keaysi	-	-	LC	-
		Eptesicus fuscus	-	-	LC	-
		Lasiurus blossevillii	-	-	LC	-
		Aeorestes cinereus	-	-	LC	-
		Histiotus montanus	-	-	LC	-
	Molossidae	*Eumops glaucinus*	-	-	LC	-
		Tadarida brasiliensis	-	-	LC	-
		Nyctinomops aurispinosus	-	-	LC	-
		Nyctinomops laticaudatus	-	-	LC	-
		Molossus rufus	-	-	LC	-
Rodentia	Sciuridae	*Notosciurus granatensis*	-	-	LC	-
	Cricetidae	*Nephelomys childi*	-	-	NE	E (Bogotá)
		Oligoryzomys delicatus	-	-	NE	-
		Oligoryzomys griseolus	-	-	LC	CE (Colombia y Venezuela)
		Reithrodontomys mexicanus	-	-	LC	-
		Rhipidomys fulviventer	-	-	LC	CE (Colombia y Venezuela
	Muridae	*Rattus norvegicus*	-	-	LC	-
		Rattus	-	-	LC	-

Orden	Familia	Especie	Resol.	CITES	UICN	Endemismo
		Mus musculus	-	-	LC	-
Categorías de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2019-2) y Resolución 1912 de 2017- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Deficientes. CITES I: mayor grado de peligro; II: no están necesariamente en amenaza de extinción; III: especies comercio está reglamentado y que necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal.						

Fuente Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

- Especies de mamíferos migratorios

El 20,59% del total de especies de mamíferos registrados son migratorios, de los cuales tres corresponden a murciélagos de la familia Phyllostomidae (*Anoura geoffroyi*, *Enchisthenes hartii* y *Choeroniscus godmani*), dos de la familia Vespertilionidae (*Lasiurus blossevilli* y *Aeorestes cinereus*) y dos de la familia Molossidae (*Tadarida brasiliensis* y *Nyctinomops aurispinosus*). Hasta donde la literatura lo indica, información sobre rutas de migración para murciélagos en Colombia no existe, y solo está disponible información sobre registros de presencia o abundancia de estas especies (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

Los murciélagos migratorios de la familia Phyllostomidae se caracterizan por realizar movimientos migratorios estacionales horizontales y altitudinales en respuesta a la fluctuación del alimento, es decir, que sus desplazamientos se relacionan con la fenología de los bosques (Amaya-Espinel & Zapata, 2014). En cuanto a los murciélagos de la familia Vespertilionidae, aunque no hay rutas migratorias identificadas hacia Colombia o la parte tropical de Suramérica, los datos de captura de individuos de *Aeorestes cinereus* y *Lasiurus blossevillii* permiten establecer patrones de migración de larga distancia (Cryan, 2003). Finalmente, murciélagos de la familia Molossidae realizan migraciones de largas distancias, sin embargo, no hay información clara sobre patrones de migración para *Nyctinomops aurispinosus* y *Tadarida brasiliensis* (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

En general, se conoce que los murciélagos con migraciones más largas en América son los que migran latitudinalmente y por lo general, estas especies pertenecen a los géneros *Lasiurus, Lasionycteris* y *Tadarida* (Cryan, 2003; Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

- Endemismos y especies amenazadas

De las especies reportadas en información secundaria, no se encontró ninguna bajo categoría de amenaza, aun así, el 8,82% de estas especies, se encuentran en estado no evaluado (NE) por la IUCN, lo cual impulsa a investigar estas especies, puesto que estos vacíos de información deben ser llenados para poder preservar y velar por integridad de estas (ver Tabla 221).

En cuanto a endemismos, se registraron dos especies endémicas (*Nephelomys childi* y *Rhipidomys fulviventer*) y una casi endémica (*Oligoryzomys griseolus*) todas pertenecientes al orden Rodentia.

- Especies representativas con algún valor comercial o uso dado por la comunidad

De las especies reportadas para el área de estudio no se registran especies que cuenten como posible valor económico.

- Información primaria

7.3.3.8.4 Hábitats y condiciones particulares identificados en campo

El hábitat es definido por (Morrison, Marcot, & Mannam, 2006), como el área con una combinación de recursos y condiciones ambientales tales que promueve la ocupación por individuos de una determinada especie y que permite que éstos sobrevivan y se reproduzcan. Una forma de describir el hábitat es evaluando las unidades de paisaje, su estructura, composición y elementos físicos que lo integran ya que los organismos responden a su entorno en múltiples escalas espaciales y temporales (Gallina & López, 2011).

Es pertinente aclarar que para este estudio toda la matriz se encuentra dentro del tejido urbano de la ciudad de Bogotá; sin embargo, se identificaron zonas con características particulares que proveen diferentes recursos tales como alimento, refugio, zonas de nidación y reproducción para la fauna silvestre.

A continuación (Tabla 222), se presentan los hábitats identificados en este estudio.

Tabla 222 – Hábitats identificados para la fauna silvestre

Hábitat	Registro fotográfico
Separadores viales	

Hábitat	Registro fotográfico
Parque urbano	
Ciudad Capital	
Ronda de cuerpos de agua de zonas urbanas (Río)	

Hábitat	Registro fotográfico
Otras zonas verdes urbanas	

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.1 Avifauna

7.3.3.8.4.1.1 Curva de acumulación de especies

Para verificar el esfuerzo de muestreo realizado durante las jornadas de campo, dentro del área biótica, se realizó mediante el programa EstimateS 9.1.0 una curva de acumulación de especies para el sector de la Av Primera de mayo con Av 68 (Figura 242).

Teniendo en cuenta la naturaleza de este análisis, es pertinente aclarar que las curvas de acumulación reportan únicamente los individuos registrados en el muestreo mediante las metodologías de observación y/o captura; no se incluyen los registros efectuados mediante entrevistas informales ya que no hacen parte de la unidad de muestreo evaluada y estos son utilizados como información adicional de apoyo para tener una visión más amplia lo que permite tener una evaluación rápida, convirtiéndose así en una herramienta para alcanzar el total de especies esperado y que con los muestreos no es posible alcanzar.

En la siguiente figura que corresponde a la curva de acumulación de especies de aves se puede observar tanto la línea de distribución del muestreo, así como tres estimadores no paramétricos.

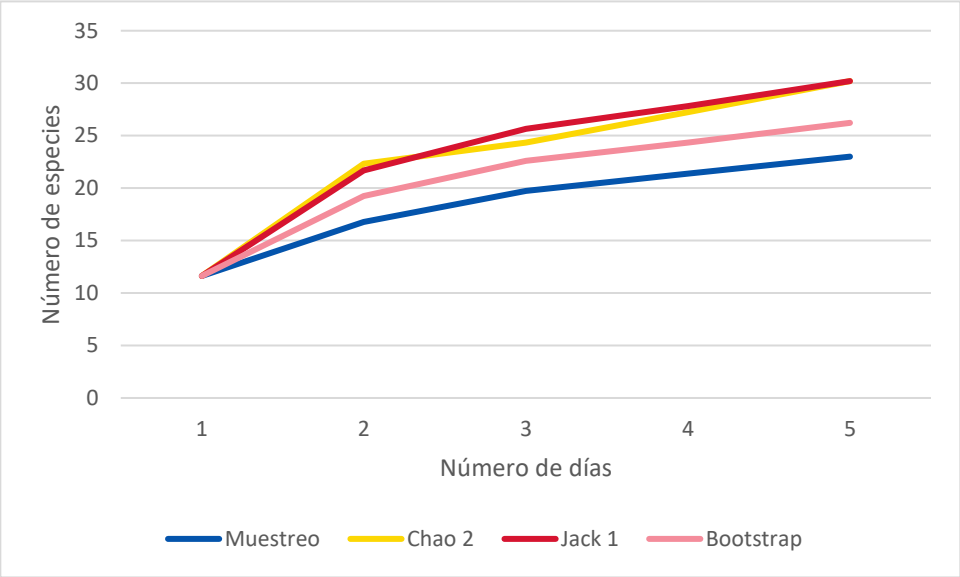


Figura 242 Curva de acumulación de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Según la figura anterior el muestreo se encuentra por debajo de lo esperado por los estimadores, donde la riqueza especifica observada alcanzó un valor de 23 especies, lo que representa aproximadamente un 9% de las aves registradas para Bogotá, por su parte, los estimadores de diversidad sugieren que hay una riqueza especifica esperada entre 26 y 30 especies dependiendo del método de estimación usado, siendo Booststrap el estimador que más se ajusta a los datos encontrados (26,2), Chao 2 y Jack 1 estiman un mayor número de especies de aves (30,2). Teniendo en cuenta el porcentaje de representatividad de los estimadores (Chao 2 y Jack 1: 76.15%; Bootstrap: 87,72% teniendo en cuenta estos resultados se puede considerar que los muestreos en campo fueron suficientes ya que este porcentaje se considera como muestra representativa de la zona para la evalúa. El estimador Bootstrap es el que menos sesgo presentó, debido a que es menos variable y no tiende a sobrestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad (Poulin (1998) y Romero-Tejada et al. (2008).

7.3.3.8.4.1.2 Estructura de la comunidad identificada en campo

De acuerdo con los muestreos y entrevistas realizados para el área de influencia, la comunidad de aves silvestres en la zona está compuesta por 23 especies (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8.3 FAUNA), pertenecientes a 13 familias y a seis (6) órdenes. El orden más diverso es Passeriformes, con 17 especies en ocho (8) familias, las cuales representan el 73,91% del total de aves registradas; estos datos concuerdan con lo reportado para Colombia, donde este constituye el taxón de mayor diversidad de especies. Los órdenes restantes conforman el 43% de las aves registradas, estos presentan una riqueza inferior o igual a cuatro especies (Tabla 223).

A continuación, se presenta el listado de especies de aves con su correspondiente clasificación taxonómica, número de individuos registrados por especie, gremio trófico ((Castaño Villa, 2001) y (Castaño & Patiño, 2000)), organización social (Castaño G. 2001) y distribución altitudinal (Wiki Aves de Colombia – Universidad Icesi. Cali, Colombia).

Tabla 223 – Estructura de la comunidad de aves dentro del área de influencia

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Gremio Trófico	Organización Social	Distribución Altitudinal	Abundancia
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Chulo	Carroñero	Grupo monoespecífico	0-4000	38
Charadriiformes	Charadriidae	*Vanellus chilensis*	Alcaraván	Insectívoro	Grupo monoespecífico	0-3000	4
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma común	Omnívoro	Grupo monoespecífico	0-3500	487
		Zenaida auriculata	Torcaza nalguiblanca	Granívoro	Grupo monoespecífico	0-3000	196
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri coruscans*	Chillón común	Nectarívoro	Solitario	1400-3500	21
Passeriformes	Fringilidae	*Spinus spinescens*	Jilguero andino	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	1800-3700	11
		Spinus psaltria	Jilguero aliblanco	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	500-3200	20
	Hirundinidae	*Orochelidon murina*	Golondrina plomiza	Insectívoro	Grupo monoespecífico	2000-3600	15
		Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina barranquera	Insectívoro	Bandada mixta	0-3000	5
	Icteridae	*Molothrus bonariensis*	Chamón común	Insectívoro	Pareja-Bandada mixta	0-2600	39
		Quiscalus lugubris	Tordo llanero	Omnívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-3000	12
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Sinsonte común	Omnívoro	Solitario-Pareja	0-2800	5
	Passerellidae	*Zonotrichia capensis*	Copetón	Granívoro	Solitario-Pareja	800-3600	66
	Thraupidae	*Diglossa sittoides*	Picaflor canela	Nectarívoro	Solitario-Pareja	1300-3400	1
		Sicalis luteola	Canario sabanero	Granívoro	Pareja-Grupo monoespecífico	0-2800	5
		Thraupis episcopus	Azulejo	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2600	8
		Thraupis palmarum	Tangara palmera	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2600	4
	Turdidae	*Turdus fuscater*	Mirla patinaranja	Omnívoro	Solitario-Grupo monoespecifico	1800-4000	84
	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Atrapamoscas pechirrojo	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2700	3

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Gremio Trófico	Organización Social	Distribución Altitudinal	Abundancia
		Sayornis nigricans	Atrapamoscas guardapuentes	Insectívoro	Solitario-Pareja	100-2800	1
		Tyrannus melancholicus	Sirirí común	Insectívoro	Solitario-Pareja	0-2800	8
		Tyrannus tyrannus	Sirirí migratorio	Insectívoro	Pareja-Bandada mixta	0-3200	1
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuco americano	Insectívoro	Bandada mixta	0-3500	1

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Figura 243 se evidencia que las familias con mayor riqueza son Tyrannidae y Thraupidae con cuatro (4) especies cada una, estos registros concuerdan con algunos reportes de aves para Cundinamarca y Sabana de Bogotá donde estas dos son las familias más numerosas, las siguientes familias con mayor número de especies son Hirundinidae, Columbidae, Fringilidae e Icteridae con dos (2) especies cada una, los ictéridos son uno de los grupos filo-geográficamente más complejos (Cicero & Jonhnson 2002, Rheindt et al. 2008a, b) adicionalmente es considerado el grupo que tiene mayor número de especies en latitudes tropicales (Hilty & Brown, 2009), en Colombia se estima que esta familia está conformada por 41 especies (Avendaño, y otros, 2020). Se observa que las demás familias están conformadas por una (1) especie.

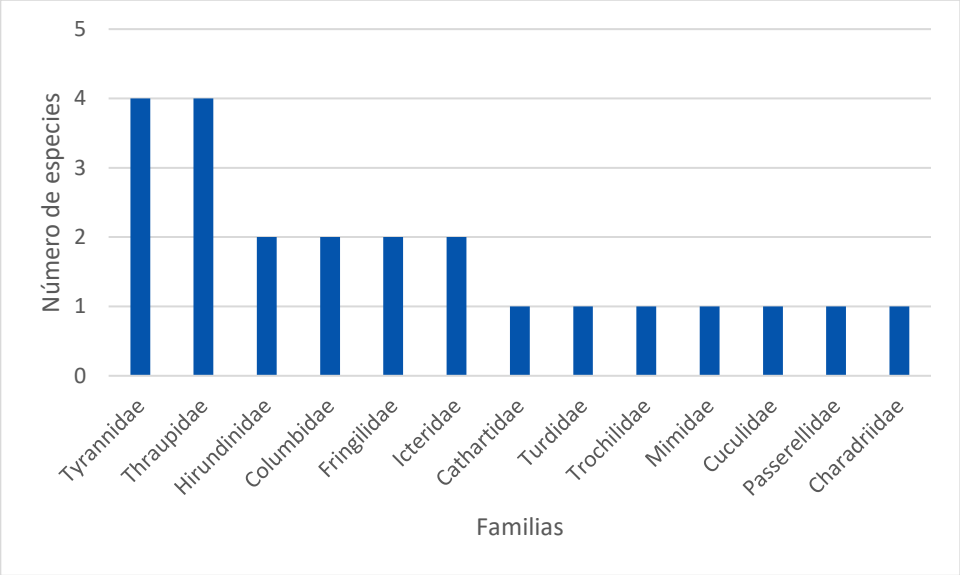


Figura 243 Número de especies de aves distribuidos por familia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En las siguientes fotografías se presenta el registro fotográfico de algunas de las aves observadas durante los diferentes muestreos de campo.



