



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO

ESTUDIO AMBIENTAL

UNIÓN TEMPORAL B&B - SILMATEC



Implementado por:





Control de Revisión Documental

Versión No.	Revisión No.	Fecha	Descripción
000	000	dd/mm/aaaa	Revisión Xxxx
001	001	dd/mm/aaaa	Aprobación Xxxx

Control de Aprobación Documental

Desarrollado por:		
 UNIÓN TEMPORAL B&B - SILMATEC	ELABORÓ:	FIRMA: NOMBRE: Mayra Salazar Zambrano CARGO: Directora técnica
	APROBÓ:	FIRMA: NOMBRE: Nathalia Araque Gómez CARGO: Coordinadora Técnica
Revisión y Aprobación:		
 CONSTRUCCIONES PLANIFICADAS	REVISOR: ARQUITECTURA	FIRMA: NOMBRE: CARGO:
	REVISOR: INGENIERÍA	FIRMA: NOMBRE: CARGO:
	REVISOR 3: SOSTENIBILIDAD	FIRMA: NOMBRE: CARGO:
	APROBADOR 1: DIR. ARQUITECTURA	FIRMA: NOMBRE: CARGO:
	APROBADOR 2: DIR. INGENIERÍA	FIRMA: NOMBRE: CARGO:



Contenido

1	INTRODUCCIÓN	16
2	LOCALIZACIÓN	17
3	DEFINICIÓN Y COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN BASE	18
3.1	VISITAS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO	18
3.2	INFORMACIÓN BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
3.2.1	Análisis del estado del Plan de Manejo, Restauración y Recuperación Ambiental, “La Magola”	21
3.2.2	Información base componente Ruido	29
3.2.3	Información base componente hidrogeología	32
3.2.4	Información base suelos	32
3.2.5	Información base componente hidrología	34
3.2.7	Información base componente Fauna	36
3.2.8	Información base de participación ciudadana	37
4	CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS AMBIENTALES A SER PROTEGIDOS	39
4.1	Identificación de los impactos ambientales	39
4.1.1	Evaluación de Impactos Ambientales	39
4.2	Escenario Base	41
4.2.1	Descripción de actividades escenario base	41
4.2.2	Identificación de impactos ambientales Escenario Base	42
4.2.3	Evaluación de impactos ambientales escenario base	43
4.3	Escenario Plan Parcial	49
4.3.1	Descripción de Actividades Escenario Plan Parcial	49
4.3.2	Identificación de impactos Ambientales Plan Parcial	49
4.3.3	Evaluación de impactos ambientales escenario Plan Parcial	50
5	CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MEDIO ABIÓTICO	57
5.1	Geología	57
5.1.1	Fotointerpretación	58
5.1.2	Geología a Nivel Regional	59
5.2	Geomorfología	62
5.2.1	Morfometría	64
5.2.2	Morfodinámica	66
5.2.3	Fotointerpretación Geomorfológica	69
5.2.4	Subunidades Geomorfológicas	73
5.3	Paisaje	79
5.3.1	Paisaje Geomorfológico	81
5.4	Hidrología	86



5.4.1	Identificación y caracterización de cuerpos hídricos	86
5.4.2	Caracterización de las cuencas de la Quebrada Serrezuela y El Encuentro	88
5.4.3	Definición de la tormenta de diseño.....	90
5.4.4	Parámetros generales para la modelación hidrológica	95
5.4.5	Estimación de caudales máximos	96
5.5	Calidad del agua.....	99
5.5.1	Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo	99
5.5.2	Proceso Metodológico.....	102
5.5.3	Etapas de campo.....	103
5.5.4	ETAPA DE LABORATORIO Y ANÁLISIS	104
5.5.5	Etapas de análisis	104
5.6	Hidrogeología	109
5.6.1	Contexto hidrogeológico regional del área del proyecto	109
5.7	Geotecnia	116
5.7.1	Modelo geológico - geotécnico.....	118
5.8	Suelos	126
5.8.1	Caracterización de suelos	126
5.9	Atmosfera	135
5.9.1	Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo	135
5.9.2	Material particulado menor a 10 micras - PM10	141
5.9.3	Material particulado menor a 2.5 micras – PM2.5.....	143
5.9.4	Índice de Calidad del Aire (ICA)	145
5.9.5	Cálculo de los índices de Calidad del Aire (ICA).....	147
6	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO.....	149
6.1	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas.....	149
6.2	Estructura Ecológica Principal EEP	149
6.3	Zonas de vida	151
6.4	Sistema Nacional de áreas protegidas, SINAP	152
6.4.1	Prioridades SINAP	153
6.5	Áreas complementarias para la conservación.....	153
6.6	Ecosistemas Sensibles	153
6.7	Gran Bioma y Biomas	153
6.7.1	Gran Bioma: Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	153
6.8	Ecosistemas	154
6.9	Coberturas de la tierra	155
6.9.1	Descripción de coberturas	156
6.9.2	Ecosistemas terrestres.....	161



6.9.3	Caracterización florística	161
6.9.4	Caracterización y cuantificación de retamo espinoso.....	189
6.10	Fauna	191
6.10.1	Anfibios.....	192
6.10.2	Reptiles	196
6.10.3	Aves	204
6.10.4	Mamíferos	223
7	AMENAZAS NATURALES.....	231
7.1	Amenaza por movimientos en masa	232
7.1.1	Amenaza actual por movimientos en masa del terreno	236
7.1.2	Amenaza por movimientos en masa para el escenario con proyecto.....	239
7.2	Amenaza sísmica	243
7.3	Amenaza por inundación	250
7.4	Amenaza por avenidas torrenciales.....	253
7.5	Amenaza por incendios forestales	255
7.5.1	Factores asociados a la cobertura vegetal.....	257
7.5.2	Factores climáticos.....	258
7.5.3	Factores topográficos	259
7.5.4	Consolidación de resultados para el cálculo de la susceptibilidad por coberturas	260
8	ACCIONES AMBIENTALES Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	262
8.1	Componente Agua.....	263
8.1.1	Manejo de aguas lluvias	263
8.1.2	Manejo de aguas residuales domésticas.....	268
8.1.3	Manejo de cuerpos agua	270
8.2	Componente Aire.....	272
8.2.1	Manejo calidad del aire.....	272
8.3	Componente Suelo	274
8.3.1	Manejo del suelo	274
8.3.2	Manejo de estériles y escombros	277
8.3.3	Manejo de vías.....	280
8.3.4	Manejo de Residuos Sólidos.....	283
8.3.5	Manejo de fauna y flora	289
8.3.6	Manejo paisajístico	293
8.3.7	Plan de recuperación.....	296
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	303



10 COMO ATENDER LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DEFINIDAS POR LAS ENTIDADES AMBIENTALES CORRESPONDIENTES	304
11 ESTRUCTURA AMBIENTAL	308
12 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS ARBORIZADAS Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO	310



Lista de tablas

Tabla 1. Valores de Calificación para la Naturaleza	39
Tabla 2. Naturaleza de los impactos	39
Tabla 3. Modelo de la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales	40
Tabla 4. Valores de Importancia de los impactos	41
Tabla 5. Descripción de actividades antrópicas existentes en el área de interés	41
Tabla 6. Identificación de Impactos Ambientales Escenario Base.....	42
Tabla 7. Evaluación de impactos Ambientales - Escenario Línea Base	44
Tabla 8. Descripción de Actividades Escenario Plan Parcial.....	49
Tabla 9. Identificación de Impactos Ambientales Escenario con Aprovechamiento Forestal	50
Tabla 10. Evaluación de impactos ambientales escenario plan parcial	51
Tabla 11. Fotografías e imágenes empleadas para fotointerpretación	58
Tabla 12. Descripción de unidades del Esquema de jerarquización geomorfológica	63
Tabla 13. Categorización de la pendiente según el porcentaje de inclinación	64
Tabla 14. Categorización de la pendiente según el porcentaje de inclinación	65
Tabla 15. Fotografías aéreas e imagen de Google Earth.....	69
Tabla 16. Unidades geomorfológicas para el análisis paisajístico	81
Tabla 17. Coberturas para el análisis paisajístico	82
Tabla 18. Unidades Paisajísticas en el área de influencia.....	83
Tabla 19. Valores físicos del agua que discurre por las Quebradas Serrezuela y El Encuentro	87
Tabla 20. Estaciones meteorológicas próximas al área de proyecto	91
Tabla 21. resultado de análisis de frecuencias estaciones meteorológicas aferentes al proyecto.....	92
Tabla 22. Valores de PMAX24 para el área de estudio asociada a diferentes periodos de retorno	93
Tabla 23. Parámetros para la modelación hidrológica para el área de drenaje	96
Tabla 24. Caudales Pico para tormentas con diferentes valores Tr	98
Tabla 25. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de aguas superficiales	99
Tabla 26 Descripción puntos de monitoreo de calidad de agua	101
Tabla 27. Listado de métodos y técnicas para el análisis de aguas superficiales.....	104
Tabla 28. Información relevante sobre ICO's.....	105
Tabla 29. Variables fisicoquímicas y microbiológicas tenidas en cuenta para la determinación de los Índices de Contaminación del agua (ICO's).....	105
Tabla 30. Resultados de parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales	106
Tabla 31. Criterios empleados para la caracterización de unidades hidrogeológicas	114
Tabla 32. Características de las zonas geotécnicas presentes en el área de proyecto del Plan Parcial	117
Tabla 33. Tipo y profundidad de los sondeos en el área de estudio.....	119
Tabla 34. Resultados de ensayos de corte directo.....	123
Tabla 35. Parámetros para el análisis de los diferentes estratos identificados	125
Tabla 36. Caracterización de suelos	127
Tabla 37. Uso Potencial.....	132
Tabla 38 Uso actual del Suelo	134



Tabla 39. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 1.....	136
Tabla 40. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 2.....	137
Tabla 41. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 3.....	139
Tabla 42. Resultados de PM10 en campaña 2023.....	142
Tabla 43. Resultados de PM2.5 en campaña 2023.....	144
Tabla 44. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.....	146
Tabla 45. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.....	146
Tabla 46. Estructura Ecológica Principal en áreas del proyecto.....	150
Tabla 47. Distribución de Ecosistemas	154
Tabla 48. Distribución de coberturas en área de influencia del proyecto.....	155
Tabla 49. Ecuaciones para la estimación de IVI.....	162
Tabla 50. Clases diamétricas fustales.....	162
Tabla 51. Composición florística de la cobertura plantación forestal.	166
Tabla 52. Diversidad de la cobertura plantación forestal.....	166
Tabla 53. IVI Plantaciones forestales.....	167
Tabla 54. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de PF	169
Tabla 55. Posición sociológica de la cobertura plantación forestal.....	170
Tabla 56. Composición florística de Latizales de la cobertura plantación forestal.	171
Tabla 57. Composición florística de Brinzales de la cobertura plantación forestal.....	171
Tabla 58. Composición florística de los Bosques de galería.	172
Tabla 59. Índices de diversidad de los Bosques de galería.....	173
Tabla 60. IVI Bosques de galería.....	174
Tabla 61. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de BG.....	176
Tabla 62. Posición sociológica de la cobertura Bosque de galería.....	177
Tabla 63. Composición florística de Latizales de la cobertura Bosque de galería.	178
Tabla 64. Composición florística de Brinzales de la cobertura bosque de galería.	179
Tabla 65. Composición florística de la vegetación secundaria.	180
Tabla 66. Índices de diversidad de la vegetación secundaria.....	181
Tabla 67. IVI Vegetación secundaria.	182
Tabla 68. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de VS	183
Tabla 69. Posición sociológica de la cobertura Bosque de galería.....	185
Tabla 70. Composición florística de Latizales de la cobertura vegetación secundaria....	185
Tabla 71. Composición florística de Brinzales de la cobertura Vegetación secundaria. .	186
Tabla 72. Composición florística de los pastos enmalezados.	187
Tabla 73. Dominancia de los pastos enmalezados.	188
Tabla 74. Tabla de transectos de muestreo de fauna vertebrada terrestre.	192
Tabla 75. Esfuerzo de muestreo para la caracterización de herpetofauna en el AI del Área Delta-Silical-Calicanto.....	193
Tabla 76. Especies de anfibios registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto	193
Tabla 77. Ficha ecológica de Dendropsophus molitor, Rana sabanera.....	194
Tabla 78. Esfuerzo de muestreo de para la caracterización de herpetofauna en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto	197
Tabla 79. Especies de Reptiles registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto.....	197
Tabla 80. Especies de Reptiles registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto....	198
Tabla 81. Especies endémicas de Reptiles con presencia en el área de influencia del Area Delta-Silical-Calicanto.....	200



Tabla 82. Ficha ecológica de <i>Anolis heterodermus</i>	201
Tabla 83. Ficha ecológica de <i>Atractus crassicaudatus</i>	201
Tabla 84. Cálculos del esfuerzo de muestreo para las diferentes técnicas de campo para las aves	205
Tabla 85. Cálculo de la representatividad de muestreo con los estimadores de la curva de acumulación de especies	205
Tabla 86. Lista de aves registradas en el área de influencia del Area Delta-Silical-Calicanto	206
Tabla 87. Especies casi-endémicas registradas en el área de influencia del proyecto..	211
Tabla 88. Ficha descriptiva de la subespecie Colibrí de buffon (<i>Chalybura buffonii caeruleogaster</i>)	211
Tabla 89. Ficha descriptiva del Pinchaflor negro (<i>Diglossa humeralis</i>)	212
Tabla 90. Especies registradas de aves incluidas en alguna categoría de amenaza nacional y/o global	213
Tabla 91. Ficha descriptiva de la especie bajo alguna categoría de amenaza	214
Tabla 92. Especies registradas de aves incluidas en alguno de los Apéndices CITES ..	216
Tabla 93. Uso antrópico de especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto	218
Tabla 94. Especies de aves migratorias registradas	220
Tabla 95. Cálculo del esfuerzo de muestreo aplicado mediante transectos de observación y entrevistas durante la caracterización de la mastofauna registrada en el Area Delta-Silical-Calicanto	224
Tabla 96. Lista de especies de mamíferos registrados en el Area Delta-Silical-Calicanto con número de registros, biomas, coberturas vegetales asociadas, gremios, red trófica, rol ecológico y periodo de actividad	224
Tabla 97. Especie de mamífero endémica registrada durante la caracterización realizada en el Área Delta-Silical-Calicanto	227
Tabla 98. Diagnósticos reportados por el IDIGER cercanos al área de proyecto del Plan Parcial	232
Tabla 99. Distribución porcentual y de extensión para las categorías amenaza por movimientos en masa dentro del Proyecto de Plan parcial	235
Tabla 100. Categorización de la amenaza por rangos de factor de seguridad (FS) - Condición normal	235
Tabla 101. Categorización de la amenaza por rangos de factor de seguridad (FS) - Condición Extrema	236
Tabla 102. Resultado de los análisis de amenaza para la condición actual del terreno .	236
Tabla 103. Resultado de los análisis de amenaza para la condición con proyecto	240
Tabla 104. Clasificación de susceptibilidad por tipo de combustible	257
Tabla 105. Clasificación susceptibilidad por duración del combustible	257
Tabla 106. Clasificación de susceptibilidad por carga total de combustible	258
Tabla 107. Rangos de clasificación de susceptibilidad por vegetación	258
Tabla 108. Clasificación de amenaza considerando la precipitación total anual	259
Tabla 109. Clasificación de amenaza considerando las temperaturas medias anuales .	259
Tabla 110. Clasificación de amenaza considerando las pendientes del terreno	259
Tabla 111. Rangos de clasificación de amenaza por incendios forestales	260
Tabla 112. Estructura del Plan de Manejo Ambiental para el Plan Parcial	262



Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto	17
Figura 2. Ubicación geográfica de los puntos referidos en el Auto 0381 de 2015	26
Figura 3. Vista Aérea del año 2007 de la Cantera la Magola.	28
Figura 4. Vista Aérea del año 2015 de la Cantera la Magola	29
Figura 5. Vista Aérea del estado actual del polígono donde funcionaba cantera “La Magola”	29
Figura 6. Mapa Estratégico de Ruido Diurno Dominical dB(A)	30
Figura 7. Mapa Estratégico de Ruido Diurno Ordinario dB(A)	31
Figura 8. Mapa Estratégico de Ruido Nocturno Dominical dB(A)	31
Figura 9. Mapa Estratégico de Ruido Nocturno Ordinario dB(A)	32
Figura 10. Presencia de aguas subterráneas.....	32
Figura 11. Determinantes Ambientales del POMCA	33
Figura 12. Clasificación del Suelo	34
Figura 13. Sistema hídrico	34
Figura 14 Verificación de proyectos dentro del área de estudio.	35
Figura 15. Arbolado urbano	36
Figura 16. Reporte Tremarctos Colombia	36
Figura 17. Áreas de Intervención Ambiental	37
Figura 18. Situación Ambiental Conflictiva	38
Figura 19. Importancia global del impacto - línea base medio abiótico	45
Figura 20. Importancia global del impacto - línea base medio biótico	46
Figura 21. Importancia global del impacto - línea base medio socioeconómico	47
Figura 22. Importancia global componente ambiental - línea base.....	48
Figura 23. Importancia global del medio - línea base.....	48
Figura 24. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial.....	53
Figura 25. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial.....	54
Figura 26. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial.....	55
Figura 27. Importancia global componente ambiental - plan parcial.....	56
Figura 28. Importancia global del medio - plan parcial	56
Figura 29. Imagen Satelital analizada para fotointerpretación.....	58
Figura 30. Mapa geológico de Santafé de Bogotá, mostrando el área del proyecto (cuadro rojo)	59
Figura 31. Afloramiento de areniscas al norte del área	60
Figura 32. Intercalaciones de lutitas y areniscas al sur del área de estudio	60
Figura 33. Rasgos estructurales regionales en las áreas cercanas a la zona de estudio .	61
Figura 34. Esquema de Jerarquización geomorfológica propuesta por INGEOMINAS	62
Figura 35. Distribución de las pendientes en el área de estudio	65
Figura 36. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, vuelo C-61	70
Figura 37. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, vuelo R-1149	71
Figura 38. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, vuelo 22803004122009.....	72



Figura 39. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, imagen Google Earth	73
Figura 40. Mapa de geomorfología, evidenciando subunidades en el área de estudio.....	79
Figura 41. El paisaje expresión del nivel ecosistémico.....	80
Figura 42. Unidades Paisajísticas del Área de Estudio	84
Figura 43. Paisaje de Montaña	85
Figura 44. Paisaje de Zonas Urbanas.....	86
Figura 45. Delimitación de las cuencas de la Quebrada Serrezuela y El Encuentro	89
Figura 46. Perfiles longitudinales de los cauces principales analizados	89
Figura 47. Localización de Zanja de interés.....	90
Figura 48. Localización de las estaciones EAAB más próximas a la zona del proyecto ...	91
Figura 49. Distribución de la Sabana	94
Figura 50. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 5 años y una duración de 3 horas	95
Figura 51. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 10 años y una duración de 3 horas	95
Figura 52. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 100 años y una duración de 3 horas.....	95
Figura 53. Modelo topológico HEC-HMS - Cuencas Serrezuela y El Encuentro	97
Figura 54. Hidrogramas de creciente en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 5 años)	97
Figura 55. Hidrogramas de creciente en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 10 años)	98
Figura 56. Hidrogramas de creciente en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 100 años)	98
Figura 57. Tomas de calidad de agua	101
Figura 58. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo agua superficial	102
Figura 59. Actividades de la etapa de preparación	103
Figura 60. Contenido de sales registrado en los puntos de monitoreo	107
Figura 61. Nitratos y nitritos registrados en los puntos de monitoreo	108
Figura 62. Zonas hidrogeológicas de Colombia	110
Figura 63. Presencia de aguas subterráneas.....	111
Figura 64. Sistemas de flujo de una cuenca regional.....	113
Figura 65. Representación gráfica del modelo hidrogeológico conceptual de Bogotá. Se evidencia en negro el área del proyecto	115
Figura 66. Zonificación geotécnica para el Área de estudio del Plan Parcial.....	118
Figura 67. Localización de las líneas de refracción sísmica	122
Figura 68. Localización de sondeos y apiques para la exploración del subsuelo	122
Figura 69. Resultado de SPT sondeos de percusión y rotación	124
Figura 70. Resultados de corte con veleta in-situ.....	124
Figura 71. Unidades Cartográficas de Suelo.....	129
Figura 72. Uso potencial del suelo	133
Figura 73. Uso Actual del suelo	135
Figura 74. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire .	141
Figura 75. Concentraciones de material particulado PM10.	143
Figura 76. Concentraciones de material particulado PM2.5.	145



Figura 77. Índice de calidad de aire – ICA para PM10	148
Figura 78. Índice de calidad de aire – ICA para PM10	148
Figura 79. Distribución de estructura ecológica principal	151
Figura 80. Clasificación de zona de vida por el Dr. Holdridge	152
Figura 81. Distribución de cobertura de tierras.....	156
Figura 82. Curva de acumulación plantación forestal.....	165
Figura 83. IVI por cada variable	168
Figura 84. Abundancia por clase diamétrica	168
Figura 85. Abundancia por clase altimétrica	169
Figura 86. Curva de acumulación Bosque de galería.....	172
Figura 87. IVI bosque de galería por variable	175
Figura 88. Abundancia por clase diamétrica BG	175
Figura 89. Abundancia por clase altimétrica BG	177
Figura 90. Curva de acumulación Vegetación secundaria.....	180
Figura 91. IVI Vegetación secundaria por variable.....	182
Figura 92. Abundancia por clase diamétrica VS.....	183
Figura 93. Abundancia por clase altimétrica VS.....	184
Figura 94. Curva de acumulación Pastos enmalezados.....	187
Figura 95. Ubicación espacial del Retamo Espinoso	190
Figura 96. Riqueza del Área de influencia del Área Delta-Silical-Calicanto, en fauna de Reptiles. Departamento de Cundinamarca	198
Figura 97. Riqueza del Al del Area Delta-Silical-Calicanto, en fauna de Reptiles. Departamento de Cundinamarca	199
Figura 98. Asociación de las especies de reptiles registradas a las unidades de cobertura monitoreadas	204
Figura 99. Curva de acumulación de especies registradas de Aves	206
Figura 100. Número de especies por cada orden de aves registradas en el área de influencia del proyecto	208
Figura 101. Especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto, distribuidas por familia	209
Figura 102. Tiranuelo gorgiblanco (Mecocerculus leucophrys)	210
Figura 103. Gavilán caminero (Rupornis magnirostris) especie registrada en la categoría II de Cites.	217
Figura 104. Pava andina (Penelope montagnii) especie consumida y mantenida como mascota	218
Figura 105. Principales rutas y corredores de migración de las aves.....	220
Figura 106. Distribución de especies registradas de aves por gremios tróficos	221
Figura 107. Riqueza de especies de aves asociadas a las unidades de cobertura monitoreadas.....	223
Figura 108. Ardilla (Syntheosciurus granatensis).....	226
Figura 109. Cusumbo, registrado en vegetación secundaria dominada por pinos en predio Silical (Nasua olivacea).....	227
Figura 110. Localización Diagnósticos de emergencias cercanos al área del proyecto - IDIGER	232
Figura 111. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el Área de estudio del Plan Parcial	234



Figura 112. Representación porcentual de las categorías de amenaza por movimientos en masa dentro del área del proyecto de Plan Parcial	235
Figura 113. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el escenario sin proyecto	242
Figura 114. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el escenario con proyecto	243
Figura 115. Fallas geológicas activas cercanas a la Ciudad de Bogotá	244
Figura 116. Mapa de microzonificación sísmica para el Área de estudio del Plan Parcial	245
Figura 117. Mapa de categorización de amenaza sísmica para Bogotá y para el área de Plan Parcial (Escala Nacional).....	246
Figura 118. Velocidad de onda LRS 1	247
Figura 119. Velocidad de onda LRS 2	247
Figura 120. Velocidad de onda LRS 4	248
Figura 121. Velocidad de onda LRS 4	248
Figura 122. Velocidad de onda LRS 5	248
Figura 123. Velocidad de onda LRS 6	248
Figura 124. Velocidad de onda LRS 7	249
Figura 125. Velocidad de onda LRS 8	249
Figura 126. Velocidad de onda LRS 9	249
Figura 127. Velocidad de onda LRS 10	249
Figura 128. Amenaza por inundación bajo el escenario de encharcamiento para el área de proyecto del Plan Parcial (cuadro color negro).....	251
Figura 129. Amenaza por inundación bajo el escenario de desbordamiento para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado).....	252
Figura 130. Amenaza por inundación bajo el escenario de rompimiento de Jarillones para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado).....	253
Figura 131. Amenaza por avenidas torrenciales para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado).....	255
Figura 132. Amenaza por incendios forestales para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado).....	256
Figura 133. Mapa de amenaza por incendios forestales en el área del proyecto del Plan Parcial	261
Figura 134. Estructura Ambiental.....	308

Lista de fotografías

Fotografía 1. Fotografías relacionadas con el trabajo de campo realizado en la zona	18
Fotografía 2. Fotografías relacionadas con el trabajo de campo en la zona nororiental ...	19
Fotografía 3. Fotografías del recorrido en el costado oriental con dirección hacia el sur de la zona	20
Fotografía 4. Fotografía de parte de la infraestructura observada.....	20
Fotografía 5. Deslizamiento #1, ubicado en el límite sur de los predios	67
Fotografía 6. Área de inestabilidad con grieta de tensión.....	68
Fotografía 7. Áreas de socavación y canales producto del agua de escorrentía	69
Fotografía 8. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes	74



Fotografía 9. Laderas de contrapendiente	75
Fotografía 10. Cauce Aluvial de la Quebrada Serrezuela (izquierda) y Quebrada El Encuentro (derecha)	76
Fotografía 11. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes	77
Fotografía 12. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes	78
Fotografía 13. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes	78
Fotografía 14 Quebradas identificadas	87
Fotografía 15. Anolis heterodermus	199
Fotografía 16. Atractus crassicaudatus	199



1 INTRODUCCIÓN

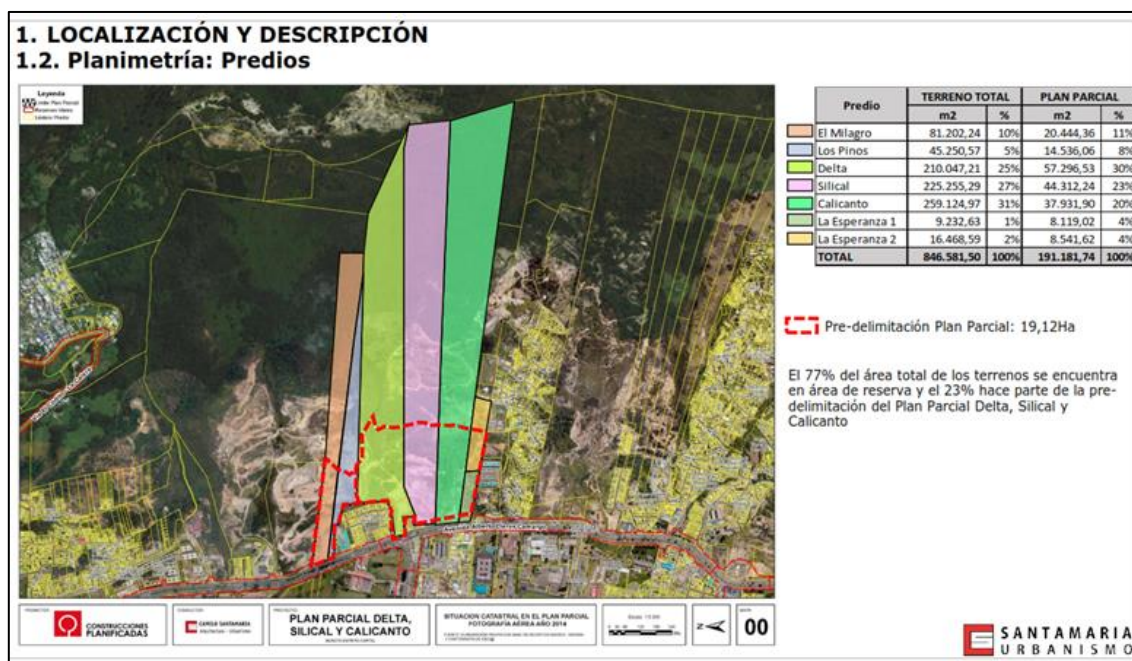
El presente estudio tiene por objeto formular el componente ambiental del plan parcial Lote Delta – Silical – Calicanto que adelanta Construcciones Planificadas S.A - CPSA, de acuerdo con los términos de referencia y los requerimientos de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), demás autoridades del Distrito y los lineamientos de la Empresa Construcciones Planificadas S.A.