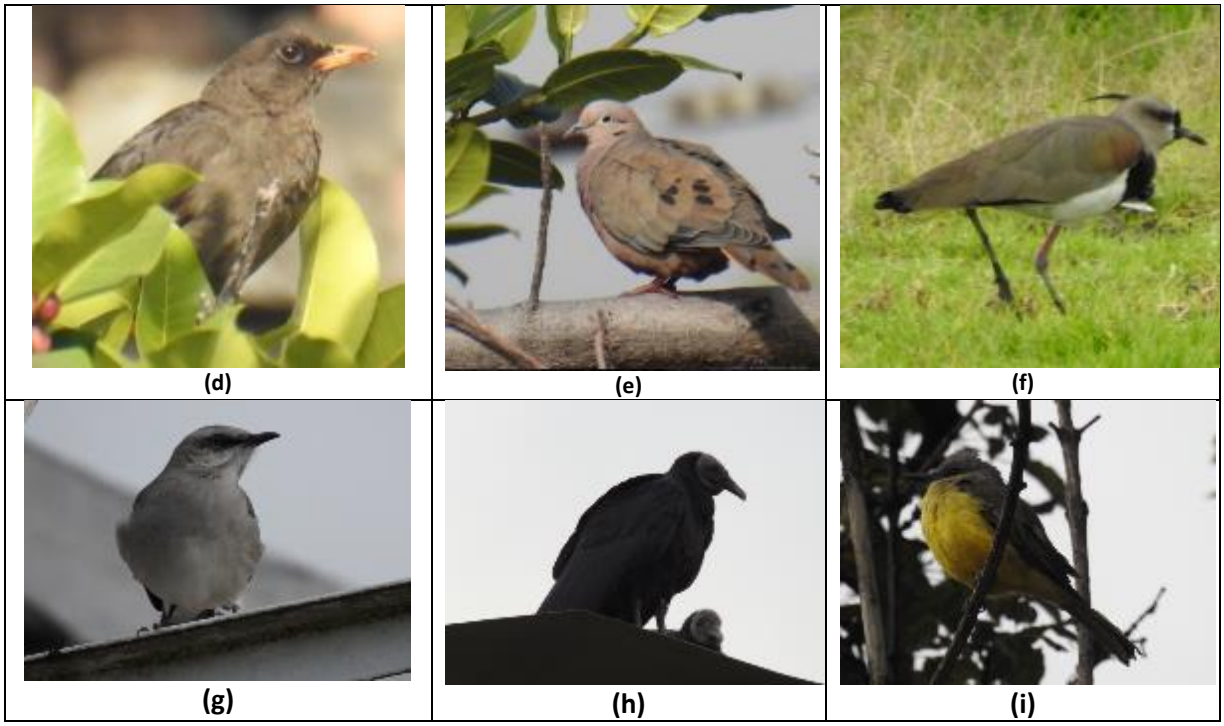
(a)



(b)



(c)



(a) Copetón (*Zonotrichia capensis),* (b) Jilguero aliblanco (*Spinus psaltria)* (c Azulejo (*Thraupis episcopus*), (d) Mirla patinaranja *(Turdus fuscater),* (e) Torcaza *(Zenaida auriculata),*(f) Alcaraván (*Vanellus chilensis*), (g) Sinsonte común (*Mimus gilvus*), (h) Chulo (*Coragyps atratus*), (i) Siriri común (*Tyrannus melancolicus*)

Fotografía 33 Registro fotográfico de algunas especies de aves registradas en el área de influencia biótica del proyecto

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Como se detalla en la Fotografía 33, la especie con mayores abundancias fue *Columba livia*, con un total de 487 individuos registrados. La segunda especie más representativa fue *Zenaida auriculata* con 196 individuos. En la Figura 244 se grafican los resultados mencionados en donde se muestran las especies de aves con registros de abundancia mayores a cinco (5) individuos.

Por otro lado, especies como *Coccyzus americanus, Diglossa sittoides, Tyrannus tyrannus* y *Sayornis nigricans* tuvieron un solo registro a lo largo del estudio.

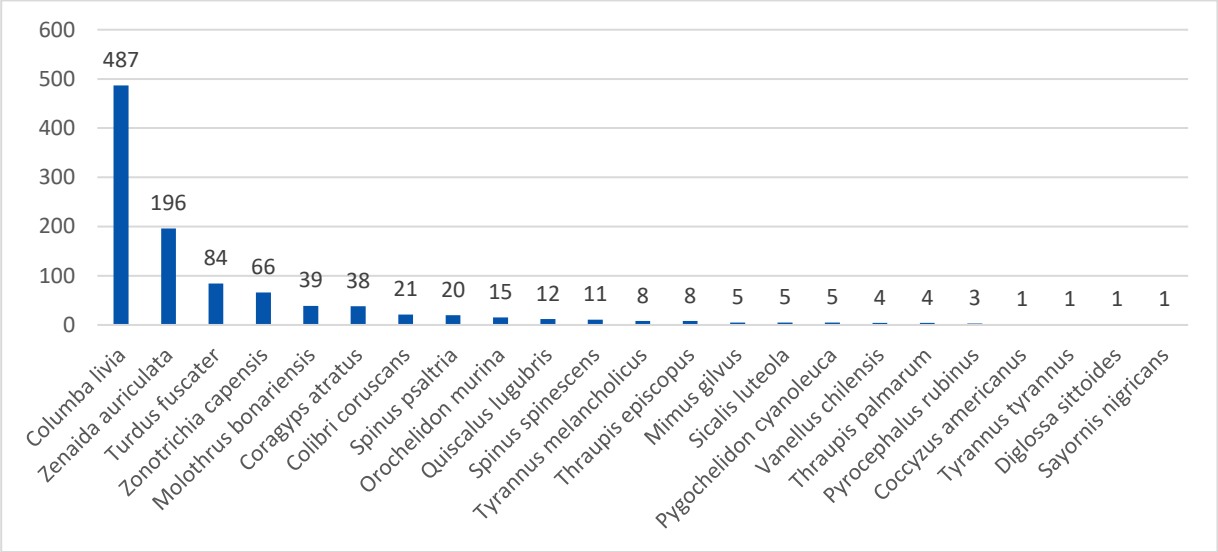


Figura 244 Número de individuos por especie de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.1.3 Especies migratorias

De acuerdo con la guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia (2012), se registraron cuatro (4) especies de aves migratorias, pertenecientes a dos (2) órdenes y tres (3) familias. Dentro de estas cuatro (4) especies se reportaron dos (2) migratorias boreales y dos (2) especies migratorias australes; son consideradas como tales las especies que realizan una migración latitudinal, es decir, aquella en la que se presenta un desplazamiento de norte a sur (migración boreal) o de sur a norte (migración austral) como respuesta al ciclo de estaciones y que por lo tanto se manifiesta de manera cíclica (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). Algunas de estas especies tienen poblaciones residentes en Colombia (R) y en relación con el estatus de residencia de las especies identificadas, se registran las Invernantes No Reproductoras (INR) e Invernantes con poblaciones reproductivas (IRP) con (2) especies cada una.

En lo referente a las especies migratorias australes, se registraron *P. cyanoleuca* presentan migraciones del sur del continente americano generalmente durante el otoño a mediados de marzo hasta el mes de agosto (Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012). También se registró al mosquerito, *Pyrocephalus rubinus*, esta especie presenta migraciones desde el sur del continente, sin embargo, algunas guías describen a *P. r. rubinus* como subespecie migratoria, pero únicamente en el sureste colombiano (Ayerbe, 2019).



Fotografía 34 *Pyrocephalus rubinus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 224 –Plan Nacional de especies migratorias

ESPECIES MIGRATORIAS												
Especie	Tipo de Migración					Estatus de Residencia						
	Lat	Lon	Alt	Trans	Loc	INR	MSR	IRO	IRP	MCR	DES	RNI
Coccyzus americanus	X			X					X			
Pygochelidon cyanoleuca	X			X					X			
Pyrocephalus rubinus	X			X		X						
Tyrannus tyrannus	X			X		X						
Tipo de migración: Lat= Latitudinal; Lon= Longitudinal; Alt= Altitudinal; Trans= Transfronteriza; Loc= Local.												
Estatus de residencia: INR= Invernante no reproductivo, MSR= Migrante sin reproducción, IRO= Invernante con poblaciones reproductivas ocasionales, IRP= Invernante con poblaciones reproductivas permanentes, MCR= Migrante con reproducción, RNI= Migrante local, DES= Desconocido. Basados en Plan Nacional de las especies migratorias (2009).												

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 225 – Especies de aves migratorias dentro del área de influencia

<table>
<tr><th>ORDEN</th><th>FAMILIA</th><th>ESPECIE</th><th>NOMBRE COMÚN</th><th>MIGRACIÓN</th><th>RUTA MIGRATORIA</th></tr>
<tr><td>Cuculiformes</td><td>Cuculidae</td><td>Coccyzus americanus</td><td>Cuco americano</td><td>MB/Irp</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="5">Rutas de migración
Desde Norteamérica pueden migrar a través de Puerto Rico, pero una pequeña población se reproduce allí y puede ser residente todo el año (Kepler y Kepler, 1978). También usan la ruta centroamericana.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Passeriformes</td><td rowspan="2">Hirundinidae</td><td>Pygochelidon cyanoleuca</td><td>Golondrina barranquera</td><td>MA-R/Irp</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="3">Cronología de la migración: En Colombia se ha registrado entre principios de mayo y principios de octubre. En tierras bajas como en la Hacienda La Corocora, Meta, es común entre julio y agosto (Hilty y Brown, 1986). En Costa Rica se reporta que la población residente se ve aumentada por la llegada de migratorias provenientes de Suramérica entre mayo y septiembre (Elizondo, 2000).</td></tr>
<tr><td>Tyrannidae</td><td>Pyrocephalus rubinus</td><td>Atrapamoscas pechirrojo</td><td>MA/Inr</td><td></td></tr>
</table>

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MIGRACIÓN	RUTA MIGRATORIA
		Rutas de migración: presenta migraciones desde el sur del continente, sin embargo, algunas guías describen a *P. r. rubinus* como subespecie migratoria pero únicamente en el sureste Colombiano (Ayerbe, 2019).			
		Tyrannus tyrannus	Sirirí migratorio	MB/Inr	
		Rutas de migración: Migra por México y Centroamérica			
		Rutas de migración: sus principales rutas de migración están a lo largo de los bosques en Norte y Centroamérica (Bent, 1942). Parece cruzar Centroamérica, aunque hay registros de aves que han cruzado directamente el golfo de México, y registros de algunos individuos errantes en el Caribe, la especie presenta una marcada fidelidad a los cuarteles de invierno, a los que regresa año tras año (BirdLife International, 2006).			
Tipo de migración: MA: Migración austral y **MB:** Migración boreal. Algunas especies tienen poblaciones residentes en Colombia, se denotan con **R. INR:** Invernante no reproductivo, **IRP**: Invernante con poblaciones reproductivas					

Fuente: Mapas: IUCN, 2021-3. Tipo de migración: Naranjo, Amaya, González, & Cifuentes, 2012 adaptado por Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2021

7.3.3.8.4.1.4 Categoría trófica

El gremio trófico de cada especie fue establecido basado en el recurso principal de su dieta ((Castaño Villa, 2001) y (Castaño & Patiño, 2000)), por ello es importante tener en cuenta que algunas especies hacen uso otros recursos lo cual depende de la disponibilidad de este. Para el grupo de avifauna se registraron cinco (5) categorías tróficas (Figura 245), lo que sugiere una amplia diversidad de recursos ofrecidos en el área que son aprovechados por las aves.

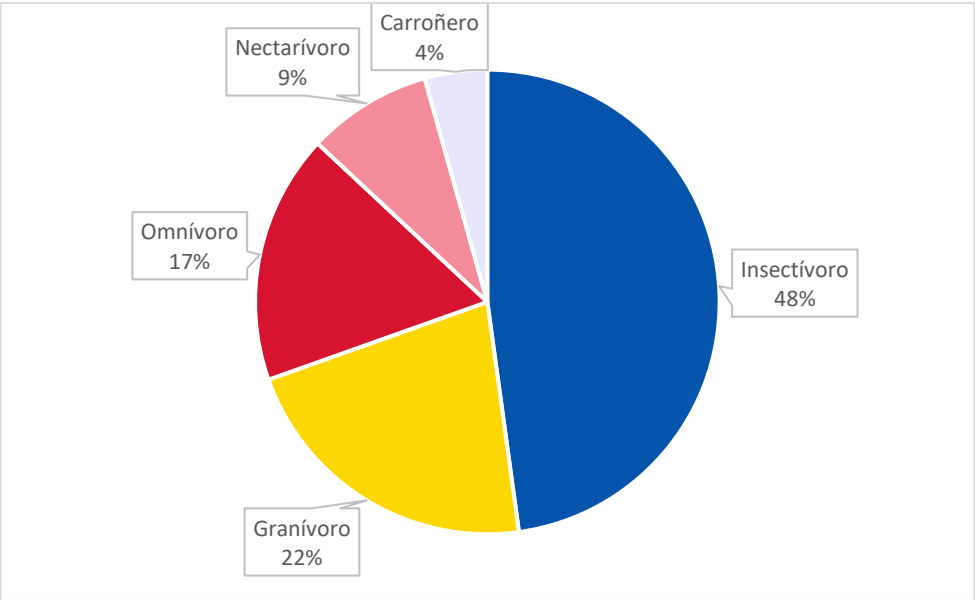


Figura 245 Categorías tróficas de las aves en el área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El gremio trófico con mayor representatividad en el área de estudio es el de las aves insectívoros con el 48% (11 especies) del total de las especies, las cuales pertenecen principalmente al orden Passeriformes; los insectívoros cumplen un rol en el ecosistema al ser controladores biológicos de especies de insectos con altas tasas reproductivas como dípteros, odonatos, himenópteros y coleópteros, de allí su importancia en el área (Fotografía 36). Esta riqueza de aves insectívoras en parte se debe a las condiciones del hábitat en el cual fueron registradas, pues esta presenta potreros de sabana en las cuales se encuentra una gran diversidad de insectos que sirven de alimento para este tipo de aves, otra ventaja de este grupo es que presenta diversas adaptaciones de acuerdo a su anatomía, permitiendo explotar los recursos del ecosistema de diferentes formas, puede ser en vuelo como es el caso de los mosqueritos (Tyrannidae) y golondrinas (Hirundinidae) o de forma directa sobre el suelo como las especies *Molothrus bonariensis, Vanellus chilensis* (ICESI, 2022).



Fotografía 35 Sirirí (*Tyrannus melancholicus*) - Especie Insectívora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El segundo gremio más representativo corresponde a los granívoros con cinco (5) especies (22%). Estas fueron principalmente observadas sobre los suelos con pastos, productores de grandes cantidades de pequeñas semillas que sirven de alimento para las aves granívoras. Estas aves ingieren semillas que son liberadas por medio de sus excretas, teniendo consecuencias potencialmente importantes para el éxito de dispersión de semillas y/o polinización de la flora cumpliendo un rol importante en la regeneración y sostenimiento de los ecosistemas (Herrera, 2002).



Fotografía 36 Canario sabanero (Sicalis luteola) - Especie granívora

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Una de las especies observadas pertenecientes a este gremio, es *Sicalis luteola* (Canario sabanero) quien se alimenta principalmente de semillas cuando el recurso está disponible. Esta especie puede alimentarse de igual manera de insectos y frutos, participando en procesos de dispersión de semillas y contribuyendo a la regeneración de hábitats.

Los gremio omnívoro representan el 17%, los cuales son de gran importancia en los ecosistemas debido a su capacidad de aprovechar una gran cantidad de recursos alimenticios (frutos, insectos, hojas, raíces,

carne) pueden hacer uso de una gran cantidad de hábitats; por su parte, los nectarívoros registraron dos (2) especies, estos contribuyen con la polinización lo que está relacionado con la regeneración natural de las coberturas vegetales, su estructura y diversificación (Bascompte & Jordano, 2008).



Fotografía 37 Especies omnívoras, Izquierda: *Turdus fuscater* – Derecha: *Quiscalus lugubris*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Con el 9% de los registros los nectarívoros contribuyen con la polinización lo que está relacionado con la regeneración natural de las coberturas vegetales, su estructura y diversificación (Bascompte & Jordano, 2008).



Fotografía 38 Especie nectarívora – colibrí corunscans

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El gremio menos representativo fue carroñero con un (1) representante de la familia Cathartidae (*Coragyps atratus*), los cuales contribuyen al reciclaje de nutrientes en distintos hábitats (Deng & Yimam, 2020).



Fotografía 39 Especie carroñera - *Coragyps atratus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.1.5 Organización social

Esta se estableció a partir de lo propuesto por (Castaño G., Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de la Guajira con fines de conservación., 2001) que la clasificó de la siguiente forma: Grupo monoespecífico (G), Pareja (P), Pareja-Grupo monoespecífico (P-G), Solitario (S), SolitarioBandada Mixta (S-B), Solitario-Grupo monoespecífico (S-G) y Solitario-Pareja (S-P). El Grupo monoespecífico corresponde a aves grupales que pertenecen a la misma especie y bandada mixta se refiere a aves grupales que pertenecen a diferentes especies. Esta variable se calificó por medio de la observación directa en el campo y se complementó con consultas bibliográficas (Castaño & Patiño, 2000) (Hilty & Brown, 2009).

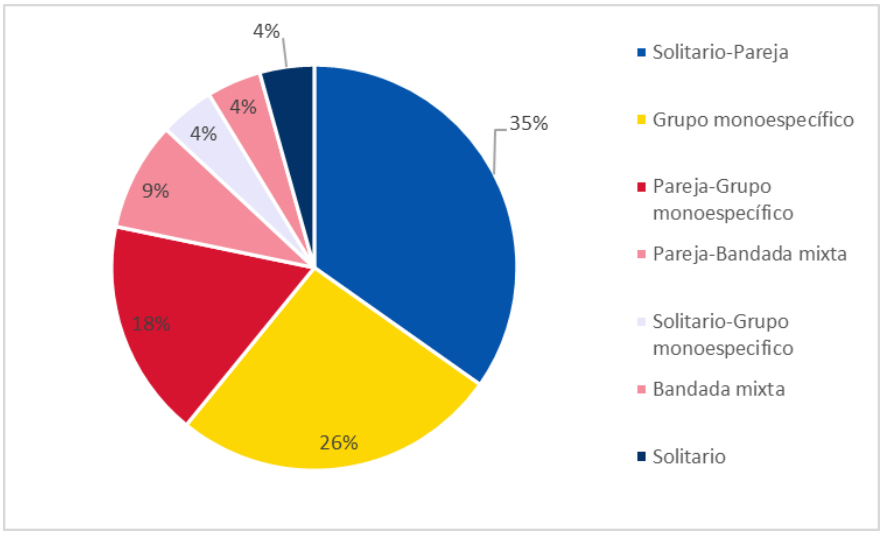


Figura 246 Organización social de la avifauna registrada

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Acorde con los resultados registrados, se evidenció que la mayoría de las especies son de hábitos solitarios o en pareja (35%) correspondientes a ocho (8) especies (Figura 246) entre estos se encuentran especies como *Tyrannus melancholicus, Zonotrichia capensis y Mimus gilvus*.



Fotografía 40 Pareja de *Mimus gilvus*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El siguiente grupo que registro mayor número de aves fueron las aves de hábitos en grupos monoespecíficos es decir aves que con muy baja frecuencia fueron observadas solitarias o en pareja (26%) con cinco (6) especies, algunas de estas son *Columba livia, Zenaida auriculata, Quiscalus lugubris*. Además del grupo de Pareja-Grupo monoespecífico (P-G) con un 18%.



Fotografía 41 Grupo monoespecífico de *Zenaida auriculata*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Finalmente, los demás grupos registran un menor número de especies de aves siendo los grupos, Solitario (S), Solitario Bandada Mixta (S-B), Solitario-Grupo monoespecífico (S-G) los que menor representación tienen con 1 especie cada uno que representan el 4% respectivamente.

7.3.3.8.4.1.6 Uso de hábitat

El hábitat con mayor representatividad son las rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas con 20 especies; esto demuestra la importancia de estas zonas para las aves, algunas de las aves registradas son de áreas abiertas las cuales habitan y se desplazan a lo largo de la ronda del rio, como *Sayornis nigricans* y *Vanellus chilensis.*



Fotografía 42 Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El siguiente hábitat con mayor número de especies fue parques urbanos, donde se registraron 16 especies de aves, esto puede deberse a que este hábitat en particular presenta cierta heterogeneidad en cuanto a sus coberturas vegetales, pues predominan los potreros con pastizal bajo y alto, que favorece la presencia de especies poco frecuentes como aves rapaces, y con preferencia por áreas abiertas, como *Turdus fuscater y Zenaida auriculata,* de igual forma la mayoría de los parque urbanos presentan arboles de diferentes especies, formas y tamaños que sirven de alimento, descanso y refugio para las aves.



Fotografía 43 Parque urbano

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022



Fotografía 44 *Zenaida auriculata* en parque urbano

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La cobertura de otras zonas verdes urbanas registró un total de 13 especies, en donde se registraron dos (2) especies de aves migratorias y especies generalistas forrajeando.

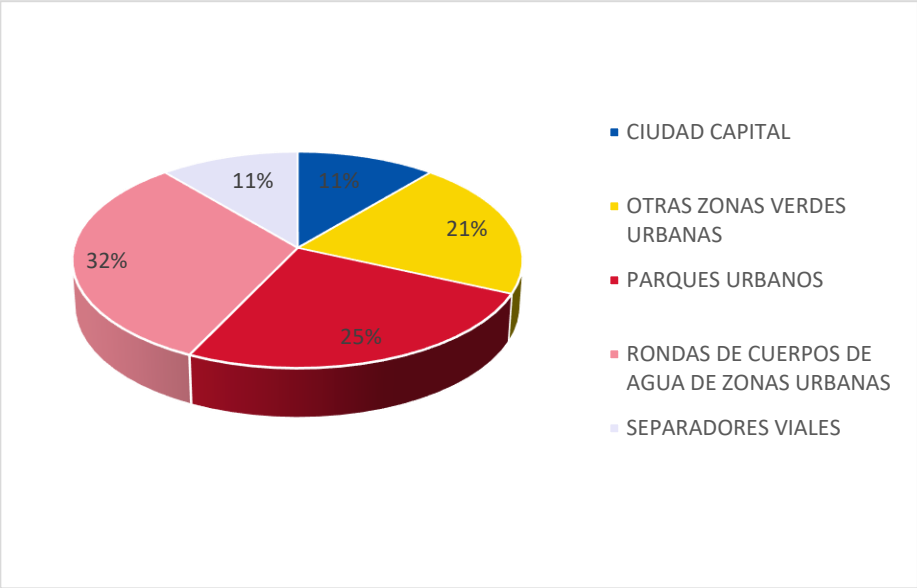


Figura 247 Porcentaje de aves en cada una de las coberturas

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Las coberturas de Ciudad capital y separadores viales registraron siete (7) especies cada una; en lo que respecta a ciudad capital una de las razones por la cual este hábitat puede albergar un considerable número de especies puede deberse a que tiene una importante arborización que le sirve a las aves para el descanso, refugio, anidación etc. Por otra parte, algunas aves con alto grado de adaptación a ambientes urbanos fueron registrados con frecuencia en este ambiente, *Columba livia*, *Zenaida auriculata* y *Turdus fuscater,* En el hábitat de separadores viales, todas las especies fueron especies comunes (*Columba livia*, *Zenaida auriculata* y *Turdus fuscater, Zonotrichia capensis*) las cuales fueron frecuentemente registradas y se observaron utilizando estas zonas para forrajeo, descanso y como sitios de anidamiento.

7.3.3.8.4.1.7 Endemismos y especies en algún grado de amenaza

Para el área de estudio no se registraron especies endémicas o casi endémicas.

Por otro lado, con respecto a las especies vulnerables no se registró ninguna especie en las categorías de amenaza a nivel nacional (Resol. 1912, 2017) y global, (UICN, 2021-2). En cuanto a especies CITES se registró una (1) especie incluida en el Apéndice II perteneciente a la familia Trochilidae, donde se incluyen especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se haga un control estrictamente sobre su comercio, también incluye las "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Tabla 226 – Especies de aves dentro del área de influencia incluidas en alguna categoría de amenaza.

Orden	Familia	Especie	CITES	UICN	Res 1912/2017	Libro Rojo de aves de Colombia
Apodiformes	Trochilidae	*Colibri coruscans*	II	LC	-	-
Categorías de amenaza según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2021-2) y Resolución 1912 de 2017-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; EN: En peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazado; LC: Preocupación Menor; DD: Datos Deficientes. CITES I: mayor grado de peligro; II: no están necesariamente en amenaza de extinción; III: especies comercio está reglamentado y que necesita la cooperación de los países para evitar la explotación insostenible o ilegal.						

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.1.8 Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Durante los recorridos de campo se registró la especie *Columba livia* (paloma de plaza), quien es reconocida en el ámbito global como invasora. El tipo de introducción de la paloma *C. livia* fue intencional y se considera de alto riesgo (valor de riesgo 3,7). Sus efectos abarcan desde el deterioro de edificios por excretas (impactos económicos) hasta la transmisión de enfermedades a seres humanos (impactos a la salud pública) y a especies de aves nativas (impactos ambientales) (Baptiste, *et al,* 2010).



Fotografía 45 Especie invasora Columba livia en Parque Tercer Milenio

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.1.9 Caracterización de nidos

En esta sección se presenta la caracterización de nidos en los polígonos de muestreo definidos para la ejecución de las obras, se aclara que esta es una caracterización de referencia la cual puede ser usada para conocer el potencial del área de brindar las condiciones adecuadas para el establecimiento de nidos y que especies de aves pueden estar aprovechando dichas condiciones; sin embargo, es de aclarar que los individuos forestales identificados con nidos hasta el momento no se les proyecta un tratamiento de tala que sea necesario para la ejecución de las obras; no obstante, el conocer la

ubicación de los nidos en el área definida aporta información valiosa para el manejo de eventualidades que puedan llegar a afectar a los individuos durante su proceso reproductivo.

Durante los recorridos de campo para el Área de Influencia se registraron un total de 26 nidos (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8.3 FAUNA), del total de nidos registrados 31% corresponden a nidos de la especie *Zenaida auriculata* (ocho nidos) siendo esta especie la más activa en cuanto a anidación en la zona evaluada; por otro lado, se identificaron cuatro (4) nidos de copetón (*Zonothrichia capensis*) y uno de Colibrí al cual no se pudo determinar la especie especifica (*Colibri sp*).

Finalmente, se evidenció un porcentaje de nidos registrados en los cuales no fue posible identificar la especie a la que pertenece (Fotografía 46). Lo anterior debido a que las condiciones de desgaste de la estructura del nido, sumado a la ausencia de individuos (parentales, huevos o polluelos) ya que en su mayoría se reportan como nidos inactivos al momento de realizar el censo, fueron factores limitantes para la identificación plena de los mismos. Así mismo es importante resaltar que este el censo de nidos debe ser actualizado durante la etapa pre-constructiva justo antes de iniciar las intervenciones en terreno.

La alta detección de nidos de torcaza coincide con la información publicada en Ebird (2021), que indica que tienen temporada reproductiva desde marzo hasta agosto. Adicionalmente Bucher (1982) reporta en que la especie tiende a sincronizar la ovoposición, de forma que generalmente toda una colonia, puede encontrarse anidando al mismo tiempo. Adicionalmente, dentro de los comportamientos frecuentes de la especie, se ha observado que anida en el suelo, sin embargo, en la caracterización, no se presentó evidencia de este comportamiento.



Fotografía 46 Nido de *Zenaida auriculata*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la Tabla 227 se observan las especies forestales en las que se reportaron nidos. De acuerdo con esta tabla se puede evidenciar que los nidos se registraron en siete (7) especies forestales, siendo *Ficus*

soatensis la especie con mayor representatividad de nidos con 13 nidos (50%). Así mismo, se evidenció que el 50% de los nidos registrados se encontraban activos en el momento del muestreo.



Fotografía 47 Nidos en falso pimiento *(Schinus molle)*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Tabla 227 – Especies forestal donde se identificaron nidos de aves

Especie forestal	Número de nidos	Porcentaje
Ficus soatensis	13	50%
Pittosporum undulatum	5	19%
Schinus molle	2	8%
Ficus benjamina	2	8%
Acacia decurrens	2	8%
Tecoma stans	1	4%
Cotoneaster panosa	1	4%
TOTAL	**26**	**100%**

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con la tabla anterior y en la siguiente figura se observa que *Ficus soatensis* fue la especie forestal con mayor registro con un total de 13 nidos, seguido de *Pittosporum undulatum* con cinco (5) nidos registrados en esta especie forestal. Las especies con menor número de nidos corresponden a *Tecoma stans y Cotoneaster panosa* con un (1) solo nido cada una.

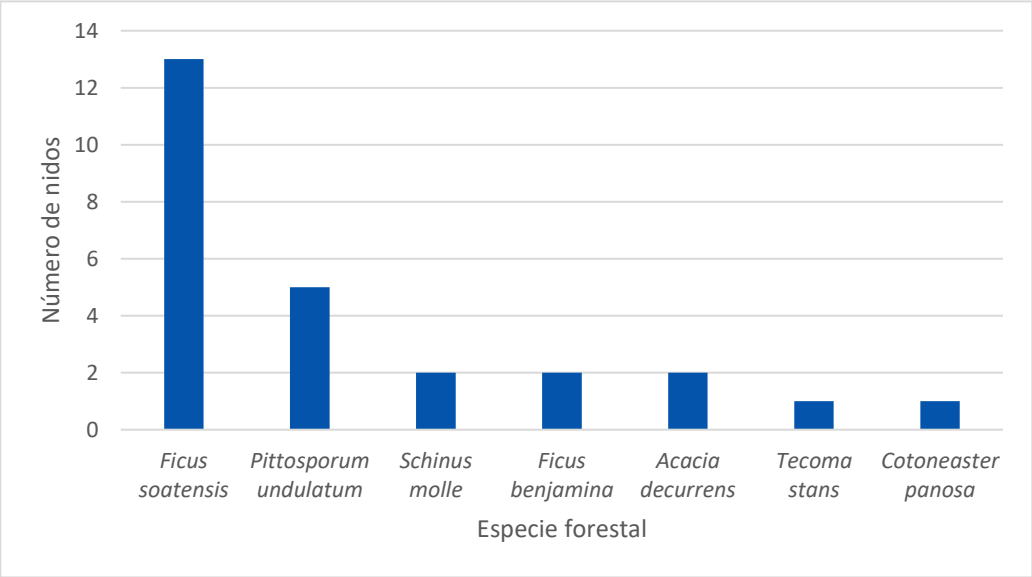


Figura 248 Especies forestales identificados con nidos de aves

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De los nidos registrados en el *F. soatensis* siete (7) pertenecen a Torcazas (*Zenaida auriculata)* (Fotografía 48), los seis (6) restantes no pudieron ser identificados. La gran cantidad de nidos en esta especie forestal puede deberse a la altura de este árbol, cantidad de ramificaciones y la densidad vegetal lo cual les provee un mejor refugio.