2 LOCALIZACIÓN

El proyecto del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto, se ubica en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Usaquén, sobre la Avenida Alberto Lleras Camargo (Carrera séptima) entre las calles 167D y 172.

Del área del proyecto el 77% del total de los predios se encuentra en zona de reserva y el restante 23% hace parte de la pre-delimitación del plan parcial, con un área aproximada de 19,12 hectáreas (Figura 1).



Fuente: Construcciones Planificadas, 2023

Figura 1. Ubicación geográfica Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto



3 DEFINICIÓN Y COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN BASE

3.1 VISITAS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Los días 10 y 11 de enero de 2023 se realizó la visita de campo con el fin de identificar el área donde se propone la realización del proyecto del Plan parcial Delta, Silical y Calicanto, y determinar puntos estratégicos para el monitoreo de variables ambientales en los recursos de aire, agua y suelo. Se realizó el ingreso al predio delta por la carrera 7 con calle 170 aproximadamente, donde fue posible identificar infraestructura existente derivada de las actividades previas que allí se desarrollaron, vías de acceso e infraestructura para la explotación de materiales de construcción.

Ingreso al predio Delta por la carrera 7.



Vías de acceso por el predio Delta.



Infraestructura existente utilizada para la extracción de arena.



Punto para monitoreo de calidad del aire.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 1. Fotografías relacionadas con el trabajo de campo realizado en la zona

Dando continuidad con el recorrido se llegó al costado norte del predio Delta, hasta encontrar la quebrada Serrezuela la cual es canalizada a la altura de la carrera 7 con calle 170 B, y se avanzó en línea recta hasta llegar al límite del costado nororiental de la Pre-delimitación del plan parcial; en este recorrido fue posible identificar especies de flora de



interés para la conservación, las cuales se encuentran dentro de la delimitación de la ronda hídrica de conservación de la Quebrada Serrezuela.

Canalización de la quebrada Serrezuela en la carrera 7 con calle 170 B aproximadamente. (Punto monitoreo calidad del agua).



Quebrada Serrezuela dentro del predio Delta del Plan parcial.



Especies de flora de interés para la conservación de la quebrada Serrezuela



Quebrada Serrezuela costado nororiental del polígono de la predelimitación del plan parcial en el predio Delta. (Punto Monitoreo calidad del agua)



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 2. Fotografías relacionadas con el trabajo de campo en la zona nororiental

El recorrido avanzó por todo el costado oriental hacia el sur del polígono de la predelimitación pasando por los predios Delta, Silical, Calicanto hasta llegar al predio la Esperanza 2, donde es posible identificar cuerpos de agua los cuales por sus características permiten establecer que son efímeros producto de escorrentía, así mismo, se identifican especies de flora introducidas como eucalipto y retamo espinoso.

A continuación, se resumen algunas fotografías de esta zona de los predios.



*Corriente efímera producto de escorrentía
identificada dentro del polígono*



*Corriente efímera identificada en el costado
sur del polígono de la pre-delimitación del plan
parcial*



*Especies introducidas retamo espinoso y
eucalipto.*



*Límite costado sur del polígono de la pre-
delimitación del plan parcial, donde es posible
evidenciar tejido urbano*



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 3. Fotografías del recorrido en el costado oriental con dirección hacia el sur de la zona

Finalmente, en la parte central del polígono de la pre-delimitación se identificó infraestructura que fue empleada en la explotación y aprovechamiento de arena, siendo este punto de interés para el monitoreo de calidad del aire.

*Infraestructura existente en el predio Silical
(Punto de monitoreo calidad del aire).*



Infraestructura existente en el predio Silical



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 4. Fotografía de parte de la infraestructura observada



3.2 INFORMACIÓN BASE DEL ÁREA DE ESTUDIO

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la información del componente ambiental a partir de la información secundaria disponible en los documentos que se relacionan a continuación:

- ✓ Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022-2035 Decreto 555 de 2021.
- ✓ Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Río Bogotá 2019.

Así mismo, se consultó en línea en los visores geográficos que se listan a continuación:

- ✓ Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente enero de 2023.
- ✓ TREMARCTOS-COLOMBIA enero de 2023.

3.2.1 Análisis del estado del Plan de Manejo, Restauración y Recuperación Ambiental, “La Magola”

En el presente numeral y basados en los archivos de información de actuaciones administrativas con la que se cuenta en referencia al Plan de Manejo, Restauración y Recuperación Ambiental de la cantera denominada “La Magola”, se presenta un análisis de la trazabilidad administrativa de este plan el cual se describe a continuación:

- Mediante **Resolución N. 0640 del 26 de abril de 2007**, se establece el Plan de Manejo, Recuperación y Restauración Ambiental a favor de la empresa Bienes y Comercio S.A, para el área del LOTE DELTA de la cantera La Magola, ubicada en el costado norte de la carrera 7 con calle 170, el cual debe realizarse con miras al cierre definitivo de la cantera, entre las cotas 2580 y 2700 con una extensión total de 6 ha y se llevará a cabo en un término de doce (12) meses. Folio 817, tomo 7.
- Mediante **Resolución N. 0641 del 26 de abril de 2007**, se establece el Plan de Manejo, Recuperación y Restauración Ambiental a favor de la empresa Bienes y Comercio S.A, para el área de la cantera LA MAGOLA, ubicada en el costado oriental de la carrera 7ª con calle 170, el cual debe realizarse con miras al cierre definitivo de la cantera, entre las cotas 2580 y 2820 con una extensión total de 29 ha y 7611.89 m², se llevará a cabo en un término de doce (12) meses. Folio 821, tomo 7.
- Mediante **Resolución N° 077 del 14 de mayo de 2008**, se suspende el término de ejecución del Plan de Manejo Recuperación y/o Restauración Ambiental para el área del lote Delta de la cantera La Magola, con Resolución N° 640 del 26 de abril de 2007, hasta tanto la interesada obtenga la autorización correspondiente por parte de la Autoridad ambiental competente. Folio 946, tomo 7.
- Mediante **Resolución N° 142 del 23 de octubre de 2008**, se prorroga por un término de doce (12) meses la ejecución del Plan de Manejo Recuperación y/o Restauración Ambiental, establecido a la empresa Bienes y Comercio S.A. con

Resolución N° 641 del 26 de abril de 2007, para el área de la cantera La Magola, ubicada al costado oriental de la carrera 7ª N° 169 -76. Folio 1021, tomo 8.

- Mediante **Radicado N° 20091101170 del 02 de febrero de 2009**, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial remite copia de la comunicación suscrita por el señor Ricardo Vanegas Sierra, Gerente de la Constructora Palo Alto y Cía. S en C. mediante el cual se informa de presuntas irregularidades en actos administrativos emitidos por la Corporación, en donde se ha comprometido la Reserva Forestal de los Cerros Orientales de Bogotá. Folio 1053, tomo 8.
- Mediante **Radicado N° 20091110291 del 09 de julio de 2009**, se solicita el levantamiento de la suspensión de la medida ordenada en la Resolución 77 del 14 de mayo de 2008. Folio 1224, tomo 9.
- Mediante **Auto N° 744 del 14 de julio de 2009**, se requiere que se alleguen al expediente los siguientes documentos: inventario de los árboles que se verán afectados con la aprobación del ajuste del PMRRA solicitado y el programa de compensación por la tala a desarrollarse en el área que se está recuperando con la ejecución del PMRRA. Folio 1225, tomo 9.
- Mediante **Resolución N° 115 del 14 de julio de 2008**, se levanta la declaratoria de suspensión del término de ejecución del PMRRA, para el área del Lote Delta de la Cantera La Magola ubicada al costado norte y se prorroga por un año el termino de ejecución de dicho PMRRA. Folio 1232, tomo 9.
- Mediante **Resolución N° 163 del 03 de noviembre de 2009**, se otorga un último e improrrogable plazo de doce meses para la ejecución del PMRRA, mediante la Resolución N° 641 de 2007, para el área de la Cantera La Magola, ubicada en el costado Oriental. Folio 1465, tomo 10.
- Mediante **Resolución N° 059 del 23 de marzo de 2010**, se modifica la Resolución 640 del 26 de abril de 2007, en el sentido de levantar la prohibición contenida en el segundo punto del artículo, relativa a la utilización de explosivos en el desarrollo de la ejecución del PMRRA, establecido a favor de la Sociedad Bienes y Comercio S.A., para el área del Lote Delta de la cantera La Magola. Folio 1589, tomo 11.
- Mediante **Resolución N° 196 del 05 de noviembre de 2010**, se otorga un último e improrrogable plazo de 24 meses, para la ejecución del Plan de Manejo, Recuperación y Restauración Ambiental, establecido mediante la Resolución 640 del 26 de abril de 2007, para el área del Lote Delta de la Cantera La Magola, ubicada al costado norte de la carrera 7ª, a realizarse con miras al cierre definitivo. Folio 1914, tomo 13.
- Mediante **Auto N° 1075 del 05 de noviembre de 2010**, se requiere a la empresa Bienes y Comercio S. A, para que ejecute la recuperación del Lote Delta de la cantera La Magola, y para que se realicen algunas actividades. Folio 1920, tomo 13.

- Mediante **Resolución N° 233 del 10 de diciembre de 2010**, se acoge el permiso N° 041 del 01 de diciembre de 2010, en el cual se autorizó el aprovechamiento forestal de árboles exóticos de la especie eucalipto para 413 individuos, y en consecuencia declarar que el mismo hace parte del proceso de ejecución del PMRRA, establecido, Folio 1995, tomo 13.
- Mediante **Resolución N° 234 del 10 de diciembre de 2010**, por medio del cual se autoriza la disposición de biosólidos, para la recuperación ambiental del área de la cantera La Magola. Folio 2000, tomo 13.
- Mediante **Auto N° 0094 del 02 de febrero de 2011**, se requiere a la empresa Bienes y Comercio S.A., para la recuperación del área de la cantera La Magola, ubicada al costado oriental de la Carrera 7ª, para que allegue a la Corporación debidamente diligenciados los anexos II y III, para proceder a realizar la liquidación por concepto del servicio de evaluación ambiental. Folio 2058, tomo 13.
- Mediante **Auto N°. 0093 del 02 de febrero de 2011**, se requiere a la empresa Bienes y Comercio S.A., para la recuperación del área del Lote Delta de la cantera La Magola, ubicada en el costado norte, para que allegue a la Corporación debidamente diligenciados los anexos II y III, para proceder a realizar la liquidación por concepto del servicio de evaluación ambiental. Folio 2062, tomo 13.
- Mediante **Auto N° 0445 del 26 de abril de 2011**, se requiere a la Empresa Bienes y Servicios S.A., en su calidad de ejecutora del PMRRA, del área de la cantera La Magola ubicada en el costado oriental de la carrera 7ª con calle 170, para que proceda a cancelar a la Corporación por concepto del servicio de seguimiento ambiental la suma de \$713.269. Folio 2156, tomo 13.
- **Mediante Auto N° 0446 del 26 de abril de 2011**, se requiere a la Empresa Bienes y Servicio S.A., en su calidad de ejecutora del PMRRA, del área del Lote Delta de la cantera La Magola ubicada en el costado norte de la carrera 7ª con calle 170, para que proceda a cancelar a la Corporación por concepto del servicio de seguimiento ambiental la suma de \$713.269. Folio 2161, tomo 13.
- Mediante **Radicado N° 20121123055 del 13 de febrero de 2013**, se allega el informe final de las actividades realizadas hasta la fecha, para el área del Lote Delta. Folio 2470 tomo 15.
- Mediante **Auto N° 353 del 16 de julio de 2013**, se reprograma la visita técnica de evaluación final para el área de la Cantera La Magola, ubicado en el Costado Oriental, con el propósito de determinar el cumplimiento o no de las obligaciones consignadas en el PMRRA. Folio 2494, tomo 15.
- Mediante **Auto N° 354 del 16 de julio de 2013**, se reprograma la visita técnica de evaluación final para el área del Lote Delta de la Cantera La Magola, ubicado en el Costado Oriental, con el propósito de determinar el cumplimiento o no de las obligaciones consignadas en el PMRRA. Folio 2496, tomo 15.