Fotografía 48 Nido de *Zenaida auriculata* en *F. soatensis*

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Es importante resaltar que en un arbusto de porte pequeño pegado a la reja dentro del colegio Luis Vargas Tejada sede B (WF3) se registró un nido de Colibrí (Fotografía 49), el cual, aunque no se encuentra incluido dentro del inventario forestal; se reporta en este estudio dada su cercanía con el

proyecto e importancia de la especie que lo ocupa, éste se encuentra en las coordenadas X: 94427,712 Y: 101333,604 origen Magna Sirgas Bogotá.



Fotografía 49 Nido de Colibrí

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

7.3.3.8.4.2 Herpetofauna

7.3.3.8.4.2.1 Estructura de la comunidad de herpetofauna identificada en campo

- ANFIBIOS: A pesar de realizar un esfuerzo de muestreo apto para este grupo Mediante el método de Encuentro Visual Azaroso (VES) y registros bioacústicos NO se registró ninguna especie de herpeto. A continuación, se relacionan los puntos de muestreos bioacústicos para el sector de la Avenida Primero de mayo con Avenida 68.

Tabla 228 – Especies forestal donde se identificaron nidos de anfibios

ID GPS	ESTE	NORTE
T3 Punto 1	94005,4846	101417,757
T3 Punto 5	94554,5161	101588,358
T3 Punto 4	94902,181	101710,719
T3 Punto 3	94882,9798	101905,859
T3 Punto 2	94776,3971	102238,731

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

La ausencia de registros de anfibios puede ser debido a la contaminación ya que la cuenca hidrográfica se encuentra en continuo desarrollo, con una urbanización del 90% de su superficie, incrementando de

esta manera la escorrentía de desechos y aguas negras contribuyendo a los problemas de sedimentación de los cuerpos de agua disponibles, disminuyendo el potencial para su restauración clasificándose en la categoría más baja en términos de mantenimiento de poblaciones de fauna (Barbosa, 2015).

- REPTILES: Para la comunidad de herpetos en el área de influencia se reporta una especie de reptil del orden Squamata; Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*), presente en los pastizales de parques cuando hay mayor radiación solar, registrada por entrevistas informales (Anexo L1T1-CON-AMB-PN-0016_A08 / 8_3 FAUNA).



Fotografía 50 Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)_Foto de referencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

A continuación, se realiza una descripción desde Orden hasta especie de la especie de herpetos reportadas para el área de estudio.

- **Orden Squamata:** Los reptiles escamosos (lagartijas, serpientes, lagartijas lombrices) son el grupo más diverso a nivel mundial, su morfología es bastante variada, como sus hábitos de vida encontrándose desde desiertos hasta mares costeros tropicales. En Colombia es uno de los órdenes más importantes dentro de los reptiles, registrando 432 especies representadas en el 94%. Su distribución de especies sobresale la región Andina con 25 especies, seguido por la región Caribe con 11 especies y la región Pacífica con 9 especies (Paez, Molina, Arredondo, & Restrepo , 2006).

  De este orden se separan tres grandes grupos; (1) los sauros se caracteriza por tener un cuerpo alargado, las lagartijas presentan 4 extremidades, aunque en algunas especies pueden estar reducidas o ausentes; la cola es generalmente larga y prensil en algunas especies; (2) las serpentes presenta cuerpo cilíndrico y alargado, carecen de extremidades, solo algunas especies tiene un

vestigio de extremidades posteriores junto a la cloaca; (3) Amphisbaenia tiene cuerpo cilíndrico alargado y delgado, no presenta extremidades, cabeza pequeña con ojos muy atrofiados y hábitos fasoriales (Castro-Herrera, 2008). En cuanto a su rol ecológico, este orden es importante ya que son depredadores de invertebrados y pequeños vertebrados regulando estas comunidades que son considerados plaga y/o transmisores de enfermedades para los humanos (Paez, Molina, Arredondo , & Restrepo, 2006).

- **Familia colubridae**: La familia Colubridae es bastante diversa pues a nivel mundial existen cerca de 287 géneros y 1800 especies, siendo la familia más representativa dentro de las serpientes con casi dos tercios de los ofidios del mundo. todos los miembros de la familia Colubridae tienen características en común como: una mandíbula inferior muy flexible carente de un hueso coronoides; no hay residuos de la estructura pélvica; no presenta dientes premaxilares; pulmón izquierdo vestigial o ausente; escamas ventrales agrandadas presentes y sin hueso prefrontal. Es pertinente destacar también que los colúbridos carecen de una cola comprimida en forma de remo y de colmillos acanalados, a excepción de las especies opistoglifas. La diversidad de géneros, el paralelismo en características adaptativas asociadas con diferentes papeles ecológicos específicos y la morfología simplificada de colúbridos, son situaciones que dificultan agrupar a los géneros en subdivisiones significativas (Murillo-Moreno & Trivas-Lara, 2006).

  SubFamilia Dipsadinae: Esta subfamilia es una de las que presenta mayor distribución en el mundo, encontrándose desde América hasta india, tiene 96 géneros representados en más de 700 especies. A pesar de representar el 22% de fauna a nivel mundial, esta familia no presenta ningún peligro para los humanos a excepción de algunas especies que no se encuentran en Colombia (Huertas & Rey, 2018).

  Estas serpientes son de tamaño pequeño, no supera los 500 mm de longitud. Su coloración en el dorso puede ser pardo o rojizo oscuro, con líneas oscuras rojizas longitudinalmente, el vientre es de color crema amarillento con orillas ligeramente pigmentadas. La cabeza es alargada y casi cónica, presenta una cola corta con respecto al largo de su cuerpo y ojos pequeños. Se diferencian por presentar un colmillo más grande que los otros dientes, acanalado y no retráctil en la parte superior de la maxila, otro carácter es la presencia del pulmón izquierdo, en cambio el pulmón traqueal puede estar presente no (Huertas & Rey, 2018).

  - *Atractus crassicaudatus*: La serpiente sabanera es endémica de Colombia, se distribuye en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, entre los 2000 a 3200 m.s.n.m. Es relativamente común encontrarse en la sabana de Bogotá y en áreas con intervención antrópica. Se encuentra clasificado por UICN (Unión internacional de conservación de la naturaleza) en Preocupación Menor (LC), debido a que su población se ha mantenido estable (CAR, 2018), sin embargo, Paternina y Capera sugieren catalogarla como Datos Insuficientes (DD) ya que no existe datos adecuados o mucha

información del efecto de las amenazas que tiene esta especie. Habita generalmente en ambientes húmedos en cercanías a cuerpos de agua (artificiales y naturales), pero también se pueden observar en pastizales, debajo de rocas, concreto, jardines, material vegetal acumulado y es común en obras civiles (Paternina & Capera, 2017).

Esta especie presenta un tamaño pequeño no superando los 440 mm de longitud, presenta una gran variabilidad en patrones de coloración, se caracteriza por tener 6 escamas supralabiales, 7 infralabiales de las cuales 3 tienen contacto con las mentonianas y es frecuente la presencia de la banda postrorbital de color crema. A. crassicaudatus es solitaria, con hábitos crepusculares o nocturnos, su dieta es carnívora, alimentándose de lombrices de tierra, artrópodos y otros invertebrados que se encuentre en su microhábitat. En cuanto a su reproducción es ovípara, las hembras depositan sus huevos debajo de piedras, troncos caídos y bajo tierra en los meses de octubre y enero, presentando una longitud entre 28 a 30 mm de longitud y de ancho de 11 a 16 16 mm (Paternina & Capera, 2017).

Algunos factores que desequilibran las poblaciones para esta especie son: (1) la destrucción de hábitat, principalmente en las ciudades o cerca de asentamiento humanos; (2) los potenciales cambios que presenta su nicho, debido al cambio climático que esta presentado el planeta; (3) la perspectiva negativa que tiene con los humanos, que termina en el sacrificio de los individuos (Paternina & Capera, 2017).

7.3.3.8.4.2.2 Categoría trófica

La serpiente sabanera es una especie carnívora alimentándose de lombrices de tierra, artrópodos y otros invertebrados que se encuentre en su microhábitat, la presencia de esta especie carnívora sugiere que juegan un papel fundamental en el control de otras especies de las cuales se alimentan.

7.3.3.8.4.2.3 Endemismos y especies en algún grado de amenaza

En el área de influencia está presente una especie endémica perteneciente al orden Squamata, que corresponde a la Serpiente sabanera *(Atractus crassicaudatus)* con una clasificación por la UICN como preocupación menor (LC) (Ver Tabla 229)

Tabla 229 – Especies de herpetos endémicos y con algún grado de amenaza para el área de influencia.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	UICN
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Atractus crassicaudatus*	Serpiente sabanera	Endémico (Bogotá)	LC

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Atractus crassicaudatus es una especie endémica de Colombia, presente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, en tierras altas entre 2000 y 3200 m s. n. m. (Lynch y Rengifo 2001). Es relativamente común en la Sabana de Bogotá y en áreas con intervención humana (sector urbano del distrito capital) (Dunn 1944b, Daniel 1949).

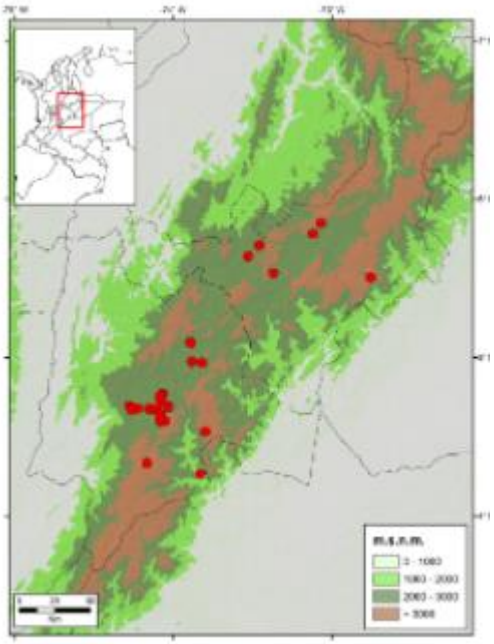


Figura 249 Distribución *Atractus crassicaudatus*

Fuente: Paternina-Cruz, Ricardo & Moreno, Victor. (2017). Atractus crassicaudatus - Serpiente Sabanera Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia Vol. 3 Num. 2 ACH. Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. 3. 7-13.

7.3.3.8.4.2.4 Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Las especies registradas en el área de influencia NO se reportan como invasoras y/o introducidas.

7.3.3.8.4.3 Mastofauna

7.3.3.8.4.3.1 Estructura de la comunidad identificada en campo

A partir de las grabaciones acústicas realizadas se lograron detectar una (1) especie de murciélago insectívoro: *Myotis nigricans* de la familia Vespertilionidae. Esta riqueza de especies representa el 5% de la quiropterofauna reportada para la ciudad Bogotá D.C (Acosta-Cala, 2019; SIB Colombia, 2021; Muñoz-Saba, y otros, 2021).



Fotografía 51 Murciélago (*Myotis nigrican)s*

Fuente: Fotografía de Jose G. Martinez-Fonseca (https://colombia.inaturalist.org/taxa/40286-Myotis-nigricans)

Adicionalmente, por medio de entrevistas informales se registraron dos (2) especies de roedores invasores, el detalle de este reporte se encuentra en el ítem *Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas*. Es pertinente aclarar que estas especies no se incluyen en los análisis de la mastofauna registrada debido a que no se consideran como parte de la comunidad natural de mamíferos.

Tabla 230 – Estructura de la comunidad de mamíferos dentro del área de influencia.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Gremio Trofico	Distribución Altitudinal
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis nigricans*	Myotis negro	Insectívoro	0-2800

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Los vespertiliónidos son murciélagos de talla pequeña a mediana (longitud cabeza-cuerpo = 32–105 mm, longitud de la cola = 25–75 mm, longitud del antebrazo= 22–75 mm; peso = 4–50 g) con una cola delgada y alargada que está totalmente embebida dentro de la membrana caudal o uropatagio llegando hasta el borde libre de esta, es más larga que las patas traseras; su rostro es relativamente corto cónico y carece de repliegues o apéndices cutáneos, excepto en los géneros del viejo mundo que exhiben un tubérculo dérmico sobre el hocico, algunas géneros exhiben glándulas perinasales inusualmente desarrolladas, lo que le confiere al hocico la apariencia de estar inflamado lateralmente; los ojos son relativamente pequeños, las orejas son variables generalmente pequeñas Algunas de las novedades anatómicas exclusivas de los vespertiliónidos (ie. sinapomorfías) son: el tubérculo mayor de la epífisis proximal del húmero (ie. troquíter) notablemente más grande que el tubérculo menor (troquín) y se proyecta más allá de la cabeza del húmero para articularse a la capsula articular de la escápula; segundo dígito de las extremidades superiores tiene un metacarpo desarrollado, articulado a una

pequeña falange osificada; a diferencia del tercer dígito que está asociado a tres falanges (solo el tercero osificado); la séptima vértebra cervical es libre; las vértebras lumbares son libres; el cráneo carece de procesos postorbitales; las premaxilas están separadas y el paladar es emarginado anteriormente (Gardner, 2008*).*

Myotis nigricans es una especie de tamaño medio dentro del género (largo de antebrazo = 36.1–38.4 mm; peso = 4.5–6.3 g), de pelaje sedoso, moderadamente largo (6-7 mm en el dorso; 5-6 mm en el vientre), el pelaje dorsal es bicolor con bases negras y las puntas marrones ; el pelaje ventral parece amarillento, con pelos individuales negros en la base con puntas de ocre; el plagiopatagio se articula ampliamente a las patas al nivel de la base de los dedos; el cráneo tiene un tamaño moderado (largo máximo del cráneos = 14.1–14.7 mm), el tercer premolar superior está alineado con los molares y es visible en la vista labial; carece de cresta sagital; las crestas lamboidales generalmente faltan, pero cuando están presentes siempre son bajas; y los parietales están inclinados hacia delante en vista lateral. La caja craneana es alargada y el occipital se proyecta considerablemente detrás de los cóndilos occipitales (Moratelli *et al*., 2013) (Romero, 2022).

Mediante los registros acústicos fue posible detectar una fase de búsqueda de *Myotis nigricans*. Los murciélagos insectívoros *Myotis nigricans* tienen la particularidad de modificar características de sus señales de ecolocalización de acuerdo al espacio sobre el cual estén forrajeando. En espacios de borde, *Myotis nigricans* emite señales de búsqueda de banda ancha y corta duración, mientras que en espacios abiertos emite señales más largas y moduladas (Siemers, Kalko, & Schnitzler, 2001).

La movilidad es un rasgo clave que afecta la susceptibilidad al cambio de hábitat en muchas especies, incluidos los murciélagos (Bader, y otros, 2015). Los murciélagos insectívoros aéreos se caracterizan por tener una alta movilidad debido a la morfología de sus alas, estrechas y de superficie pequeña que les permiten viajar largas distancias desde sus refugios a sitios de forrajeo, que ocasionalmente pueden ser hábitats antropogénicamente alterados (Bader, y otros, 2015), sin embargo, su nivel de tolerancia a los disturbios es especie-especifico (Jung & Kalko, 2010; Jung & Kalko, 2011).

7.3.3.8.4.3.2 Especies migratorias

Dentro de los registros de mastofauna para el área de estudio, no se reportaron especies migratorias.

7.3.3.8.4.3.3 Categoría trófica

La especie de murciélago registrada corresponde al gremio insectívoro, estas especies insectívoras cumplen un rol en el ecosistema al ser controladores biológicos de especies con altas tasas reproductivas como el grupo de los artrópodos, de allí su importancia en el área.

La insectivoría es el modo de alimentación más común entre los murciélagos y la más ancestral o primitiva dentro del orden Chiroptera, No todos los insectívoros capturan el mismo tipo de insectos. Existen especies que se han especializado en la captura de insectos de cuerpo blando, como son las polillas o mariposas nocturnas (Mancina, 2011). En el caso de *Myotis nigricans* se tienen registros de

que se alimenta principalmente de insectos voladores, principalmente lepidópteros, aunque también puede consumir materia vegetal.

7.3.3.8.4.3.4 Endemismos y especies en algún grado de amenaza

No se registraron especies incluidas en CITES 2021, UICN 2021, ni en la Resolución 1912 de 2017.

7.3.3.8.4.3.5 Reporte de especies invasoras y/o introducidas encontradas

Durante el muestreo realizado mediante entrevistas informales se registraron dos (2) especies de mamíferos introducidos: *Mus musculus* y *Rattus norvegicus.*

Estas especies de ratones son consideradas especies introducidas provenientes de Asia que, al ser generalistas han logrado adaptarse rápida y fácilmente a una amplia gama de entornos y recursos permitiéndoles colonizar hábitats en todo el mundo (Feng & Himsworth, 2014). Las ratas seleccionan ciertos hábitats dentro de una ciudad dependiendo de la disponibilidad de refugio, alimento y agua. Particularmente, la abundancia de estas especies en la zona podría estar relacionada con la disponibilidad de alimento, es decir, los desechos que son arrojados por los habitantes de la zona, y la disponibilidad de refugio que les brinda este potrero.

El entorno urbano promueve la cercanía entre las ratas y personas, aumentando el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas (Himsworth, Parsons, Jardine, & Patrick, 2013). Las ratas *Rattus norvegicus y Rattus rattus* son fuente de varios patógenos responsables de una importante morbilidad y mortalidad humana en ciudades de todo el mundo, entre ellos las bacterias *Leptospira sp*. y Yersinia pestis (causante de septicemia), hantavirus y nematodos parásitos (Duque, y otros, 2012; Guzmán, y otros, 2013; Himsworth, Parsons, Jardine, & Patrick, 2013).

7.3.3.8.4.4 Afinidad de las especies registradas con los hábitats encontrados dentro del área de estudio

A partir de la información obtenida en campo de los registros por cobertura de cada especie dentro de cada uno de los taxones, se puede conocer sobre la afinidad o preferencias de hábitat de cada taxón en particular y de la fauna en general. En la siguiente figura se observa la riqueza de especies de mamíferos y aves por cobertura.

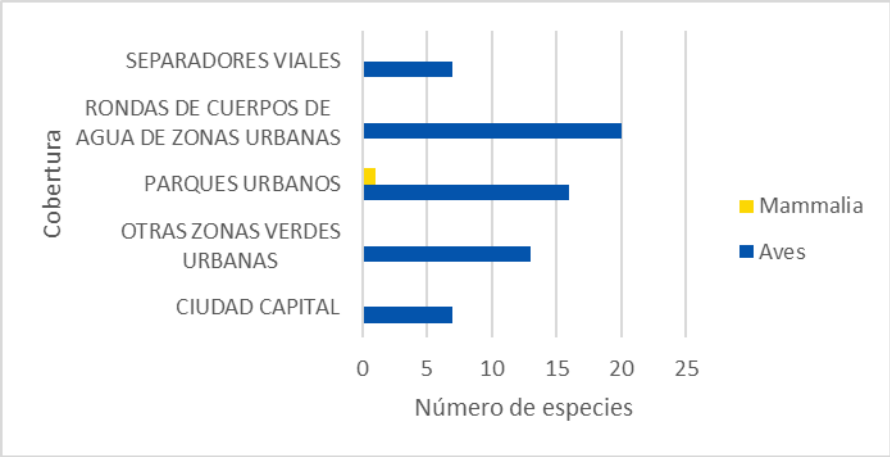


Figura 250 Cantidad de especies por grupo taxonómico en cada cobertura

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

En la figura anterior se puede observar que las aves son el único grupo que se registró en todos los hábitats, debido principalmente a su forma de locomoción que les permite moverse entre los hábitats, siendo que de igual forma son el grupo más diverso dentro del área de influencia y con mayor representación en la cobertura de rondas de cuerpos de agua. El grupo de mamíferos se registró solamente en la cobertura de parques urbanos

Adicional a la gráfica anterior, se realizó el cálculo de los índices de diversidad y dominancia de Simpson y el índice de Shannon utilizando el programa estadístico PAST, esto con el fin de calcular la riqueza específica de cada cobertura teniendo como base una matriz de abundancias para cada especie registrada en un hábitat específico, este análisis arrojó los siguientes resultados:

Tabla 231 – Riqueza de especies registradas en los hábitats dentro del área de influencia biótica

Hábitats	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Individuos
Ciudad Capital	0,3412	0,6588	1,415	80
Otras zonas verdes urbanas	0,2189	0,7811	1,819	231
Parques Urbanos	0,2816	0,7184	1,732	332
Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas	0,241	0,759	2,111	256
Separadores Viales	0,4482	0,5518	1,111	137

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con la tabla anterior, se puede inferir que de acuerdo con el índice el Simpson la cobertura de Otras zonas verdes urbanas es la que tiene los registros de riqueza más alto, mientras que la cobertura de separadores viales tiene el índice calculado más bajo.

Es de aclarar que a pesar de que estos índices han sido calculados para dilucidar la riqueza específica de cada zona estos no son necesariamente comparables entre cada cobertura ya que el resultado depende del máximo calculado por los índices para cada cobertura en particular.

De acuerdo con la anterior figura se puede analizar por hábitat lo siguiente:

- Parques urbanos

Para esta cobertura se registraron 16 especies de aves y una (1) de mamíferos, se obtuvo un índice de Simpson de 0,7184 debido a que en este hábitat se presentó una alta dominancia (0,2816) de la especie *Columba livia* con 157 individuos.

- Separadores viales

Este hábitat corresponde al de más baja diversidad en relación con las demás en el área de estudio (0,5518), lo anterior en razón a la alta dominancia presentada en esta cobertura (0,4482) de las especies *Columba livia, Zenaida auriculata* que presentaron 85 y 33 individuos respectivamente.

- Rondas de cuerpo de agua de zonas urbanas

Esta cobertura corresponde a la cobertura con mayor número de especies registradas con 20 especies de Aves. Su capacidad para albergar especies puede estar relacionado con el hecho que ofrece una variedad de recursos, principalmente poruqe en las zonas cercanas al cuerpo de agua se cuenta con una línea de árboles que proporcionan sitios de interés en especial para las aves.

Sin embargo, es importante aclarar que a pesar de que se llevaron a cabo jornadas de avistamiento en el río, no se evidenció a alguna especie de fauna haciendo uso directo de este durante los muestreos, todas las especies registradas limitan sus movimientos a la zona de ronda, este patron puede deberse al grado de contaminación del cuerpo de agua que disminuye las posibilidades de que la fauna silvestre haga uso del mismo.

- Ciudad capital

En esta cobertura se registraron siete (7) especies de aves, en cuanto a los índices calculados presenta una diversidad media con 0,6588 según el índice de Simpson.

- Otras zonas verdes urbanas

En esta cobertura se registraron especies correspondientes al grupo de aves con 13 especies, es la cobertura que mayor diversidad presentó de acuerdo con el índice de Simpson (0,7811), es una cobertura que provee de recursos para alimentación, refugio y nidación para especies con diferentes requerimientos.

7.3.3.8.4.4.1 Recambio de especies

Finalmente, se realizó el análisis de Bray – Curtis para mirar el grado de similitud- disimilitud entre cada una de las coberturas arrojando como resultado lo siguiente.

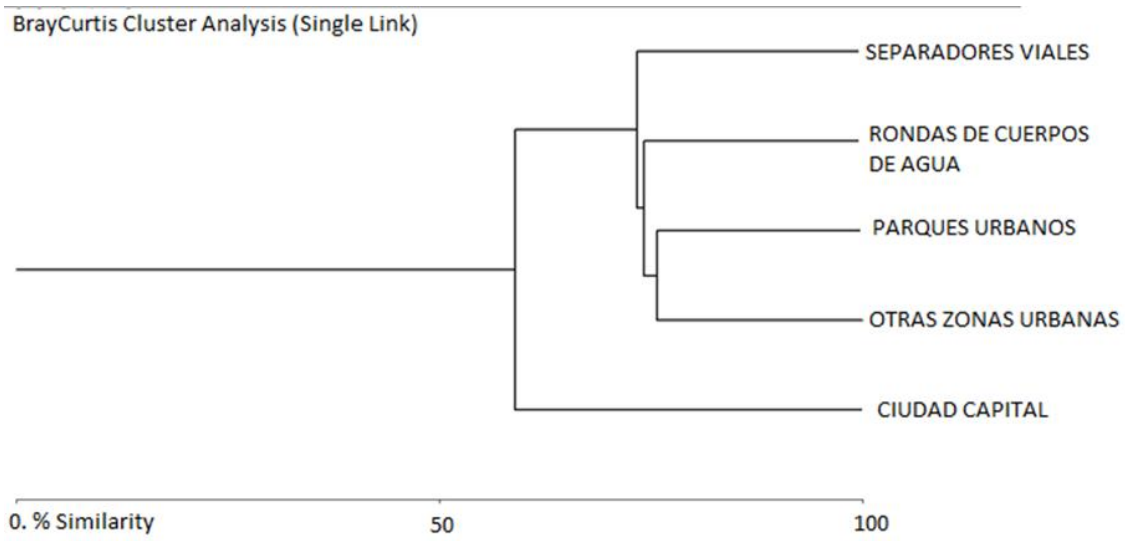


Figura 251 Análisis de Bray-Curtis

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

El diagrama anterior muestra el agrupamiento de similitud de Bray-Curtis el cual se refiere a la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios; en donde se observa que a nivel de corte del 60% el único hábitat que se separa de las demás corresponde a ciudad capital lo cual se puede asociar a una oferta limitada de alimento, pocos lugares para anidar y/o generar refugios, entonces se presentan especies más generalistas y adaptadas a este tipo de condiciones.

Con respecto a las coberturas que son más similares entre sí, se observa una (1) pareja de coberturas: otras zonas verdes urbanas y parques urbanos, son las coberturas que mayor número de especies comparten, esto puede deberse a la similitud de recursos disponibles en estas coberturas y a la cercanía y continuidad dada entre estos terrenos; de igual forma, las especies corresponden a especies adaptadas a sobrevivir en este tipo de ambientes.

7.3.3.8.4.5 Corredores de desplazamiento de fauna identificados

La Estructura Ecológica Principal – EEP está definida por el POT vigente como una de las tres estructuras superpuestas e interdependientes en torno a los cuales se define la estrategia de ordenamiento para el D.C. en desarrollo del primer principio básico de la misma: la protección y tutela del ambiente y los recursos naturales y su valoración como sustrato básico del ordenamiento territorial. De conformidad con el Decreto 555 de 2021, la EEP tiene cuatro componentes a saber: el sistema de áreas protegidas del Distrito Capital, los parques urbanos, los corredores ecológicos y el área de manejo especial del Río Bogotá.

Los corredores ecológicos son franjas más o menos anchas de territorio que facilitan la dispersión de los seres vivos a través de hábitats (u otros elementos o procesos de interés) al conectar dos o más lugares, en los cuales encuentran condiciones adecuadas para su desarrollo.

Es así como, los parques urbanos metropolitanos y zonales son definidos por el POT vigente como elementos de la EEP, en virtud de su potencial como elementos que complementan en área y conectividad ecológica a la red de espacios conformada por las áreas protegidas, es por eso que parques como San Eusebio hacen parte de los corredores biológicos que se conforman dentro del área de influencia que adicional a ser área de paso también corresponden a zonas de importancia para alimentación, forrajeo, refugio y nidación de las aves.



Fotografía 52 Parques urbanos zonales del área de influencia

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Por otro lado, dado que el proyecto se encuentra inmerso dentro de una matriz de tejido urbano, las zonas verdes lineales de la malla vial arterial se identifican como corredores ecológicos para las aves; así como los corredores de ronda que para el caso del área de influencia corresponde al Rio Fucha, estos incrementan la conexión ecológica entre los demás elementos de la Estructura Ecológica Principal.



Fotografía 53 Ronda Río Fucha

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

De acuerdo con lo mencionado en el presente apartado, a continuación, se presenta un mapa en donde se ilustran los elementos propios de la Estructura Ecológica Principal que sirven de conexión ecológica y conforman los corredores de desplazamiento de fauna en el área de influencia.

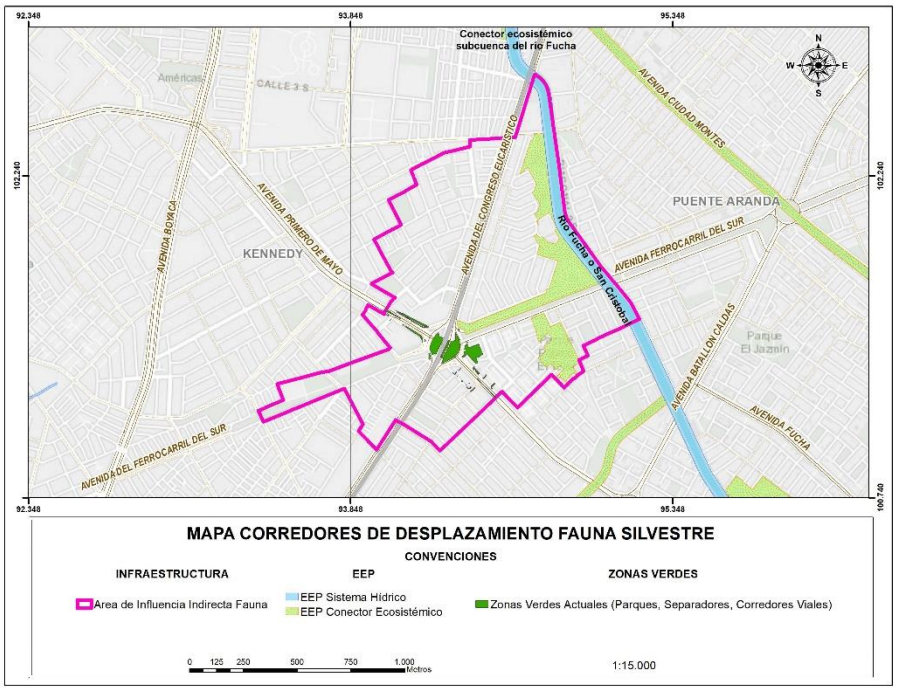


Figura 252 Mapa corredores de desplazamiento fauna silvestre

Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022

Los corredores en el área de influencia indirecta se encuentran restringidos a las coberturas de parque urbanos, otras zonas verdes urbanas y las rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas, áreas que se concentran en el parque Milenta Tejar y la ronda del rio Fucha que forma el corredor ecológico de la zona, en el caso de las zonas verdes urbanas estas están ubicadas en la glorieta y separadores viales por lo cual ya se encuentran inmersas en una matriz con obstáculos (Vías) que impiden la libre movilidad de la fauna en ese sector en específico.

7.3.3.8.4.5.1 Aves

Las aves utilizan el vuelo para desplazarse por el paisaje, sin embargo, su capacidad para cruzar fragmentos de hábitat se ve limitada por aspectos físicos y comportamentales (Franklin, Reside, & Garnett, 214). Dentro de las barreras comportamentales y físicas para el movimiento se menciona:

- Las especies pequeñas tienen menos capacidad de cruzar fragmentos de hábitat que las especies grandes (Lees & Peres, 2009).
- Las especies generalistas de hábitat están más dispuestas a cruzar hábitats discontinuos (Lees & Peres, 2009); mientras las especies especialistas de hábitat como la monjita bogotana (C. icterocephalus bogotensis), son menos propensas a cruzar fragmentos de hábitat (Harris & Reed, 2002).
- Las especies residentes son menos propensas a cruzar los fragmentos de hábitat que las migratorias (Harris & Reed, 2002).