- Se realiza **informe técnico N° 284 de 10 de marzo de 2014**, para el área de la Cantera La Magola. Folio 2521, tomo 15.
- Se realiza **informe técnico N° 722 de 09 de junio de 2014**, para el área Lote Delta de la Cantera La Magola. Folio 2544, tomo 15.
- Mediante **Auto N° 800 del 09 de octubre de 2014**, se remite el expediente 800176.1-24618, contentivo del trámite administrativo de establecimiento de Plan de Manejo, Recuperación y/o Restauración Ambiental a la Sociedad Bienes y Comercio S.A., para el área de la cantera La Magola y el Lote Delta, ubicado en el costado oriental de la carrera 7ª con calle 170, a la Secretaria Distrital de Ambiente. Folio 2567, tomo 15.
- Mediante **Radicado N° 20141131461 del 19 de noviembre de 2014**, la Secretaría Distrital de Ambiente realiza la devolución del expediente 24618, a nombre de Bienes y Comercio S.A, para que la Corporación continúe ejerciendo el control y seguimiento a dicho predio, hasta tanto la Secretaria Distrital de Planeación con acto administrativo firmado por el Alcalde Mayor modifique el área considerada actualmente como perímetro urbano de la ciudad de Bogotá. Folio 2574, tomo 15.
- Mediante **Memorando N° 01153100325 de 22 de abril de 2015**, se solicita a la Dirección de Gestión del Ordenamiento Ambiental y Territorial, apoyo desde el punto de vista técnico para que se emita un concepto relacionado con un eventual riesgo por caída de rocas del talud dejado sin revegetalizar localizado en el Lote Delta de la Cantera La Magola. Folio 2575, tomo 15.
- Mediante **Memorando N° 20153117405 de 12 de mayo de 2015**, DGOAT, se informa que el día 14 de mayo de 2015, se realizará una visita, por parte de un profesional de geotecnia y una vez se emita el concepto técnico se enviará para los fines pertinentes. Folio 2576, tomo 15.
- Mediante **Memorando N° 20153120373 de 03 de junio de 2015**, DGOAT informa que el día 10 de junio de 2015, se realizará una visita, por parte de un profesional de geotecnia y una vez se emita el concepto técnico se enviará para los fines pertinentes. Folio 2576, tomo 15.
- Mediante **Auto N° 381 del 10 de junio de 2015**, se requiere a la sociedad Bienes y Comercio S.A, el cumplimiento de unas obligaciones para el área de la cantera La Magola, ubicado en el costado oriental de la carrera 7, en el cual se establece un tiempo de cuatro (4) meses, contados a partir de la aprobación del cronograma requerido por parte de la Corporación. Folio 2578, tomo 15.
- Mediante **Radicado N° 20151121383 del 09 de julio de 2015**, la sociedad Bienes y Comercio, remite el cronograma de actividades necesarias para realizar la revegetalización de las dos terrazas faltantes del PMRRA, aprobado de acuerdo con la Resolución 641 del 26 de abril de 2007 y la estimación de los individuos de retamo espinoso que se encuentran en el área restaurada. Folio 2584, tomo 15.
- Mediante **Radicado N° 20151125510 del 19 de agosto de 2015**, la Agencia Nacional de Minería anexa copia de la Resolución N° 249 del 08 de mayo de 2015



en el que se declara viable la renuncia presentada por el titular del Registro Minero de Cantera N° 015 y la Resolución N°. 244 del 08 de mayo de 2015, en él se declara viable la renuncia presentada por el titular del Registro Minero de Cantera N° 015 Folio 2591, tomo 15.

- Mediante **Radicado N° 20161104398 del 05 de febrero de 2016**, se remite el informe final sobre la ejecución total de los requerimientos dispuestos mediante Auto 0381 de 10 de junio de 2015, y poder dar así por cumplido el PMRRA, aprobado para el inmueble anteriormente denominado Cantera La Magola, mediante Resolución 641 del 26 de abril de 2007. Folio 2610, tomo 15.
- Mediante **Auto N° 0942 del 04 de julio de 2019**, se dispone a ordenar el archivo definitivo del **expediente 24618**, por expiración de la Resolución 640 del 26 de marzo de 2007, estableció un Plan de Manejo de Recuperación y Restauración Ambiental – PMRRA, a favor de la empresa BIENES Y COMERCIO S.A. identificado con NIT. 830113608-4, para el área del lote Delta de la Cantera La Magola, ubicada en el costado norte de la Carrera 7 con calle 170, localidad de Usaquén, Bogotá D.C.

3.2.1.1 Consideraciones respecto a las actuaciones administrativas.

Teniendo en cuenta que el **Auto 0942 del 04 de julio de 2019**, hace referencia a los requerimientos establecidos en el Auto 381 del 10 de junio de 2015 en el cual se menciona:

(...) “De otra parte, frente a la recomendación de empradizar los taludes 8 y 9, así como su mantenimiento dichas acciones fueron requeridas mediante Auto DRBC No. 381 del 10 de junio de 2015” (...).

Es posible mencionar que dichos requerimientos hacen en referencia al costado oriental de la cantera cuyo acto administrativo de adopción corresponde a la **Resolución N. 0641 del 26 de abril de 2007**, en el que se establece el Plan de Manejo, Recuperación y Restauración Ambiental a favor de la empresa Bienes y Comercio S.A, para el área de la cantera LA MAGOLA, ubicada en el costado oriental de la carrera 7ª con calle 170, tal y como se cita en el Auto 381 del 10 de junio de 2015 en sus DISPOSICIONES Artículo 1:

(...) “Requerir a la sociedad BIENES Y COMERCIO S.A el cumplimiento de las siguientes obligaciones para el área de la CANTERA LA MAGOLA, ubicada en el costado oriental de la Carrera 7 con calle 170 jurisdicción de la localidad de Usaquén en el Distrito Capital de Bogotá dentro del área de la Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá”

“PARÁGRAFO: Las actividades de revegetalización deberán llevarse a cabo hasta donde llevo la restauración en el sitio de plantación de eucaliptos, es decir hasta el lineamiento que forman los puntos “A”, “B” y “C” de la cartografía que hace parte del Informe técnico OBDC No.284 de 10 de marzo de 2014” (...).

Cuyos puntos y según georreferencia citados en el mismo Auto 381 corresponden a:

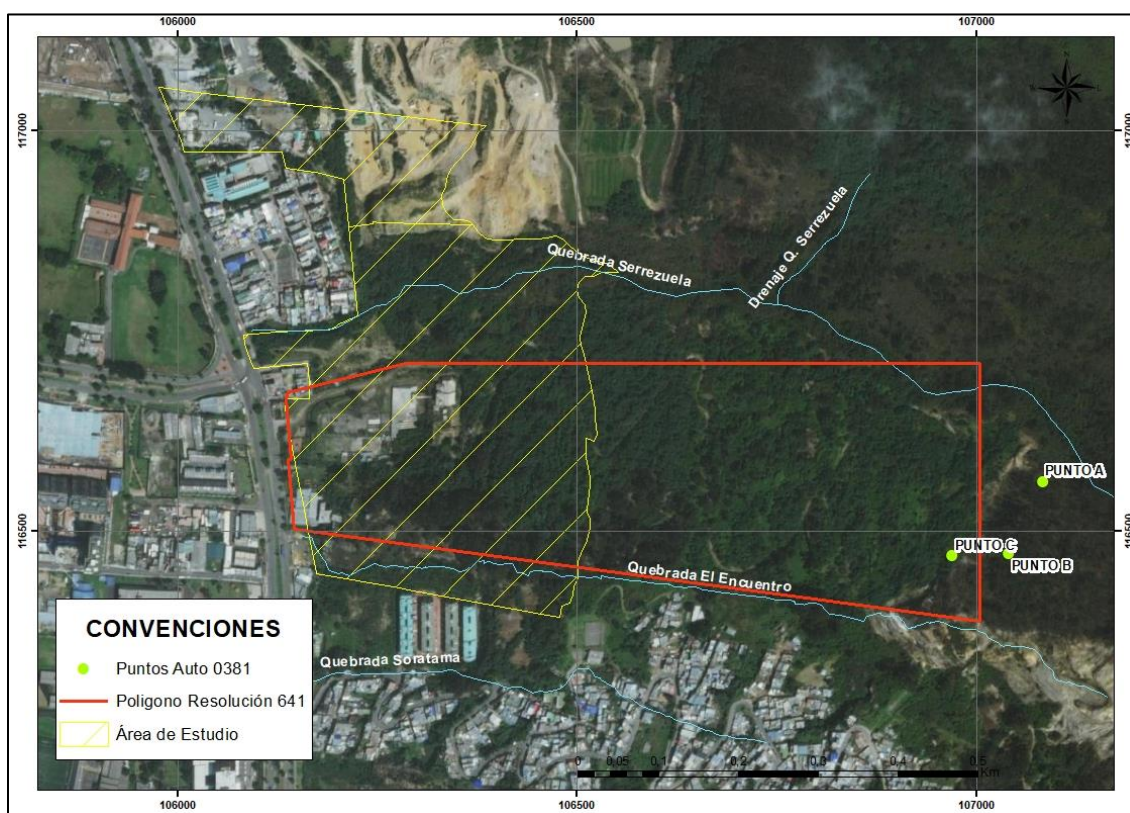


Tabla 1. Puntos referidos en el Auto 0381 de 2015

Punto	Coordenadas planas de Gauss, en magna Sirgas	
	Norte	Este
A	1.016.557	1.007.079
B	1.016.467	1.007.036
C	1.016.464	1.006.966

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Así mismo, se da claridad de la información referida anteriormente con la ubicación geográfica que se presenta en la siguiente figura y que permite establecer que dichas actividades de cumplimiento corresponden al PMRRA adoptado mediante Resolución 641 del 26 de abril de 2007.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 2. Ubicación geográfica de los puntos referidos en el Auto 0381 de 2015

Los cuales fueron subsanados según lo mencionado en el **Auto 0942 del 04 de julio de 2019**.

(...) “al cual el usuario dio respuesta mediante radicado 20161104398 del 5 de febrero de 2016, evaluado con el Informe Técnico DRBC No. 621 de junio de 2017, el cual conceptuó que se dio un cumplimiento parcial pero respecto a la compensación dada por el permiso de aprovechamiento forestal no se evidenció, pero también manifestó que “(...) así que se



puede establecer que el objetivo del PMRRA se cumplió en su mayoría, pues su finalidad era el cierre de la actividad minera y realizar la recuperación del área anteriormente intervenida, no obstante, falta que se cumplan al 100%, las actividades de revegetalización” (...).

Así mismo, el **Auto 0942 del 04 de julio de 2019**, menciona:

(...) “Por otra parte, es de resaltar que para la fecha que se requieren obligaciones mediante Auto DRBC No. 381 del 10 de junio de 2015, la vigencia del instrumento ya había expirado.

En este sentido, el instrumento perdió su obligatoriedad en razón a que desaparecieron los supuestos de hecho o de derecho en los cuales se fundamentó y uno de ellos fue el término dado para la ejecución de las actividades.

Que en aplicación de los principios generales que rigen las actuaciones administrativas; esta Corporación procederá a ordenar el archivo definitivo de las actuaciones adelantadas dentro del expediente en mención, de conformidad con el artículo 122 del Código General del proceso, norma procesal que es llamada a llenar los vacíos que posee la normatividad administrativa en virtud de lo preceptuado en el artículo 296 de la Ley 1437 de 2011, el cual indica que concluido el proceso, los expedientes se archivarán en el despacho judicial de primera o única instancia, salvo que la ley disponga otra cosa” (...).

Por lo anterior, se podría inferir que el PMRRA que se adoptó mediante la **Resolución N. 0641 del 26 de abril de 2007**, dio cumplimiento a lo establecido en dicha resolución y fue archivado, toda vez que hace parte del expediente No.24618 para el cual se ordena su archivo definitivo mediante **Auto 0942 del 04 de julio de 2019**, dado que al momento no se cuenta con ningún documento o acto administrativo que soporte el archivo y cumplimiento de esta resolución.

3.2.1.2 Consideraciones Técnicas de cumplimiento del PMRRA “La Magola” respecto al área de la resolución 641 del 2007 costado oriental.

En relación con el cumplimiento desde la parte técnica a las actividades del Plan de Manejo de Restauración y Recuperación Ambiental que se adoptó mediante Resolución 0641 del 2007, se presenta el siguiente análisis multitemporal del área en referencia.

En la Figura 3 se presenta una fotografía aérea del área de estudio del año 2007, fecha en la que se adopta la Resolución 0641 del 2007, en la imagen es posible evidenciar que en el polígono denominado “La Magola” ubicado al costado oriental del polígono de la delimitación del Plan Parcial Delta Silical Y Calicanto, se encontraba altamente impactado por las actividades de extracción de dicha cantera, en su mayoría el terreno se encuentra descubierto de cobertura vegetal y con gran alteración geomorfológica del mismo.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 3. Vista Aérea del año 2007 de la Cantera la Magola.

En segunda medida se hace una fotointerpretación del año 2015 en la que mediante Auto 381 de 2015 se requiere a la sociedad Bienes y Comercio S.A, el cumplimiento de unas obligaciones para el área de la cantera La Magola, ubicado en el costado oriental de la carrera 7, donde es posible identificar que efectivamente los tres puntos en mención (A,B y C) se encuentran descubiertos y con alteración geomorfológica del terreno, así mismo, se evidencia el avance de las obras de restauración y reconfiguración geomorfológica del resto del área en comparación a la fotografía del año 2007, dichas obras y actividades fueron radicadas en los informes de avance que se radicaron en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.





Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 4. Vista Aérea del año 2015 de la Cantera la Magola

En tercera medida se presenta la fotointerpretación del área en su estado actual año 2023, en donde es posible identificar que en el polígono denominado “La Magola”(el cual fue referido como área donde la sociedad desarrollo las actividades de reconfiguración geomorfológica y revegetalización del terreno atendiendo lo dispuesto en la Resolución 0641 del 2007), se evidencia que en su totalidad el terreno se encuentra recuperado geomorfológicamente como de cobertura vegetal y el impacto visual del paisaje en comparación con las fotografías de los años 2007 y 2015.