7.3.3.8.4.5.2 Reptiles

Las especies de herpetos debido a su limitada movilidad necesitan una mayor área de territorio o un solo tipo de hábitat en específico, esto conlleva a que los desplazamientos hacia otras coberturas no sean frecuentes por parte de aquellas especies que se encuentran aisladas en las zonas verdes descontinuas ya que no están cercanas entre estas (Cruz, Sanchez, & Merchán , 2013). La mayoría de las especies de reptiles tienen una limitada capacidad de dispersión (Vitt & Caldwell, 2013) cuando se compara con las aves y mamíferos, y dependen de las características específicas del hábitat para evitar la predación (Hansen, Sato, Michael, Lindenmayer, & Driscoll, 2018). El reptil registrado para el área de influencia presenta hábitos principalmente fosoriales.

7.3.3.8.4.5.3 Mamíferos

Los murciélagos son uno de los grupos taxonómicos más diversos con un papel ecológico muy importante al proporcionar servicios ecosistémicos como controladores de insectos plaga, dispersores de semillas y polinizadores (Kunz, Braun de Torrez, Bauer, Lobova, & Fleming, 2011). A pesar de la transformación de hábitats naturales a zonas urbanizadas, algunas especies de murciélagos insectívoros aéreos aún persisten en estos ambientes (Jung & Kalko, 2010; Jung & Threlfall, 2015). Dicha persistencia en ambientes urbanos puede relacionarse con oportunismo y plasticidad ecológica y

comportamental, por lo que parece que el grado de sensibilidad de los murciélagos a las perturbaciones parece ser especie-específico (Threlfall, Law, Penman, & Banks, 2011; Jung & Threlfall, 2015). El potencial de los murciélagos insectívoros para adaptarse a entornos urbanos puede asociarse a dos factores principales: hábitats naturales o seminaturales dentro de las zonas urbanas y la movilidad de las especies (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Bader, y otros, 2015).

Varios estudios han indicado que la protección y el establecimiento de redes de árboles mejoran la resiliencia de algunas especies de murciélagos a entornos urbanos (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Kalko, 2011). En términos generales, se ha evidenciado que los parques urbanos y los ríos que atraviesan ciudades albergan más especies de murciélagos, por lo que su protección y manejo correcto son importantes para mejorar la resiliencia de algunas poblaciones de murciélagos a la urbanización (Ávila-Flores & Fenton, 2005; Jung & Threlfall, 2015; Russo & Ancillotto, 2015). Por ejemplo, murciélagos de la familia Vespertilionidae se han registrado en áreas de las ciudades donde la vegetación es abundante evitando las áreas abiertas (Ávila-Flores & Fenton, 2005).

En cuanto a la movilidad, especies de murciélagos móviles son más comunes en los hábitats alterados antropogénicamente, y las especies menos móviles son más comunes en los hábitats naturales (Bader, y otros, 2015).

Los corredores de desplazamiento tienen como función principal ayudar al movimiento de la biota entre los fragmentos de hábitat y ayudan a la interacción y movimiento, reproducción y forrajeo de las especies (Crooks & Sanjayan, 2006). Para la ciudad de Bogotá D.C se ha definido a la Estructura Ecológica Principal (EEP) como “la red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital”, y hacen parte de esta EPP las áreas protegidas, parques urbanos, corredores ecológicos y áreas de manejo especial del río Bogotá (Andrade, Mesa, Ramírez, & Remolina, 2008). A partir de este concepto fueron escogidos los sitios de grabación acústica, obteniendo que el 87,5% de las detecciones logradas fueron en sitios que hacen parte de la EEP.

7.3.3.8.4.6 Fichas ecológicas de las especies de importancia encontradas

A continuación, se presentan las fichas ecológicas de las especies de importancia identificadas en el corredor (Endémicas, casi endémicas, reportadas en CITES, IUCN o Resolución 1912/2017), y teniendo en cuenta que para mamíferos no se registró ninguna especie con distribución restringida (endémica o casi endémica), ni reportada en CITES, IUCN o resolución 1912 de 2017. Se tuvo en cuenta la información referente a migración de especies, por tanto, la ficha ecológica fue elaborada para la especie de murciélago migratorio *Aeroestes cinereus.*

7.3.3.8.4.6.1 Aves

En la tabla a continuación, se presenta la ficha ecológica de las especies de aves con importancia reportadas.

Tabla 232 – Ficha ecológica Aves

Chillón común (*Colibri coruscans*)	
TAXONOMÍA	
Orden: Apodiformes **Familia:** Trochilidae **Género:** *Colibri* **Especie:** *C. coruscans*	Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022
ESTADO DE CONSERVACIÓN	
IUCN: LC **CITES:** II **Categoría nacional:** No registra	
CARACTERÍSTICAS	
Tamaño 11,2 cm. Pico largo (1.3 o 33 mm), recto y delgado. El macho se ve negro en el campo. Frontal principalmente negro a negro grisáceo verde brillante, coberteras de la cola superior brillando; panza rosa brillante, cola ligeramente bifurcada de color negro bronceado. Hembra de color negro verdoso en la parte superior con brillantes coberteras de cola superior color aguamarina; mayormente canela debajo, lados manchados de verde, panza rosa brillante.	
DISTRIBUCIÓN	**HÁBITAT Y ECOLOGÍA:**
Distribución Mundial: Andes de Venezuela (suroccidente de Táchira y Noreste de Colombia). Distribución Nacional: 1900-3300m (mayormente 2400-2900). Perijá Mts. y ambas laderas de los andes orientales desde el Norte de Santander hacia el sur hasta Cundinamarca (área de Bogotá	Localmente bastante común en bosques húmedos en bordes y en laderas arbustivas o alrededor de setos y jardines de flores cerca de casas campestres.
PRINCIPALES AMENAZAS	
Destrucción de su hábitat.	

7.3.3.8.4.6.2 Herpetos

A continuación, la ficha ecológica de herpetos

Tabla 233 Ficha ecológica Herpetos

<table>
<tr><th colspan="2">Serpiente sabanera (Atractus crassicaudatus)</th></tr>
<tr><td>TAXONOMIA</td><td rowspan="4"> 
Fuente: Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, 2022
REPORTADO POR ENTREVISTA</td></tr>
<tr><td>Orden: Squamata
Familia: Colubridae
Género: Atractus
Especie: A. crassicaudatus</td></tr>
<tr><td>ESTADO DE CONSERVACION</td></tr>
<tr><td>IUCN: LC
CITES: No registra
Categoría nacional: No registra</td></tr>
<tr><td colspan="2">CARACTERISTICAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">Los adultos alcanzan una longitud entre 400 y 440 mm. Presenta dimorfismo sexual, las hembras exhiben una longitud mayor que los machos y estos presentan la longitud de la cola y el número de escamas subcaudales superior a las hembras. El cuerpo es cilíndrico y la cabeza es pequeña y escasamente distinguible del cuello; el ojo es pequeño con la pupila redonda o verticalmente subelíptica. Esta especie se caracteriza por tener seis escamas supralabiales, siete infralabiales, de las cuales tres entran en contacto con las mentonianas, y generalmente cuatro líneas de escamas gulares. Los hemipenes presentan un surco espermático bifurcado de manera distal, ligeramente bilobulado, semicapitado y semicaliculado, y sin proyecciones lobulares laterales. Presenta una enorme variabilidad en patrones de coloración, con algunos patrones más abundantes, de dorso negro con algunas líneas generalmente transversales distribuidas irregularmente de color amarillo claro, con el vientre en una mezcla equilibrada de amarillo y negro. Algunos individuos presentan el mismo patrón remplazando la parte más clara (amarilla) por rojos, ocres, grises o naranjas o pueden presentar la totalidad del cuerpo en los colores mencionados anteriormente, sin el patrón de diferenciación dorso–ventral, llegando a ser monocromáticos con el pigmento negro muy difuso o totalmente ausente, sin embargo la región vertebral se mantiene siempre más oscura</td></tr>
<tr><td>DISTRIBUCIÓN</td><td>HÁBITAT Y ECOLOGÍA</td></tr>
<tr><td>DISTRIBUCION NACIONAL: Especie endémica de Colombia, presente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santander y Meta, en tierras altas entre 2000 y 3200 m s. n. m</td><td>Suele habitar lugares con cuerpos de agua, como los humedales, laderas de los ríos y potreros con alta humedad. Esta serpiente es de clima frío, se ve normalmente en las épocas lluviosas reptando por el suelo o trepando por los árboles</td></tr>
</table>

Serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*)
PRINCIPALES AMENAZAS
Destrucción de su hábitat natural.

CONCLUSIONES

Descripción del proyecto

Las obras de construcción y demolición tendrán lugar en la intersección de la Av. 1 de Mayo con Av. 68 en el límite entre las localidades de Kennedy y Puente Aranda.

La construcción será ejecutada durante 36 meses, iniciando con las actividades previas el 24 de septiembre de 2022, el 15 de noviembre del 2022 iniciarán las actividades de construcción del puente norte, finalizando su construcción el 18 de enero de 2024. Al culminar la construcción del puente norte se continuará con la demolición del puente existente durante 4 meses. Finalmente, se construirá el puente sur a partir del 15 de junio de 2024 y se finalizará el 13 de octubre de 2025.

Las actividades previstas para la construcción de los puentes son: Instalación y operación de campamentos y áreas de almacenamiento de materiales, equipos y acopio, Implementación del PMT (Plan de Manejo de Tránsito), Localización y replanteo topográfico, cerramiento de obras, señalización de áreas, Transporte y manejo de materiales, estructuras, residuos y excedentes de excavación, Demolición de Andén y/o Pavimento y desmonte de mobiliario urbano, Remoción de cobertura vegetal y manejo silvicultural, Excavación Manual y/o Mecánica, Nivelación y compactación, Construcción de pilotes, Construcción de dados de cimentación, Construcción de pilas, Construcción de dovelas iniciales, vigas capitel y estribos, Construcción de dovelas, Construcción de dovelas de cierre y viga cajón cimbrada, Construcción de muros de contención, Construcción de losas de aproximación, Instalación capa de rodadura, Ejecución de obras civiles menores, Conformación de base y subbase, terminado de andenes y pavimentos, Adecuación del espacio público, mobiliario urbano e implementación del diseño paisajístico, y Retiro de señalización, desmantelamiento y limpieza.

Las actividades previstas para la demolición del puente existente son: Montaje de andamios, cimbra y corte mecánico, Izaje, demolición y retiro de elementos estructurales y demolición de la base.

Medio Abiótico

De la caracterización del medio abiótico, se pueden concluir los siguientes aspectos:

La geología del área de influencia del proyecto directa e indirecta está constituida en su mayoría por materiales de edades recientes (Cuaternarios) compuestos por sedimentos medianamente consolidados de origen fluvial, lacustre y coluvial. En esta no se encontraron evidencias de actividad neotectónica que afecte los materiales sobre los cuales estará construido el proyecto; por lo tanto, no se presentan afectaciones o limitaciones para su correcta ejecución.

En el área de influencia directa, se encuentran los sedimentos que conforman las unidades denominadas la Formación Sabana (Qsa2), al igual que los depósitos de la Formación Chía (Qch1) y depósitos de origen antrópico de menor tamaño y relevancia.

Una vez caracterizados los materiales y litologías sobre las cuales se realizarán las intervenciones y, considerando cada una de las actividades que están consideradas dentro del desarrollo del proyecto, se concluye que el componente de Geología no tendrá afectaciones significativas derivadas de las acciones antrópicas que se adelantarán para la construcción del viaducto de la Av. 68 en el marco de la PLMB; esto debido principalmente a que no existen intervenciones en este caso puedan llegar a modificar las condiciones geológicas del sector.

Geomorfológicamente, el proyecto se encuentra construido sobre geoformas de origen fluvial principalmente que se caracterizan por presentar morfometrías ligeramente planas, las cuales se encuentran asociadas bajas incidencias en temas de amenaza por movimientos en masa. Así mismo, se puede evidenciar que no existen procesos morfodinámicos activos dentro del área de influencia directa por lo que no se tendrían que implementar obras o estrategias de mitigación para la ejecución del proyecto. Dicho lo anterior, se concluye que no existe una vulnerabilidad o riesgo de que, una vez puestas en marcha las actividades que están contempladas dentro del proyecto, se generen afectaciones o cambios permanentes en el medio; por el contrario, las formas del terreno se mantendrán y se verán inalteradas con la ejecución del proyecto.

La calidad visual del paisaje es baja, esto teniendo en cuenta que el área de desarrollo del proyecto es un área que se encuentra fuertemente intervenida y predominan las características de tipo antrópico, lo que ha provocado una reducción y transformación de los espacios naturales que a largo plazo generaron un cambio en la percepción del paisaje. Se destaca que se encontraron valores bajos debido a la ausencia de zonas verdes y al bajo registro de individuos arbóreos encontrados, adicionalmente pese a que en el área existe la presencia de recursos históricos y arquitectónicos que son de gran importancia no es muy común encontrarlos a lo largo del proyecto

El uso reglamentado del suelo, en la mayor parte de área del área de influencia Indirecta y la totalidad del área de influencia directa, se clasifica en suelo urbano.

El uso reglamentado del suelo, en la mayor parte del área del área de influencia indirecta y la totalidad del área de influencia directa, se clasifica en suelo urbano. Se concluye con lo anterior que, una vez implementadas y ejecutadas las obras de la Av. 68, se presentarán cambios en el uso del suelo actual establecido, pero, siguiendo lo establecido en el decreto 551 de 2021 donde se establecen los usos de suelo permitidos en el marco del nuevo Plan de Ordenamiento Territorial (POT), estos nuevos usos de suelo no representarían un escenario de conflicto y, por ende, no estaría condicionado el suelo como vulnerable por una mala utilización de este. Así mismo, se puede concluir que una vez terminada la intervención se contaría con un uso de suelo aún más coherente con lo expresado en el decreto 551.

La zonificación de amenaza por fenómenos de movimientos en masa evidencia con claridad que un gran porcentaje del área de influencia directa se encuentra bajo una categorización de amenaza nula. También, que existe una porción bastante reducida que se encuentra localizada en área de categorización por amenaza baja debido a su cercanía a los cerros orientales. No obstante, es importante resaltar que en este punto las posibles afectaciones que se presenten por este fenómeno

son irrelevantes y no representan un riesgo relevante para la ejecución del proyecto. De esta manera, se concluye que tanto el AII como el AID del proyecto de la PLMB, no se encuentran condicionados por fenómenos de movimientos en masa y, por tal razón, dicho fenómeno no tiene incidencia negativa en el marco del proyecto y esto no genera escenarios de riesgo.

La zonificación de amenaza por fenómenos de inundación demuestra con claridad que existen porciones tanto del AII como del AID del proyecto que se encuentran dentro de la categorización de amenaza media y baja. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de estos eventos oscila entre el 10% y el 65% para la categoría de amenaza media y una probabilidad menor al 10% para las zonas de amenaza baja. Para el AID del proyecto se puede observar con claridad que se encuentran en zonas de amenaza media y amenaza nula, siendo las zonas de amenaza media aquellas asociadas con la dinámica fluvial del río Bogotá en los primeros tramos (1 y 2). A pesar de lo anterior, dichas áreas en condición de amenaza por inundación asociadas o no con el proyecto, fueron sometidas a medidas estructuras de reducción del riesgo por inundación del río Bogotá dónde la alcaldía, en conjunto con la Unidad Departamental del Gestión del Riesgo, realizaron una descolmatación del río Bogotá y construyeron un Jarillón a lo largo de todo el flanco derecho de río con el fin de evitar que las crecientes súbitas alcanzaran todos aquellos terrenos aledaños al margen del río y en condición de amenaza. La construcción de los Jarillones como obra de reducción del riesgo es un proyecto que, dentro de las modelaciones hidráulicas y evaluaciones de riesgo de la alcaldía mayor de Bogotá, constituye un contingente suficiente para reducir las condiciones de riesgo. Por esto, en esta caracterización de la Amenaza por inundación en el marco del proyecto se concluye que para la ejecución y funcionamiento del proyecto no se presentarán condiciones amenazantes por inundación dado que éstas ya cuentan con acciones correctivas por parte de las autoridades ambientales distritales y regionales y, por tal razón, no se deben implementar acciones adicionales desde el proyecto para evitar inundaciones. Así mismo, la implementación de obras del proyecto no constituirá un atenuante de los factores que propician los fenómenos amenazantes de inundación y, de esta manera, no es necesario implementar acciones correctivas frente a este fenómeno.

Los resultados de zonificación de Amenaza Sísmica tanto de AII y AID del proyecto demuestran que la mayoría del área evaluada (>90%) se encuentra zonificada como amenaza media, a pesar de esto, no se presentan restricciones o afectaciones a la ejecución del proyecto dentro de esta amenaza siempre y cuando se tengan presentes las recomendaciones de diseño estipuladas en la NRS-10. Si bien el 100% del AID del proyecto se encuentra en una zona de amenaza sísmica media, es importante aclarar que toda la ciudad de Bogotá y, en general el área Andina, se encuentra bajo esta misma condición y, desde la publicación del Reglamento Colombiano Sismo-Resistente NSR-10, todos los proyectos de infraestructura deben incluir los movimientos sísmicos de diseño para su cimentación y construcción.La caracterización de la hidrología permitió establecer que no hay afectación a cuerpos de agua, el único cuerpo de agua aferente al área de influencia directa es el canal del río Fucha el cual se encuentra a 692 metros.

Las unidades hidrogeológicas presentes en el área de estudio son: A.2. Acuíferos moderadamente productivos, sistemas de acuíferos discontinuos o locales y C.1. Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea, sistemas locales. Lo anterior, se evidencia que en la mayor parte del AII se encuentran Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos, con una litología multicapa regional conformado por arcillas, intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas, con espesor de 320 m y rendimiento de 0.1 a 5 lps.

Con respecto a la unidad hidrogeológica C1, Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales, con formación Sabana (Qsa2), conformado principalmente por arcillas y limos., con espesor hasta de 320 m y porosidad primaria.

De acuerdo con los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas mediante la metodología – GOD, el grado de vulnerabilidad para la unidad hidrogeológica A.1. (Acuíferos con una alta productividad, sistemas de acuíferos continuos.) y C.1. (Acuíferos menores con limitado recurso de agua subterránea (acuitardo), sistemas locales) para el presente proyecto es baja con un valor de 0,18 y 0,15 respectivamente.

Teniendo en cuenta el comportamiento hidrogeológico descrito en el capítulo de la caracterización y de acuerdo al área de influencia directa e indirecta del proyecto no se tiene uso del agua subterránea, que el trazado del proyecto se presenta sobre zonas ya intervenidas y urbanizadas y que el diseño comprende intervenciones puntuales, se puede establecer que las actividades proyectadas en el marco del actual PMAS no tendrá influencia sobre el comportamiento hidrogeológico natural de la zona.

La distribución de lluvias en el área de estudio es de tipo bimodal, con una primera temporada de precipitaciones de marzo a mayo. El segundo periodo de lluvia comienza a finales de septiembre, extendiéndose hasta noviembre. El primer periodo seco inicia en diciembre, enero y febrero, y el segundo periodo de sequía se extiende de junio a agosto. Existen meses de transición entre los periodos tales como febrero, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco.

los vientos predominantes provienen del sureste, y en menor medida registra diversas direcciones, procedentes desde el este, oeste y norte, entre otras. Las velocidades predominan entre el rango de 3,4 y 5,5 m/s, seguida de velocidades entre 1,6 y 3,4 m/s; y en menor medida, vientos entre 0,3-1,6 m/s y periodos de calma (velocidad inferior a 0,3 m/s). Se registran con menor frecuencia vientos superiores a 5,5 m/s, así como velocidades entre 5,5 y 8,0 m/s.

Dadas las condiciones climáticas en el área de estudio, y según la clasificación Caldas- Lang, citado por (Gutierrez Rey, 1991), el proyecto se encuentra en piso térmico “Frío” (rango de altura entre 1800 y 2800 msnm y temperatura entre un rango de 12 y 17,5 °C).

Al realiza el análisis de los resultados de los monitoreos de calidad de aire ejecutados en el Estudio de impacto Ambiental para la construcción de la troncal de Transmilenio de la Avenida 68, los monitoreos de los meses de septiembre de 2019 y marzo 2020 de la Red de monitoreo de calidad de aire de Bogotá de la SDA y de los ejecutados por parte de este consorcio se concluye que los monitoreos del año 2018

(Proyecto de la Troncal de la Avenida 68) muestran que el contaminante que excede los niveles máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017, es el PM 10 en la estación de E3 que se encuentra en la Avenida 68 con Calle 3, sector con un alto flujo vehicular y comerciar, razón por la cual la calidad del aire es aceptable de acuerdo con el cálculo de ICA. Con respecto al contaminante PM 2.5 excede el límite para las dos estaciones E2 (avenida 68 con primero de mayo) y E3 (avenida 68 con calle 3) y su ICA es Aceptable.

Es importante tener en cuenta que un ICA aceptable puede presentar síntomas respiratorios a la población sensible que se encuentra en el sector.

Una vez se realiza la verificación y análisis de los informes de monitoreo de la Red de Calidad de Aire en Bogotá de los años 2019 y 2020 realizados por la secretaria Distrital del Medio Ambiente, se evidencia que los contaminantes que exceden los límites máximos permisible establecido por la Resolución 2254 de 2017 son el PM10. PM2.5 y SO_2 en especial para el informe del mes de marzo de 2020 para las estaciones (Puente Aranda y Carvajal/Sevillana).

Finalmente, en el monitoreo realizado por el Consorcio Ambiental Metro Bogotá L1, muestra que los contaminantes que presentan un sobre paso a los niveles máximos permitidos es el PM10 y CO este último con un índice de Calidad de aire dañino a los grupos sensibles.

La contaminación causada por PM2.5 puede ser causada por combustión de vehículos que operan con combustibles fósiles como es el DISEL (Morales & García, 2020), que como se puede evidenciar en las estaciones de calidad de aire que se encuentra sobre vía principales como lo es la avenida primero de mayo, la avenida 68, avenida calle 3. Además, que también dentro de la zona del área de influencia indirecta se encuentran industrias y fabricas con chimenea que emiten este tipo de material particulado.

Con respecto al contaminante SO_2, Romero y otros autores, sugieren que los vehículos de automotor se encuentran en un estado técnico insatisfactorio por el largo tiempo que llevan en circulación y por la falta de mantenimiento, lo cual genera un parque vehicular altamente contaminante; mismo que aumenta, potencialmente, la contaminación del aire (Manuel Romero-Placeres, y otros, 2004).

Finalmente, de los monitoreos de ruido ambiental analizados, se concluye que de acuerdo con los resultados obtenidos en los monitoreos de ruido ambiental (diurnos y nocturnos), los puntos que se encuentran en el área de influencia corresponden a un sector C (vías) de acuerdo con la clasificación establecida la tabla 2 del artículo 17 de la Resolución 0627/2006.

Los resultados del monitoreo realizado en hora diurna, se evidencia que el punto que tiene mayores niveles de presión sonora es el punto M10 (70,7 dB día hábil y 72,6 dB día no hábil) localizado sobre la avenida Primero de mayo con 69 B, las fuentes de emisión que influyen son el paso continuo de vehículos, comercio informal y formal, sirenas, pitidos. Sin embargo, no supera los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos en la Resolución 0627/2006.

Los resultados del monitoreo realizado en hora nocturno, se evidencia que el punto que tiene mayores niveles de presión sonora es el punto M10 (59,7 dB día hábil y 59,8 dB día no hábil) localizado sobre la

avenida Primero de mayo con 69 B, las fuentes de emisión que influyen son el paso continuo de vehículos, operación de Discotecas, comercio informal y formal, sirenas, pitidos. Sin embargo, no supera los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos en la Resolución 0627/2006.

Como se observa en la anterior tabla, el valor de Pico Ocasional (RMS) en varios de los receptores es inferior a 0,1 mm/segundo. Este es el límite perceptible identificado en el AT 15 como límite para los edificios residenciales. Lo cual se puede evidenciar que con estas velocidades y la distancia de 80 metros que hay entre el inventario de las edificaciones que se encuentran más cercanas al eje de las perforaciones y la incidencia del trabajo de la maquinaria pesada no hay una afectación en las edificaciones existentes. Sin embargo, es importante realizar el inventario de cada una de las viviendas antes de ejecutar actividades de obra.

Medio Biótico

De acuerdo con el inventario forestal reportado en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, se registraron 246 individuos, de los cuales 132 son latizales, 68 de ellos son brinzales y 28 son fustales.

El índice de valor de importancia que se obtuvo de los registros demostró que el comportamiento de las especies que contribuyen por sus atributos ecológicos y estructura ecosistémicas en ambientes urbanos en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, fueron Jazmín del cabo, (P. undulatum) con un 33,13% y Chicala (T. stans) 31,77%, cada uno siendo los más abundantes y dominantes para un IVI al 200%

Del total de los individuos inventariados se calculó un total de 24,841 m^3 de volumen total y 6,778 m^3 de volumen comercial, donde la mayor proporción de esta variable se ubica en el estrato fustal, asociado a la longevidad de los individuos encontrados en campo.

De acuerdo con la verificación normativa, se logró constatar que en el sector de la Avenida Carrera 68 con Avenida Primero de mayo, dos individuos de la especie (Quercus humboldtii) se encuentra categorizada en veda, información, primordial al momento de proponer algún tratamiento silvicultural.

Los sistemas con mayor abundancia según el emplazamiento son el sistema de circulación urbana en Anden con zona verde ancha, el cual representa el 8,54% y el Sistema lúdico en parques de barrio, presentando el 44,72% del total de los individuos en el área de influencia.

En cuanto al componente de fauna el área de influencia se caracteriza por ser un territorio con alta intervención la cual se encuentra ubicada en una matriz urbana, evidenciando que la mayor extensión del AII esta compuesta por tejido urbano continuo (Ciudad capital – 61.98%) y en cuanto al AID la red vial ocupa el 46,82 % de la misma, las zonas verdes están compuestas por parques urbanos, otras

zonas verdes urbanas y rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas, siendo esta última cobertura la única que no se registra en el AID y la de menor presencia en el AII representando solo el 2,38% del área establecida. Debido a la alta transformación del área, estas coberturas en conjunto proporcionan hábitat a una cantidad de especies de fauna silvestre no muy diversa (23 especies) siendo en su mayoría especies de aves.

Las aves son el grupo más representativo en el área con 23 especies, concordando con lo registrado en el territorio colombiano, siendo el país con mayor diversidad de especies de aves a nivel mundial; las especies registradas son principalmente generalistas de hábitat y se observaron especialmente en los pastos arbolados, arbustal y bosque de galería, asociados principalmente a los elementos arbóreos o arbustivos, los cuales son utilizados para perchar, descansar, forrajear y construir nidos. Por otro lado, los herpetos y los mamíferos solo registran una especie cada uno y en el caso de la serpiente sabanera único reptil reportado el registro se hizo mediante entrevistas informales a la comunidad, el bajo registro tanto de mamíferos como de herpetos puede deberse a que son especies con una mayor especificidad de hábitat, estando estrechamente relacionadas con hábitats menos perturbados y frecuentemente son más susceptibles a cualquier cambio en su entorno.

En cuanto a los gremios tróficos se evidencio que en su mayoría las especies registradas corresponden a especies insectívoras o granívoras esto es concordante con la estructura vegetal de la zona en donde se ofrecen espacios abiertos cercanos a un cuerpo de agua en donde los animales insectívoros pueden capturar alimento y además una zona amplia de pasto en donde las especies granívoras forrajean constantemente. Por otra parte, en cuanto a las especies de importancia por su distribución o grados de amenaza en el Área de Influencia solo se reporta una especie endémica correspondiente a la serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*), cuatro especies migratorias y una especie (*Colibri coruscans*) incluida en el Apendice II de la CITES.

BIBLIOGRAFÍA

123RF. (13 de 06 de 2022). Obtenido de https://es.123rf.com/photo_48005326_rodillo-de-camino-durante-la-nivelaci%C3%B3n-y-compactaci%C3%B3n-de-base-de-grava-para-el-pavimento-de-asfalto-hecho.html

Adhilla Ainun Musir, N. A. (2021). The Piling Installation Vibration Damage Behaviour on Drainage at Construction Site. *Civil Engineering and Architecture*, 7.

Aedes Urbis. (31 de 05 de 2022). Obtenido de https://www.obrasyreformasalicante.com/cerramientos/

Alcaldía de Medellín. (15 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/9676-La-Alcaldia-de-Medellin-invierte-12800-millones-en-nuevos-andenes-para-la-ciudad

Alcaldía Mayor de Bogotá. (1989). *Documentos para ESPACIO PÚBLICO: Concepto*. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=23991

Alcaldía Mayor de Bogotá. (s.f.). *SeuperCADE CAD*. Obtenido de https://bogota.gov.co/servicios/cades/supercade-cad

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2010). *Decreto 531 de 2010. Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40983

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2019). *Por medio de la cual se establecen los lineamientos y procedimiento para la Compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura.* Bogotá.

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2004). *DECRETO 190 DE 2004. Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003*. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935

Alcaldía Mayor de Bogotá. D.C. (2010). *Decreto 531 de 2010. Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40983&dt=S

Almanza - Castañeda, Preciado, B. , & Leal, P. . (2005). *Historia ambiental de Bogotá siglo XX: elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Amaya-Espinel, & Zapata. (2014). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas* (Vol. 3). Bogotá D.C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia.

AMBIENCIQ INGENIERO SAS, C. C. (2018). *ESTUDIO DE CALIDAD DE AIRE DE LA AVENIDA 68.* BOGOTÁ.

Ambiente, S. D. (2019; 2020). *Informe Mensual de Calidad del Aire en Bogotá.* Bogotá.

(s.f.). *Anexo 1 - Requisitos para la actualización del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la PLMB para las Entidades Multilaterales (EIAS).*

ANLA. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales.*

ANLA. (2021). *Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA.*

ANLA. (13 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.anla.gov.co/documentos/ciudadania/03_partic_ciudadana/aud-pub/EIA/cor15/Capitulo%2011/Capitulo%2011.1/Capitulo%2011.1.1/Capitulo%2011.1.1%20Programas%20de%20Manejo%20Ambiental_Vo.pdf

ArchiExpo. (14 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.archiexpo.es/fabricante-arquitectura-design/muro-contencion-construccion-puentes-53501.html

Bader, E., Jung, K., Kalko, E. K., Page, R. A., Rodriguez, R., & Sattler, T. (2015). Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation, 186*, 97–106. doi:10.1016/j.biocon.2015.02.028

Banco Interamericano de Desarrollo. . (2018). *Evaluación de las Salvaguardias Ambientales y Sociales* .