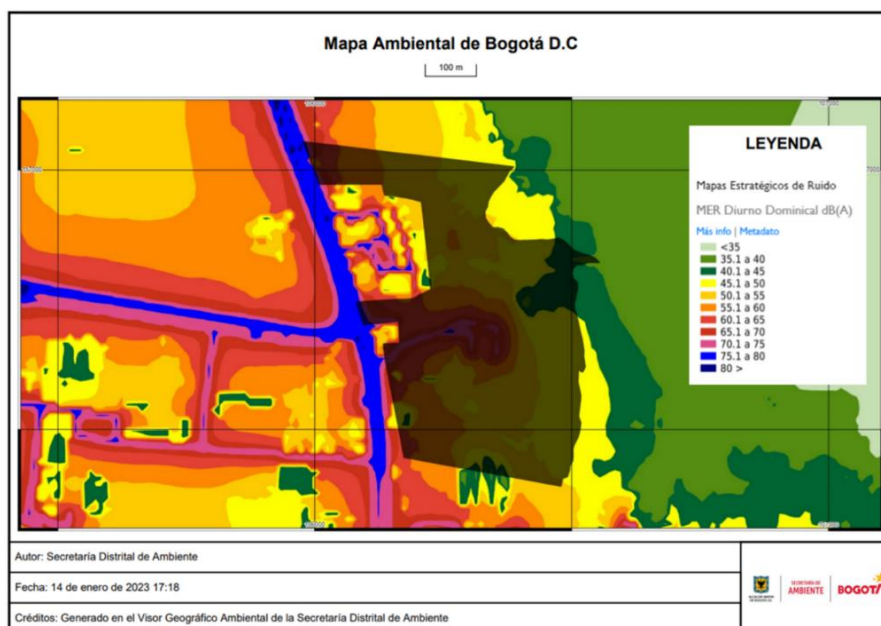
Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 5. Vista Aérea del estado actual del polígono donde funcionaba cantera “La Magola”

3.2.2 Información base componente Ruido

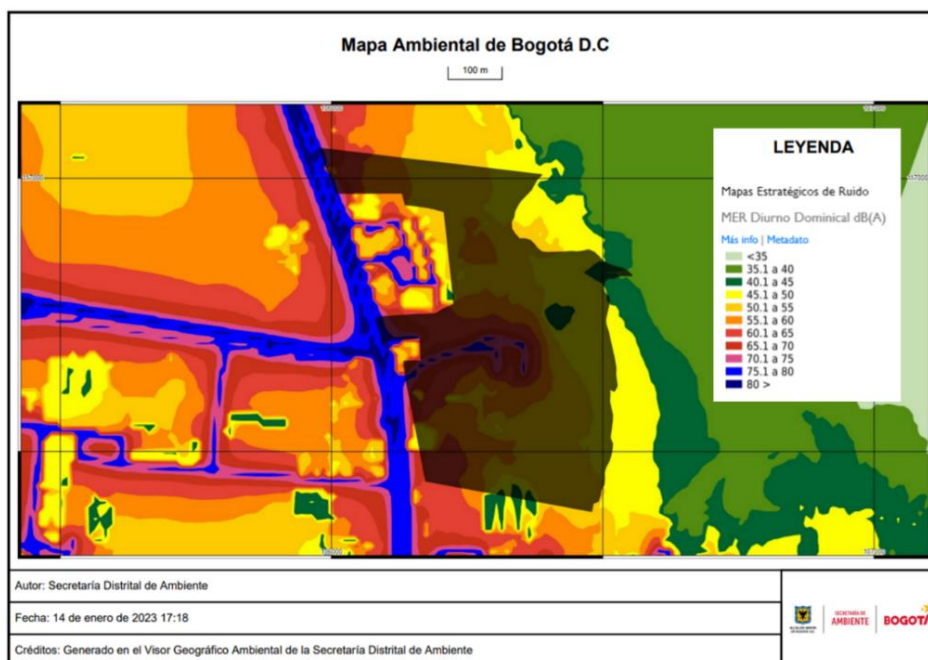
El primer aspecto evaluado a partir de la información que reposa en el Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente corresponde a los mapas estratégicos de ruido los cuales se presentan para cuatro escenarios (Figura 6- Diurno Dominical, Figura 7- Diurno Ordinario, Figura 8- Nocturno Dominical, Figura 9 – Nocturno Ordinario) registrando los mayores valores en la jornada diurna con zonas superiores a los 80 dB den mayor extensión en días ordinarios, situación que en la jornada nocturna no supera los 70 dB en ninguno de los dos tipos de días.

Así mismo se evidencia que en el área más alta de los predios, donde predomina una cobertura vegetal tipo vegetación secundaria predominan en las dos jornadas, así como en los dos tipos de día, valores que no superan los 55 dB y que en medida que se acerca al área de Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales disminuyen hasta llegar a 30 dB, mostrando a su vez que los valores son menores en la jornada nocturna y en los días dominicales.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

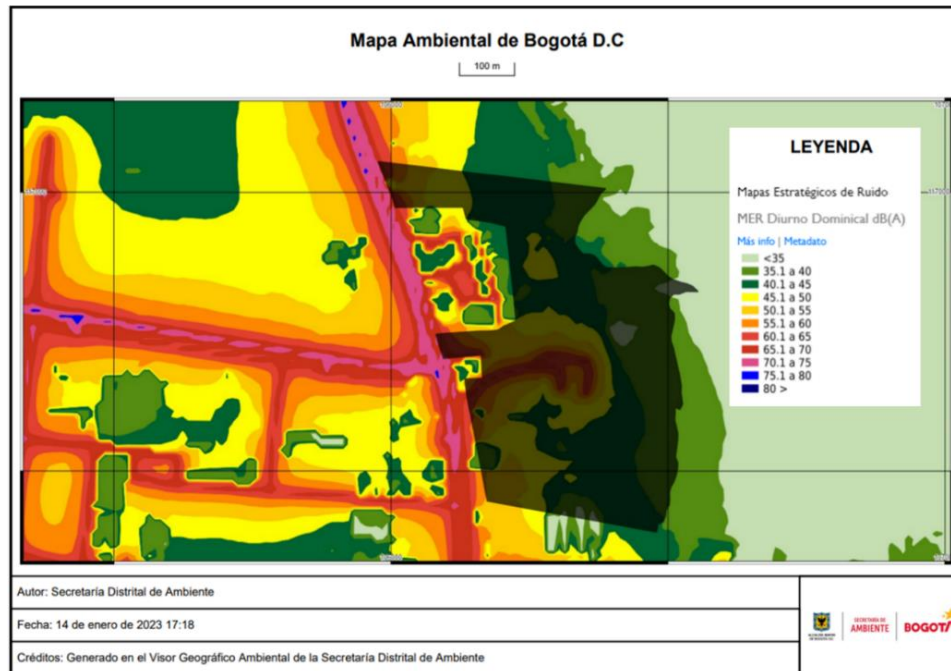
Figura 6. Mapa Estratégico de Ruido Diurno Dominical dB(A)



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

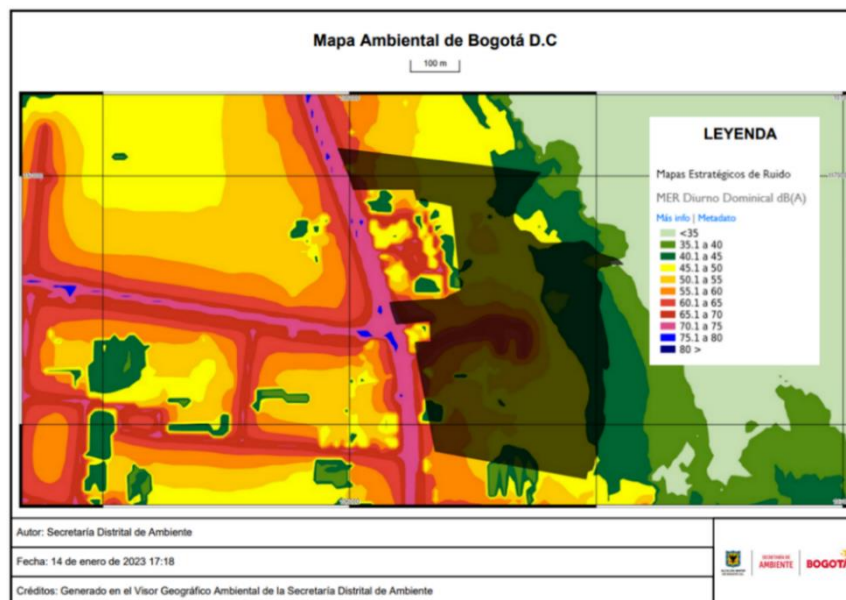


Figura 7. Mapa Estratégico de Ruido Diurno Ordinario dB(A)



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 8. Mapa Estratégico de Ruido Nocturno Dominical dB(A)



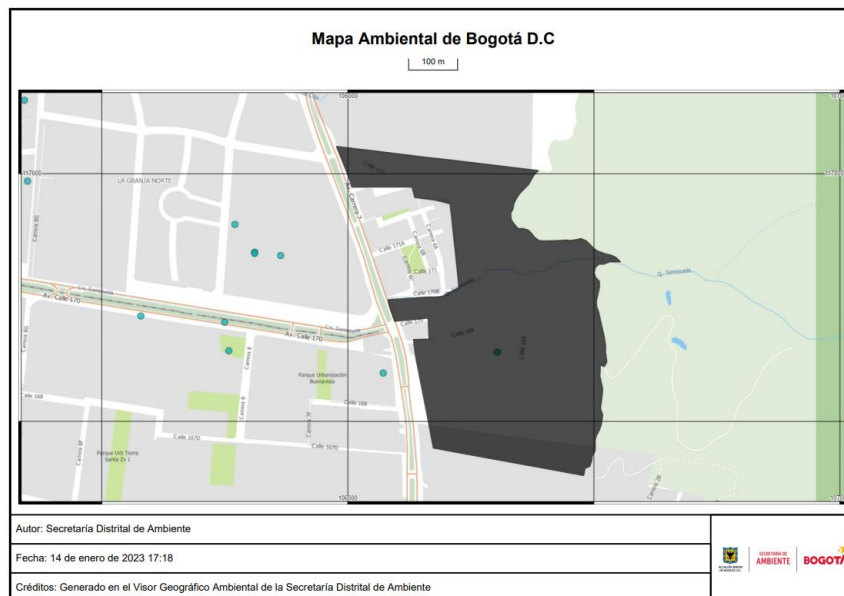
Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente



Figura 9. Mapa Estratégico de Ruido Nocturno Ordinario dB(A)

3.2.3 Información base componente hidrogeología

En el visor se identifica un punto de agua subterránea el cual puede corresponder a un antiguo punto de captación del proyecto de extracción de materiales, con el fin de corroborar la información se realiza una consulta a la Secretaría Distrital de Ambiente acerca de usos y usuarios del agua y puntos de agua subterránea en el área de estudio. La información de este componente se detalla en la Caracterización Física.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

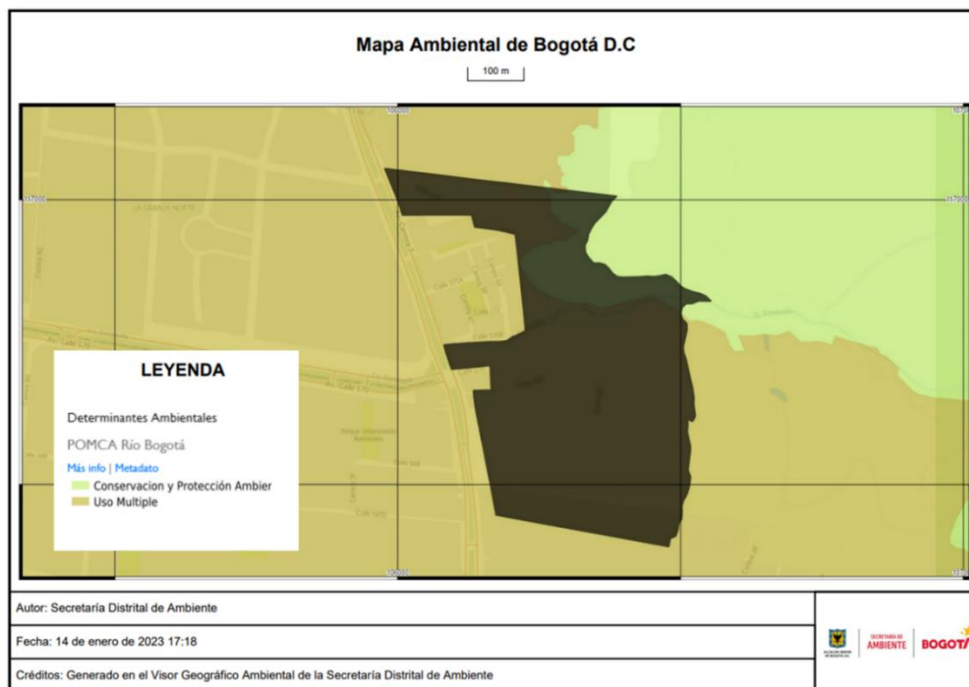
Figura 10. Presencia de aguas subterráneas

3.2.4 Información base suelos

A partir de las determinantes ambientales relacionadas con el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Río Bogotá, en el área de estudio se identifica un área predominante cuyo uso del suelo es múltiple donde se encuentran las zonas de uso y manejo denominadas restauración, áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas, siendo estas últimas las de interés para el Plan Parcial delta Silicato; y el área restante se ubica en un suelos de conservación y protección ambiental, en este sentido si bien estas áreas corresponden a las áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas; las áreas complementarias para la conservación como son las de distinción internacional (sitios Ramsar, reservas de biósfera, AICAS, patrimonio de la humanidad, entre otras); otras áreas (zonas de reserva forestal de la Ley 2ª de 1959, otras áreas regionales que no hacen parte del SINAP, metropolitanas, departamentales, distritales y municipales), y los suelos de protección que hacen parte de los planes y esquemas de ordenamiento territorial (POT) debidamente adoptados. También se incluyen as áreas de importancia ambiental: ecosistemas estratégicos (páramos, humedales, manglares, bosque seco, entre otros), la totalidad del polígono no se superpone con las zonas entes descritas a excepción de las



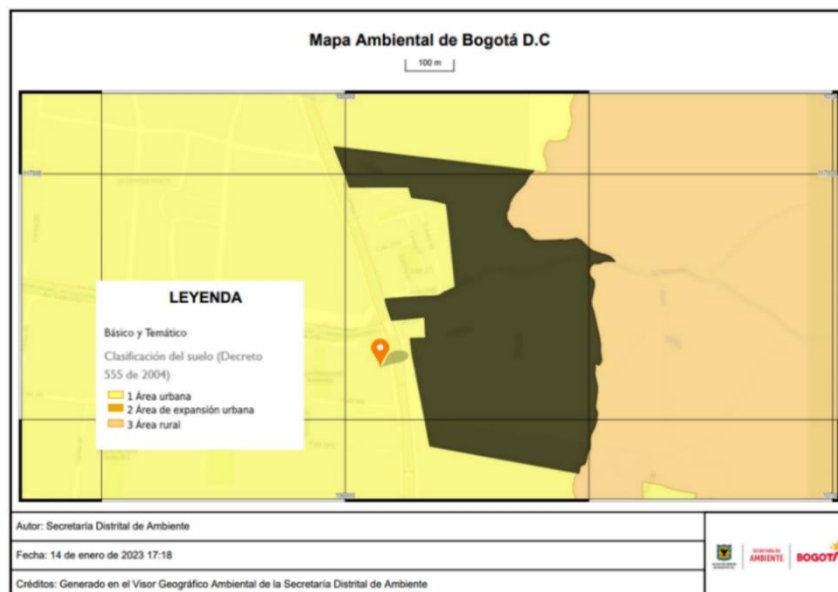
rondas hídricas que cruzan perpendicularmente el polígono como se detalla en el componente hidrológico.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 11. Determinantes Ambientales del POMCA

Adicionalmente, el Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022-2035, establece que el 100% del área delimitada para el plan parcial Delta Silicato se ubica dentro de los suelos clasificados como urbanos, como se evidencia en la Figura 12.