Banco Europeo de Inversiones - BEI. (2013). Environmental and Social Handbook. *Volumen 1: Normas ambientales y sociales del BEI*.

Banco Europeo de Inversiones . (s.f.). Política de Evaluación y gestión de impactos y riesgos ambientales y sociales .

Banco Europeo de Inversiones. (s.f.). Derechos e intereses de los grupos vulnerables .

Banco Europeo de Inversiones. (s.f.). Patrimonio cultural.

Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). Política de gestión de riesgo de desastres naturales (OP-704) .

Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). Política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardas (OP -703).

Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). Política sobre igualdad de género en el desarrollo (OP-761).

Banco Mundial. (s.f.). Política de Recursos físicos y culturales (OP 4.11).

Banco Mundial. (s.f.). Política operativa de salvaguarda Evaluación ambiental (OP 4.01).

Banco Mundial, BM. (Enero de 1999). O.P 4.01 - Environmental Assessment.

Bascompta, R. R. (2020). Vibration Analysis and Empirical Law Definition for Different Equipment in a Civil Construction. *Applied sciences*, 19.

Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies: Las interacciones entre plantas y los animales que las polinizan y dispersan sus semillas forman complejas redes de interdependencias que constituyen la arquitectura de la biodiversidad. *Investigación y Ciencia*, 50-59.

Cámara Chilena de La Construcción - CCHC. (21 de 09 de 2015). *Polo de Desarrollo, una obra de todos*. Obtenido de https://cchc.cl/comunicaciones/opiniones/polo-de-desarrollo-una-obra-de-todos#:~:text=Los%20%E2%80%9CPolos%20de%20Desarrollo%20o,%C3%A1rea%20geogr%C3%A1fica%20de%20mayor%20amplitud.

CAR. (2018). *ESTUDIOS DE SOPORTE REQUERIDOS PARA LA SOLICITUD DE SUSTRACCIÓN PARA LA RESERVA FORESTAL PRODUCTORA REGIONAL THOMAS VAN DER HAMMEN EN CONTEXTO CON LA UPR NORTE Y CON LA RED DE PAISAJE CIRCUNDANTE .* Bogotá.

Carvajal. (2005). *Mapa geomorfológico de la Sabana de Bogotá. Versión 1.0.* Bogotá.

Castillo, J., Diaz, N., & Torres, C. (s.f.). *Efectos de fuerzas dinámicas aplicadas por equipos de construcción sobre suelos blandos de la sabana de Bogotá.* Universidad Santo tomás, Facultad de Ingeniería Civil.

Cauchos Vikingo. (16 de 06 de 2022). Obtenido de https://cauchosvikingo.com/product/instalacion-de-juntas/

CCB - Cámara de Comercio de Bogotá. (s.f.). *¿Qué son los Clusters y dónde están ubicados?* Obtenido de https://www.ccb.org.co/Preguntas-frecuentes/Iniciativas-de-Clusters/Que-son-los-Clusters-y-donde-estan-ubicados#:~:text=Clusters%3A%20se%20define%20como%20una,cerca%20geogr%C3%A1ficamente%20unas%20de%20otras.

Chow, V. T. (1984). *Handbook of Applied Hydrology.* McGraw Hill Book Company.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology.* New York, U.S.A: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.

CITES. (2021). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Comisión Económica para América Latina - CEPAL. (s.f.). *Tasa bruta de natalidad*. Obtenido de https://celade.cepal.org/redatam/pryesp/cairo/WebHelp/Metalatina/tasa_bruta_de_natalidad.htm

Comisión Económica para América Latina. (s.f.). *Tasa bruta de mortalidad*. Obtenido de https://celade.cepal.org/redatam/pryesp/cairo/WebHelp/Metalatina/tasa_bruta_de_mortalidad.htm#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,de%20ese%20per%C3%ADodo%3B%20por%20mil.

Conesa Fernández, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Consejo de Estado. (s.f.). *Modificación de las Plantas de Personal de chía*. Obtenido de https://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/PDF/25000-23-24-000-2007-00203-02(3756-15).pdf

Consorcio Ambiental Metro de Bogotá. (2021). *Actualización Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Primera Línea del Metro de Bogotá.* Bogotá D.C.

Consorcio Ambiental Metro de Bogotá L1. (2021).

Consorcio Ambiental Metro de Bogotá Línea 1 . (2022).

Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN. (2019). *Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) - Estudio de Impacto Ambiental y Social.* Bogotá D.C.

Consorcio METRO BOG, SISTRA, INGETEC y FDN. (2019). *Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) - Estudio de Impacto Ambiental y Social.* Bogotá D.C.

Corporación Financiera Internacional - IFC y Grupo del Banco Mundial. (s.f.). *Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad.*

Cryan, P. (2003). Seasonal distribution of migratory tree bats (Lasiurus and Lasionycteris) in North America. *Journal of Mammalogy, 84*(2), 579–593. doi:10.1644/1545-1542(2003)084<0579:SDOMTB>2.0.CO;2

DeConceptos. (13 de 06 de 2022). Obtenido de https://deconceptos.com/tecnologia/excavacion

Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Decreto 190 del 2004, Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. (Alcaldía de Bogotá 2004).

Deng, G., & Yimam, I. (2020). Ecosystem roles of birds: a review on birds' conservation insight. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 3(4): 000236.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018). *Necesidades Básicas Insatisfechas*. Obtenido de https://www.arcgis.com/home/item.html?id=a12868a0ed8144cd86854e191f8afa17

Departamento Nacional de Planeación. . (2022). *https://pazvictimas.dnp.gov.co/Paz-con-enfoque-territorial/Paginas/pdt.aspx*.

EAAB . (2020). *Norma Técnica de Servicio NS -085", Subcomité de Diseño de Alcantarillado, V 4.1.* Bogotá D.C.

Economipedia. (s.f.). *https://economipedia.com/definiciones/densidad-de-poblacion.html*.

El Penol Antioquía. (31 de 05 de 2022). Obtenido de https://www.elpenol-antioquia.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/PLAN%20DE%20MANEJO%20DE%20TRANSITO.pdf

El Quindiano. (11 de 07 de 2022). Obtenido de https://www.elquindiano.com/noticia/30062/empieza-la-reactivacion-de-la-via-en-la-calle-49-sector-puente-los-quindos

Franco, A., Bravo, G., Rosselli, L., Romero, M., Múnera, C., Rodríguez, A., . . . Chaves, J. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En A. Franco, & G. Bravo, *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales* (págs. 117-282). Conservación Internacional, Birdlife.

Gallina, S., & López, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna.* México: Instituto de ecología, A.C. - INECOL.

Gómez Alzate. (2012). *Criterios metodológicos para el análisis de la calidad visual del paisaje urbano y su sostenibilidad.* In 1 congreso internacional en gestión y control de la calidad del aire, auditiva y visual.

Gutierrez Rey, H. (1991). *Clasificaciones climáticas.* Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, HIMAT.

Hammen, V. d. (1960). *Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano Continentales y Tectogénesis de los Andes Colombia. Servi. Geol. Nal. Geol. No 6 Bogotá, Colombia.* Bogotá.

Helmens, K. (1990). *Neogene-Quaternary geology of the High Plain of Bogotá, Eastern.* Berlin: Gebrüder Borntraeger.

HIMAT. (mayo de 1990). *Técnicas Estadísticas Aplicadas en el Manejo de Datos Hidrológicos y Meteorológicos.* Obtenido de Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras : http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/009198/009198.pdf

Hjelmfelt, J., & Cassidy, J. J. (1976). *Hydrology for Engineers and Planners.* Ames, Iowa: Iowa State University Press.

Hubach, E. (1957). Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. *Boletín Geológico*, 93-112.

HUBACH, E. (1957). *Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores; Serv. Geol. Nal. Bol. Geol.* (Vol. Vol. 5). Bogotá.

IDEAM. (1989). *Estudio del Régimen de Temperaturas en Colombia.* Bogotá D.C.

IDEAM. (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo.* Bogotá D.C.

IDEAM. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia.* Bogotá D.C.

IDEAM. (2018). *Manual de campo inventario forestal nacional de Colombia.* Bogotá D.C.

IDEAM. (2019). *Glosario Meteorológico.* Bogotá D.C.: Subdirección de Meteorología.

IDEAM. (27 de octubre de 2021). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia.* Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html

IDEAM. (24 de octubre de 2021). *Atlas de Viento de Colombia*. Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co

IDEAM. (s.f.). *Atlas Climatológico de Colombia 1981-2010.* Bogotá D.C.

IngeCivil. (13 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.ingecivil.net/2018/01/13/distancia-de-sobreacarreo-transporte-material/

Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC). (12 de 30 de 2019). *https://idpc.gov.co/Transparencia/Planeaci%C3%B3n%202019/mayo%202020/Procedimientos/Procedimiento_estudio_intervencion_Bienes_Muebles_monumentos_V2.pdf*. Obtenido de https://idpc.gov.co/Transparencia/Planeaci%C3%B3n%202019/mayo%202020/Procedimientos/Procedimiento_estudio_intervencion_Bienes_Muebles_monumentos_V2.pdf

Instituto Humboldt. (2021). *Glosario. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.* Obtenido de http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/glosario

ISO 14001:2015. (s.f.).

Jardín Botánico José Celestino Mutis. (2017). *Protocolo para el manejo de la avifauna en los tratamientos de Silvicultura del arbolado urbano en el Distrito Capital .* Bogotá.

MADS. (s.f.). Decreto 1076 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

MADS y ANLA. (2018). *Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia.*

Mancina, C. A. (2011). *Murcielagos Insectívoros*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/285054010

Manuel Romero-Placeres, M. e., Pedro Más-Bermejo, M. P., Marina Lacasaña-Navarro, M. e., Martha María Téllez Rojo-Solís, M. e., Juan Aguilar-Valdés, M., & Isabelle Romieu, M. M. (2004). Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. *Scielo*.

Matsuoka, R. H., & Kaplan, R. (2008). *People needs in the urban landscape: analysis of landscape and urban planning contributions.* (Vol. 84(1)). Landscape and urban planning.

MAVDT. (s.f.). Resolución 0627 de 2016. *Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental*.

Ministerio de Agricultura. (1978). *Decreto 1608 de 1978. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8241

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (29 de Mayo de 2008). Resolución 848 de 2008 "Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.". Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0848_2008.htm

Ministerio de Medio Ambiente. (1996). *Decreto 1791 de 1996. Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.* Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1296#:~:text=Salvoconducto%20de%20movilizaci%C3%B3n.,Salvoconducto%20de%20removilizaci%C3%B3n.

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Resolución 584 de 2002. Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas*. Obtenido de https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002resolucion548.pdf

Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería.* Bogotá D.C: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Morales, K. G., & García, T. M. (2020). *Análisis comparativo de las concentraciones de PM2.5 en las estaciones de monitoreo de calidad de aire de las ciudades Bogotá, Medellín y Cali, durante el periodo pre-pandemia y pandemia agosto 2019 agosto 2020.* Bogotá.

Morrison, M., Marcot, M., & Mannam, R. (2006). *Wildlife- habitat relationships. Concepts and applications. .* Washington DC: Island Press.

Murillo-Moreno, F. J., & Trivas-Lara, T. S. (2006). Caracterización taxonómica y aspectos ecológicos de la fauna de ofidios de la cuenca hidrográfica del río Cabí, Chocó-Colombia. *Revista Institucional*, 24, 43-53.

Neoland SAS. (15 de 06 de 2022). Obtenido de https://neolandsas.co/producto/tachas/

Nestor, R., & Galvis, B. (2005). Relación entre PM2.5 y PM10 en la ciudad de Bogotá . *Revista de Ingenieria Universidad de Los Andres* , 54-60.

Ofstad, E. G., Herfindal, I., Solberg , E., & Sæther, B.-E. (2016). Home ranges, habitat and body mass: simple correlates of home range size in ungulates. *The royal society publishing*.

Organización de las Naciones Unidas - ONU. (30 de 03 de 2022). *Rendición de Cuentas Unidad de Busqueda de personas dadas por Desaparecidas*. Obtenido de https://www.hchr.org.co/index.php/77-boletin/analisis/4441-quienes-son-victimas-en-colombia#:~:text=En%20t%C3%A9rminos%20generales%20define%20como,conflicto%20armado%20interno%5B4%5D.

Organización de las Naciones Unidas - ONU. (s.f.). *Refugiados y migrantes*. Obtenido de https://refugeesmigrants.un.org/es/definitions#:~:text=definiciones%20de%20refugiados-,Migrante,utilizados%2C%20legales%20u%20otros%C2%BB.

Organización Meteorológica Mundial, OMS. (24 de octubre de 2021). *Capítulo 15. Observación de las nubes.* Obtenido de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4074

Paternina, R., & Capera, V. (2017). Atractus crassicaudatus - Serpiente Sabanera Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. 7-13.

Peri. (11 de 07 de 2022). Obtenido de https://www.peri.com.pe/products/sistemas-para-obras-civiles/sistemas-para-puentes/vbc-balanced-cantilever-carriage.html

Personería de Bogotá. (28 de abril de 2020). *Guardianes de los Derechos.* Obtenido de Se disparan los casos de violencia intrafamiliar: https://www.personeriabogota.gov.co/sala-de-prensa/notas-de-prensa/item/718-se-disparan-casos-de-violencia-intrafamiliar

Ponce, V. M. (1989). *Engineering Hydrology, Principles and Practices.* New Jersey, USA: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Resolución 627 de 2006, Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (MAVDT 7 de Abril de 2006).

Revista vial. (15 de 06 de 2022). Obtenido de https://revistavial.com/barandas-seguras-para-puentes-y-viaductos/

Romero, V. (2022). *Myotis nigricans* . Obtenido de https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Myotis%20nigricans

SDA. (s.f.). *Informe anual de calidad del aire de Bogotá 2020.* Obtenido de Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá RMCAB: http://rmcab.ambientebogota.gov.co/Pagesfiles/120721%20Informe%20Anual%20de%20Calidad%20del%20Aire%20A%C3%B1o%202020%20v2.pdf

Servicio Geológico Colombiano. (2004). *Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica de la Sabana de Bogotá.*

Servicio Geológico Colombiano. (2004). *Cartografía geológica aplicada a la zonificación geomecánica de la Sabana de Bogotá.* Pg,71.

SGC. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía en Colombia.* Bogotá.

SGC. (2015). *GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 228 BOGOTÁ NORESTE.* Bogotá.

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo . (2017). *Terminología sobre Gestión del riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes.* Bogotá.

Tomás, C. S. (27 de 05 de 2022). *CFT Santo Tomás*. Obtenido de https://www.cftsantotomas.cl/carreras/topografia/

Tomi digital. (12 de 08 de 2022). Obtenido de https://tomi.digital/es/98835/analisis-de-precios-unitarios?utm_source=google&utm_medium=seo

Transmilenio, C. C., & S.A.S, A. I. (2018). *Informe de Ruido Ambiental.* Bogotá.

UNESCO. (2022). *https://es.unesco.org/themes/patrimonio-cultural-inmaterial*.

Vargas, M. R., & Díaz Granados, D. M. (s.f.). *Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia.*

Vélez, J. J., Puricelli, M., & López, U. F. (2009). *Parameter Extrapolation to Ungauged Basins.* Hydrology and Earth System Sciences 13.

Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación.* Bogotá: IGAC.

Wirtgen Group. (15 de 06 de 2022). Obtenido de https://www.wirtgen-group.com/es-us/aplicaciones/construccion-de-carreteras/nueva-construccion-de-carreteras/compactacion-de-asfalto/

Wu, J. (2002). *Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations.* Landscape ecology.