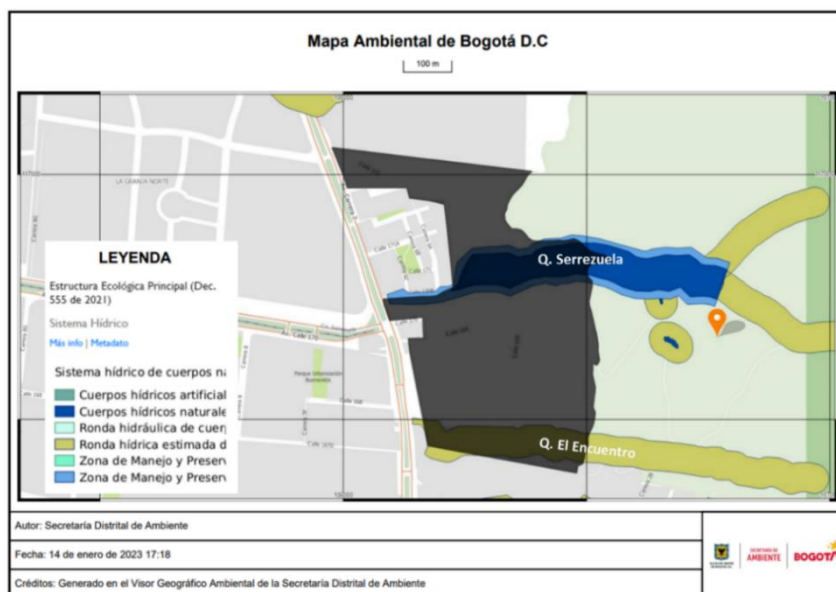
Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente



Figura 12. Clasificación del Suelo

3.2.5 Información base componente hidrología

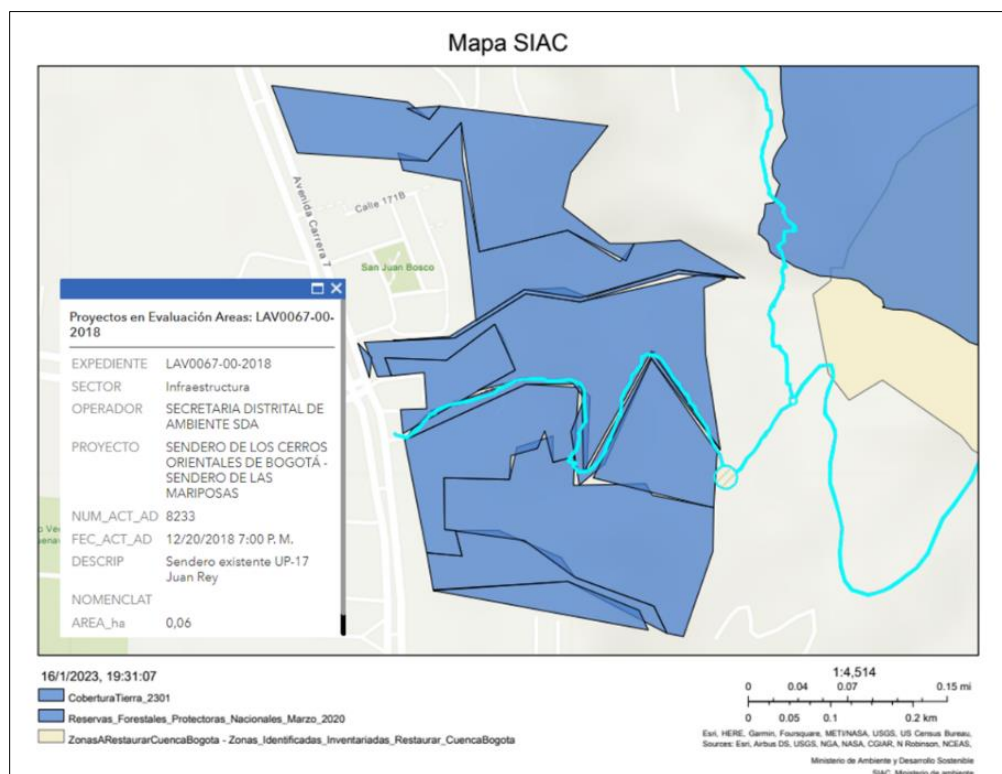
Dentro del polígono se encuentran dos corrientes hídricas, la primera ubicada en el costado norte del área de estudio (Q. Serrezuela) y la segunda al sur (Q. El Encuentro). La primera corriente es un cuerpo hídrico permanente en la parte baja e intermitente en la parte alta, ya que su comportamiento varía según la pluviosidad registrada en la zona. La segunda es una corriente intermitente cuya lámina de agua puede desaparecer completamente que en época seca.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 13. Sistema hídrico

De igual forma como parte de la evaluación de la información disponible, se realizó la consulta en línea en Parques Nacionales Naturales, secretaria Distrital de Medio Ambiente de Bogotá y Sistema de Información Ambiental SIAC, para verificar la presencia de áreas de reserva natural, y se identificó un proyecto en etapa de evaluación en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA denominado “Sendero de las Mariposas” del cual la Secretaria Distrital de Ambiente SDA desistió.

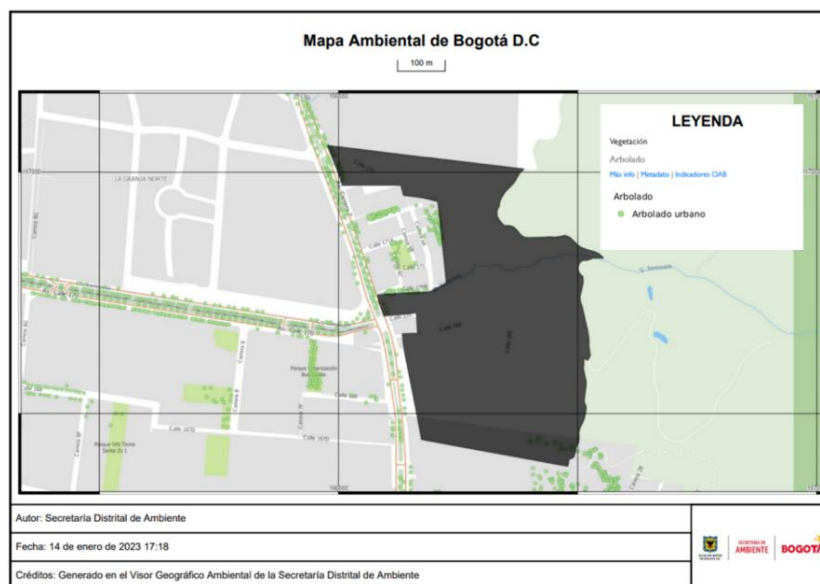


Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 14 Verificación de proyectos dentro del área de estudio.

3.2.6 Información base componente Flora

La recopilación de información base para el componente de Flora evidenció dentro del visor geográfico ambiental de la SDA una capa correspondiente al arbolado urbano; esta capa evidencia que, dentro del polígono dispuesto para el plan parcial, se presenta un grupo de individuos arbóreos que corresponden a aquellos que se presentan en la ronda hídrica de la quebrada El Encuentro, como se observa en la Figura 15.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 15. Arbolado urbano

3.2.7 Información base componente Fauna

De acuerdo con el reporte de Tremarctos Colombia, en las 19,22 Ha se encuentran áreas de distribución de especies de aves como se muestra en la Figura 16.



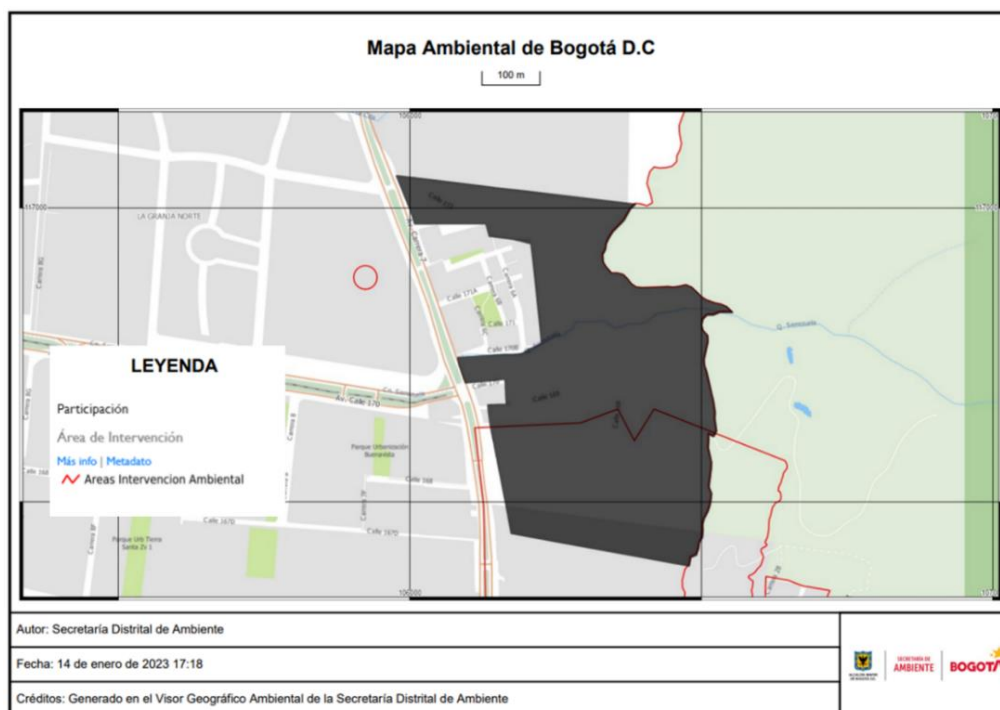
Fuente: Tremarctos Colombia, consultado 11/01/2023

Figura 16. Reporte Tremarctos Colombia



3.2.8 Información base de participación ciudadana

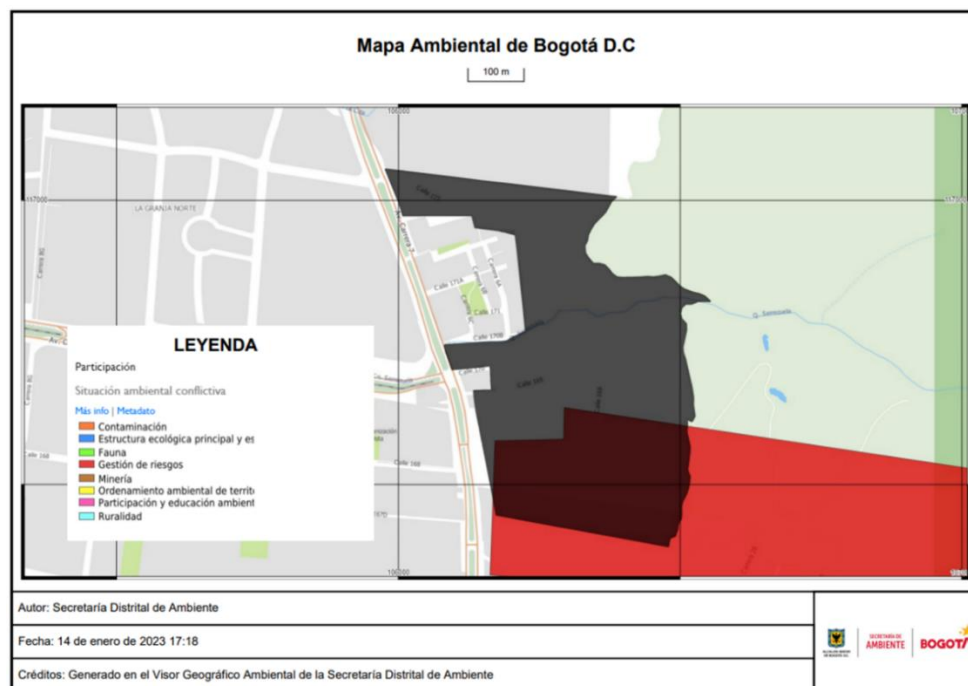
Dentro del polígono establecido para el plan parcial se delimitó un área denominada de Intervención Ambiental ya que en ella los agentes de participación ambiental (ciudadanos organizados, comunidad o líderes) generan acciones en su territorio buscando aportar en la construcción de una sociedad bogotana que se relaciona armónicamente con su entorno natural, de tal forma que se reconocen como aliados de la gestión de la Secretaría Distrital de Ambiente, específicamente se busca la sensibilización y vinculación de comunidad familias y docentes de los jardines de la Secretaría distrital de integración social.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 17. Áreas de Intervención Ambiental

Además de lo anterior, estas áreas se encuentran relacionadas parcialmente con una zona considerada en situación ambiental conflictiva en relación con la gestión del riesgo, ubicada hacia el sur del área, en cercanías a la Quebrada El Encuentro, como se evidencia en la Figura 18.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 18. Situación Ambiental Conflictiva



4 CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS AMBIENTALES A SER PROTEGIDOS

4.1 Identificación de los impactos ambientales

Para la identificación de los impactos ambientales se utiliza la Matriz de Identificación de Efectos desarrollada por Conesa (2010), que está compuesta por una serie de actividades generadoras de impacto contrapuestas a diversas características del medio ambiente susceptibles de alterarse. Esta matriz proporciona información visual de los elementos impactados y de las principales acciones que causan impactos.

El objetivo de esta técnica de identificación de impactos es la de establecer todas las interacciones existentes entre las actividades del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto y los componentes del medio ambiente intervenido y que, ya sea en forma individual o conjunta generan impactos tanto positivos como negativos. Y nos proporcionan información cualitativa de los elementos impactados y de las principales acciones que causan impactos.

Naturaleza (Signo): Indica el carácter positivo (+) o negativo (-) de las distintas actividades que van a tener efecto sobre cada componente.

En las columnas de la matriz se representan las actividades a realizarse y en las filas los factores ambientales susceptibles de ser afectados.

Tabla 2. Valores de Calificación para la Naturaleza

Valor	Criterios
±1	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes.

Fuente: Conesa, 2010.

Esta clasificación categoriza al impacto en una escala de color básica en la cual los impactos cuya naturaleza es negativa se enmarcan en la gama de los colores rojos y los de naturaleza positiva se categorizan dentro de la gama de los colores verdes.

Tabla 3. Naturaleza de los impactos

Impactos Naturaleza -	Impactos Naturaleza +
-1	1

Fuente: Adaptado por Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

4.1.1 Evaluación de Impactos Ambientales

Una vez identificadas las actividades y factores del medio, que se presume serán impactados por las actividades del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto, mediante la matriz de identificación de impactos, se procederá a la valoración cualitativa de dichos impactos, utilizando el método descrito en la Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa, 2010), mediante el cual se consigue dar un grado numérico a la importancia de un impacto determinado, identificado y estableciendo un valor cuantitativo a

cada impacto generado. Para la valoración de los impactos se tienen en cuenta los siguientes atributos:

Tabla 4. Modelo de la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

ATRIBUTOS	CALIFICACIÓN	VALOR	ATRIBUTOS	CALIFICACIÓN	VALOR
NATURALEZA (NA)	POSITIVO	(+)	RESILENCIA (RS)	REVERSIBLE	2
	NEGATIVO	(-)		MITIGABLE	4
INTENSIDAD (IN)	BAJA	2		IRREVERSIBLE	8
	MEDIA	4	SINERGIA (SI)	SIN SINERGISMO	2
	ALTA	8		SINÉRGICO	4
	MUY ALTA	12		MUY SINÉRGICO	8
ÁREA DE AFECTACIÓN (AA)	PUNTUAL	2	EFECTO (EF)	INDIRECTO	4
	LOCAL	4		DIRECTO	8
	REGIONAL	8	RECUPERABILIDAD (RE)	A CORTO PLAZO	1
	EXTRA - REGIONAL	12		A MEDIANO PLAZO	4
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (PO)	BAJA	2		MITIGABLE	8
	MEDIA	4		IRRECUPERABLE	12
	ALTA	8			
PERSISTENCIA (PE)	FUGAZ	2			
	TEMPORAL	4			
	PERMANENTE	8			
IMPORTANCIA (I)= - NA*(3IN+2AA+PO+PE+RS+SI+EF+RE)			NATURALEZA NEGATIVO		
			IRRELEVANTE	<-25 a -35	
			MODERADO	-35.1 a -70	
			SIGNIFICATIVO	-70.1 a >-85	
IMPORTANCIA (I)= + NA*(3IN+2AA+PO+PE+RS+SI+EF+RE)			NATURALEZA POSITIVO		
			IRRELEVANTE	< 25 a 35	
			MODERADO	35.1 a 70	
			SIGNIFICATIVO	70.1 a >85	

Fuente: Adaptado de Conesa, 2010.



Obtenidos los valores de importancia para cada impacto negativo, estos serán clasificados por rangos así, los valores que se extraen de esta fórmula pueden encontrarse entre 13 y 100 tanto para la naturaleza negativa o positiva. Los impactos con valores de importancia inferiores a 35 se consideran **irrelevantes**, mientras que los impactos **moderados** se sitúan entre 35.1 y 70 y finalmente serán **significativos** todos los impactos cuyo valor sea superior a 70.1 Sin embargo, con el fin de dar cumplimiento a lo establecido por el MADS en la Resolución 751 de 2015 y en la Resolución 1669 de 2017; es necesario ajustar los rangos de calificación, sin alterar las categorías anteriormente expuestas, dando como resultado los siguientes subvalores de importancia:

Tabla 5. Valores de Importancia de los impactos

IMPORTANCIA (I)					
NATURALEZA NEGATIVO (-)			NATURALEZA POSITIVO (+)		
IRRELEVANTE	IRRELEVANTE BAJO	<-25	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE BAJO	<25
	IRRELEVANTE ALTO	-25.1 a -35		IRRELEVANTE ALTO	25.1 a 35
MODERADO	MODERADO BAJO	-35.1 a -50	MODERADO	MODERADO BAJO	35.1 a 50
	MODERADO ALTO	-50.1 a -70		MODERADO ALTO	50.1 a 70
SIGNIFICATIVO	SIGNIFICATIVO BAJO	-70.1 a -85	SIGNIFICATIVO	SIGNIFICATIVO BAJO	70.1 a 85
	SIGNIFICATIVO ALTO	>-85		SIGNIFICATIVO ALTO	>85

Fuente: Adaptado de Conesa, 2010.

4.2 Escenario Base

Para identificar y valorar los impactos ambientales y por tanto su tendencia ambiental, en un escenario base es preciso primero identificar y describir las actividades, tanto en el cómo y en dónde ocurren, en el área circundante a los predios de análisis, bien desarrolladas por las comunidades asentadas en esta o bien desarrolladas dentro del predio, por lo tanto, a continuación, se realiza una juiciosa descripción de dichas actividades.

4.2.1 Descripción de actividades escenario base

A continuación, se relacionan las actividades antrópicas de mayor importancia presentes en el área de interés para el presente documento.

Tabla 6. Descripción de actividades antrópicas existentes en el área de interés

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Tráfico vehicular carrera 7	Hace referencia al tránsito vehicular de la carrera séptima, la cual inicia su trazado en el sitio de La Caro en el municipio de Chía, a 10 kilómetros del perímetro de Bogotá. Hacia el sur continúa cruzando las localidades de

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Usaquén, Chapinero, Santafé, La Candelaria y San Cristóbal, donde la vía continúa con un cambio de nomenclatura en la calle 12 sur, cerca del paso del Río Fucha.
Presencia de asentamientos poblacionales	Actualmente en los predios aledaños a la delimitación del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto, es posible identificar asentamientos poblacionales entre los que se encuentran hacia el costado norte de los predios el barrio el redil, hacia el costado oriental la cita y hacia el costado sur la urbanización bosques de soratama.
Actividades de Minería	La actividad extractiva en el Distrito Capital, se basa en la extracción de material arcilloso y materiales de construcción en las antiguas Canteras, chircales y Ladrilleras, actualmente al costado norte de la delimitación del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto se desarrollan actividades de extracción minera en la cantera denominada la Roca – La Laja

Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

4.2.2 Identificación de impactos ambientales Escenario Base

En la siguiente tabla se presenta la identificación de las actividades presentes en la zona de estudio, su interacción con el medio y los impactos ambientales resultantes de dicha interacción para el área de interés del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto.

Tabla 7. Identificación de Impactos Ambientales Escenario Base

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PLAN PARCIAL DELTA SILICAL & CALICANTO					
ESCENARIO LÍNEA BASE			Tráfico vehicular carrera 7	Presencia de asentamientos poblacionales	Actividades de Minería
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO ACTIVIDAD			
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	Alteración a la calidad del aire	-1	-1	-1
		Alteración en los niveles de presión sonora	-1	-1	-1
	GEOSFERICO	Alteración de las condiciones geológicas			-1
		Alteración de la geoforma del terreno			-1
		Alteración de las condiciones geotécnicas			-1
	HIDROLÓGICO	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-1	-1	
	EDAFOLÓGICO	Cambio en el uso del suelo			-1
	PAISAJE	Cambio en la calidad del paisaje		-1	-1
BIÓTICO		Alteración a ecosistemas terrestres	-1	-1	-1

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PLAN PARCIAL DELTA SILICAL & CALICANTO					
ESCENARIO LÍNEA BASE			Tráfico vehicular carrera 7	Presencia de asentamientos poblacionales	Actividades de Minería
MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO ACTIVIDAD			
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Alteración a cobertura vegetal		-1	-1
	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Alteración a ecosistemas acuáticos			
	POBLACIONAL	Generación de expectativas e intereses colectivos	1	-1	-1
	INFRAESTRUCTURA	Alteraciones en la prestación de servicios públicos		-1	
	MOVILIDAD	Cambios en la movilidad local	1		
	ECONÓMICO	Cambios en la dinámica de empleo	1	-1	1

Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

4.2.3 Evaluación de impactos ambientales escenario base

Una vez identificadas las actividades y factores del medio, que se presume son impactados conforme las actividades que se desarrollan en la zona en la cual se emplazará el proyecto, mediante la matriz de identificación de impactos, se procedió a realizar una valoración cuantitativa de dichos impactos en el escenario sin proyecto, utilizando el método descrito en la Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (CONESA 2010) Adaptado para el presente estudio, mediante el cual se consigue dar un grado numérico a la importancia de un impacto determinado.

De acuerdo con lo establecido en la metodología los impactos generados por las actividades propias de la dinámica de las actividades desarrolladas en el área del proyecto, se describen en las siguientes tablas, estos son clasificados de la siguiente manera: Los impactos ya sea de naturaleza negativa o positiva, que se encuentran calificados con valores de importancia inferiores a 35 o a -35 serán catalogados como **Irrelevantes**, los impactos situados entre 35.1 y 70 o -35.1 y -70 son clasificados como **Moderados**; y aquellos cuyo valor sea superior a 70.1 o a -70.1 serán valorados como **Significativos**.

Tabla 8. Evaluación de impactos Ambientales - Escenario Línea Base

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESCENARIO LÍNEA BASE											
MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Tráfico vehicular carrera 7	Presencia de asentamientos poblacionales	Actividades de Minería	IGIm -	IGIm +	IGCo -	IGCo +	IGMe -	IGMe +
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	Alteración a la calidad del aire	-50	-42	-61	-51		-51		-58	
		Alteración en los niveles de presión sonora	-49	-37	-50	-45		-45		-54	
	GEOSFERICO	Alteración de las condiciones geológicas			-58	-58		-58		-56	
		Alteración de la geoforma del terreno			-68	-68		-68		-56	
		Alteración de las condiciones geotécnicas			-68	-68		-68		-54	
	HIDROLÓGICO	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-23	-37		-30		-30		-52	61
	EDAFOLÓGICO	Cambio en el uso del suelo			-68	-68					
	PAISAJE	Cambio en la calidad del paisaje		-50	-70	-60		-60		-55	61
BIÓTICO	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Alteración a ecosistemas terrestres	-49	-42	-70	-54		-54		-53	56
		Alteración a cobertura vegetal		-42	-76	-59		-59		-53	56
	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Alteración a ecosistemas acuáticos								-51	56
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	POBLACIONAL	Generación de expectativas e intereses colectivos	61	-49	-70	-60	61	-60	61	-51	56
	INFRAESTRUCTURA	Alteraciones en la prestación de servicios públicos		-56		-56		-56		-49	51
	MOVILIDAD	Cambios en la movilidad local	-41			-41		-41		-45	51
	ECONÓMICO	Cambios en la dinámica de empleo	41	-49	61	-49	51	-49	51	-49	51

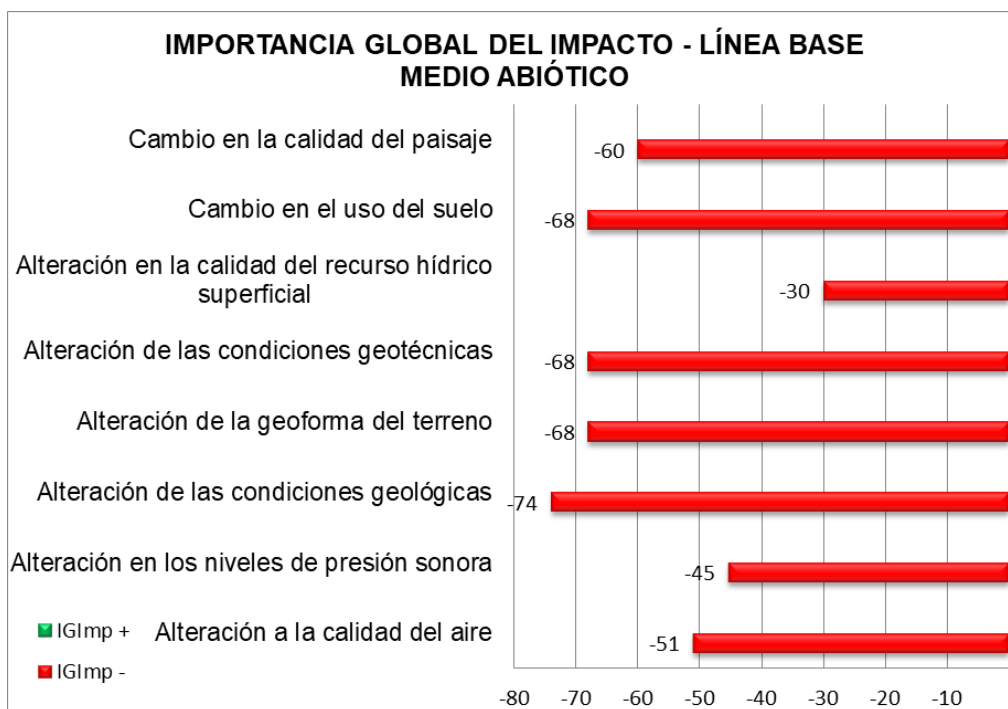
Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

A continuación, se presenta la descripción y el análisis de la evaluación de impactos de cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico en el escenario línea base. La matriz de evaluación de impactos línea base se presenta en el **Anexo 1**.



4.2.3.1 Evaluación escenario línea Base Medio Abiótico

De acuerdo a la evaluación realizada en el escenario base para cada uno de los componentes ambientales se identifica que en el medio abiótico, los impactos que mayor significancia presentan son el cambio en el uso del suelo, alteración de las condiciones geotécnicas, y alteración de la geoforma del terreno con una puntuación de -68, siguiendo en nivel de importancia se presenta el cambio en la calidad del paisaje con una puntuación de -60, seguido de alteración a las condiciones geológicas con una puntuación de -58 lo que permite establecer que para estos impactos la alteración es moderada alta, la actividad que mayor influye en estos componentes es la extracción de materiales que se desarrolla al costado norte del predio de la delimitación del Plan Parcial, en menor grado de afectación se presenta la alteración a la calidad del aire y la alteración a los niveles de presión sonora para los que se obtuvo una puntuación de -50 y -45 respectivamente permitiendo catalogarlos como impactos con significancia moderada baja dichas alteraciones se asocian principalmente a actividades de la operación y flujo vehicular de la carrera séptima, y en último nivel de significancia se establece la alteración en la calidad del recurso hídrico superficial con una puntuación de -30 permitiéndose clasificar como irrelevante alto, esto se asocia a los asentamientos poblacionales aledaños a la quebrada serrezuela en donde se evidencian residuos sólidos en la quebrada posiblemente producto de dichos asentamientos ver Figura 19.



Fuente: Unión Temporal B&B- SILMATEC, 2023.

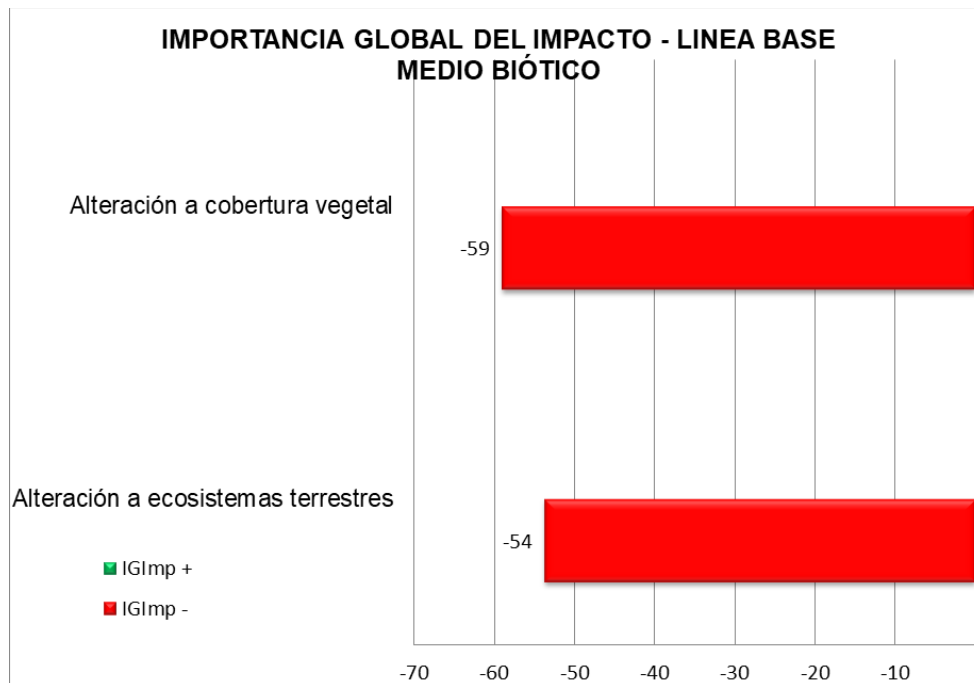
Figura 19. Importancia global del impacto - línea base medio abiótico

4.2.3.2 Evaluación escenario línea Base Medio Biótico

Para el medio Biótico, se obtuvo que los impactos Alteración a cobertura vegetal y la alteración a ecosistemas terrestres tanto a comunidades de flora presentaron una



significancia moderada alta con puntuaciones de -59 y -54 respectivamente, asociados principalmente a la extracción de materiales en la cantera la roca – la laja y a la operación de la carrera séptima por ahuyentamiento de fauna asociado al ruido y la actividad de minería por la remoción de la cobertura vegetal Ver Figura 20.



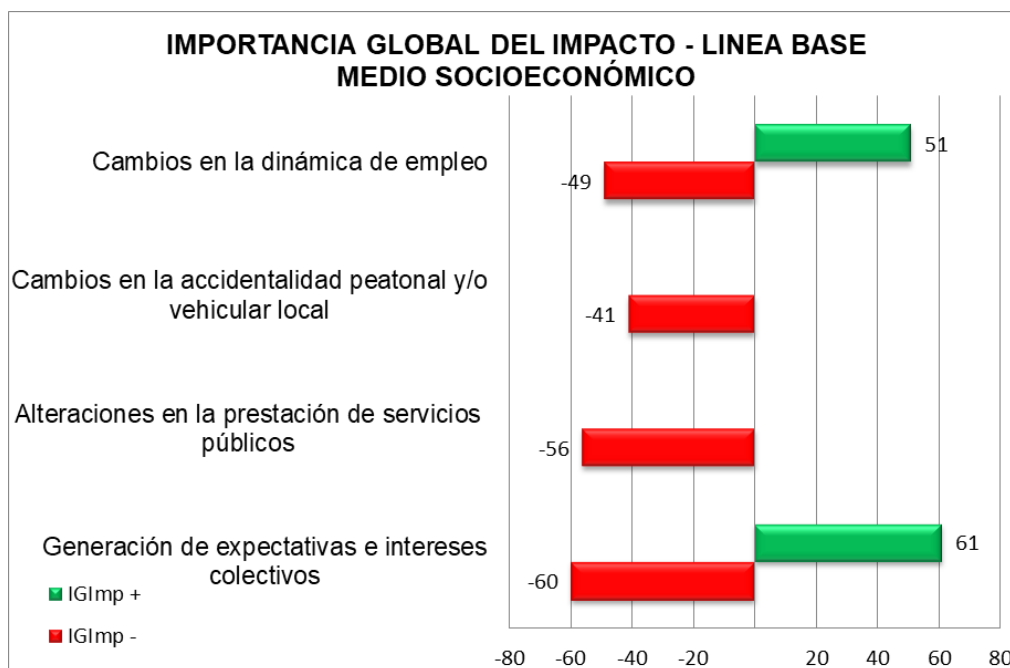
Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 20. Importancia global del impacto - línea base medio biótico

4.2.3.3 Evaluación escenario línea Base Medio Socioeconómico

Entre tanto para el medio socioeconómico la valoración permite establecer que hay impactos de naturaleza positiva producto de las actividades actuales en las áreas aledañas a los predios de delimitación del Plan Parcial, el impacto generación de expectativas e intereses colectivos se ubica en primer nivel de significancia con puntuaciones de -60 para naturaleza negativa y 61 para naturaleza positiva, las expectativas negativas se asocian a los procesos de minería por el rechazo de los habitantes de los barrios contiguos que esta genera y la naturaleza positiva se asocia a la operación de la carrera séptima como una vía de desarrollo económico de dicha comunidad, la alteración en la prestación de los servicios públicos obtuvo una puntuación de -56 con una significancia moderada alta asociada a los asentamientos poblacionales dado la demanda que estos podrían tener a medida que aumenta el número de usuarios que requieren de dichos servicios públicos, los cambios en la movilidad local se ve reflejada de manera positiva con una puntuación de 41 dada la importancia que tiene la carrera séptima para la movilidad de la ciudad, finalmente para los cambios en la dinámica de empleo se consideraron valoraciones de -49 de naturaleza negativa asociado a los asentamientos poblacionales dado que se entiende que entre mayor cantidad de personas podría influir en la disminución de la oferta laboral, y una

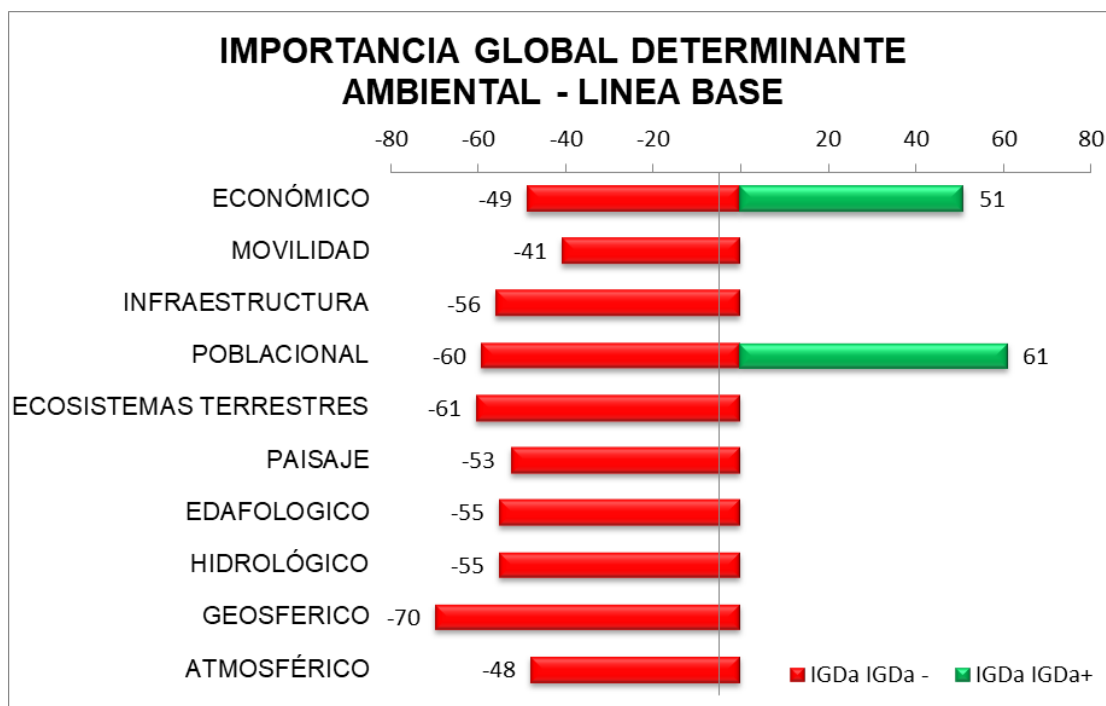
puntuación de 51 positivo asociado a los posibles empleos que puede generar la cantera la roca – la laja a los pobladores aledaños.



Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 21. Importancia global del impacto - línea base medio socioeconómico

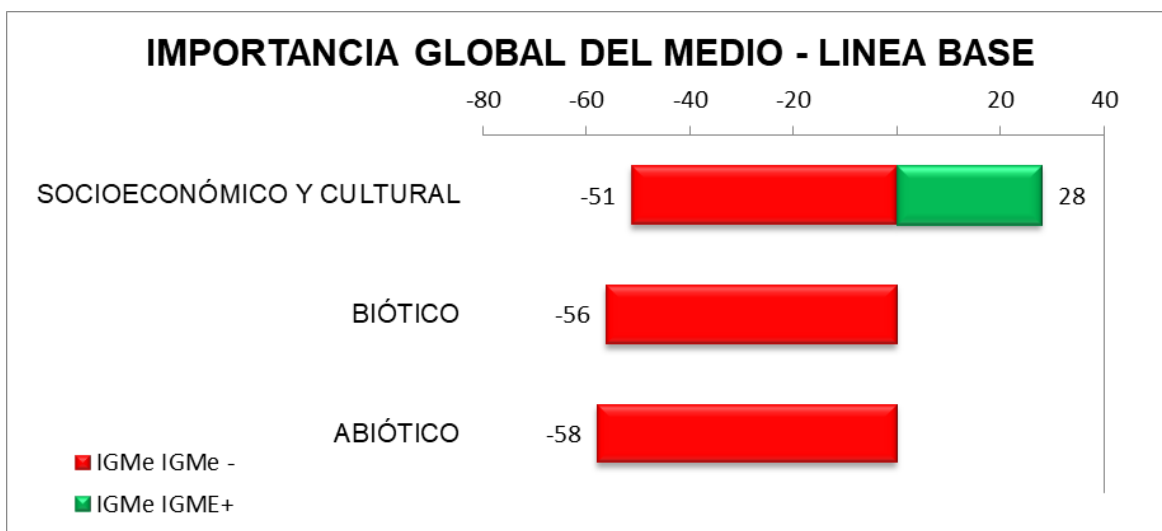
En congruencia con lo anteriormente expuesto y como se evidencia en la Figura 22, los impactos que mayor índice global negativo presentan son los relacionados al componente geosférico con una puntuación de -65 seguido de ecosistemas terrestres con puntuación de -61, poblacional con -60, infraestructura -56 edafológico e hidrológico con -55, paisaje - 53, económico -49 y atmosférico -48, y para los de naturaleza positiva solo se identificaron puntuaciones para el componente poblacional con puntuación de 61, seguido de económico con 51 y movilidad 41.



Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 22. Importancia global componente ambiental - línea base

Así mismo, la Figura 23 permite establecer que las alteraciones para los tres componentes son de significancia Moderada alta negativa con puntuaciones de -56 para los medios Abiótico y Biótico y de -55 para el componente socioeconómico y cultural, el componente socioeconómico presenta una significancia positiva de moderado bajo con una puntuación de 38.



Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 23. Importancia global del medio - línea base



4.3 Escenario Plan Parcial

4.3.1 Descripción de Actividades Escenario Plan Parcial

De igual forma la identificación y evaluación de los impactos ambientales, en un escenario “Plan Parcial” requiere también precisar las actividades, tanto en el cómo y en dónde ocurren, producto de las actividades propias de la construcción de vías de acceso, unidades residenciales y las destinadas a equipamiento público.

Las actividades descritas a continuación corresponden a las proyectadas en el marco del desarrollo del plan parcial.

Tabla 9. Descripción de Actividades Escenario Plan Parcial

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Construcción y adecuación vías de acceso	Hace referencia a la adecuación y construcción de las vías de acceso que se proyectan como conexión de ingreso y salida a las unidades residenciales, comerciales y equipamiento público que hará parte del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto.
Construcción Unidades Residenciales y comerciales	Hace referencia a la construcción de la infraestructura de las unidades residenciales y comerciales que se proyectan para el Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto.
Construcción y adecuaciones a equipamiento público	Hace referencia a la construcción de la infraestructura destinada a equipamiento público del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto.

Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

4.3.2 Identificación de impactos Ambientales Plan Parcial

A partir de las actividades identificadas por la ejecución del proyecto, se identificaron los impactos que pueden llegar a ser ocasionados por estas, y que a su vez actúan sobre cada uno de los elementos medioambientales considerados, con el fin de definir la tendencia de la calidad ambiental del área de Influencia del Proyecto por la ejecución de cada una de las actividades anteriormente descritas. La matriz de identificación se encuentra en el **Anexo 2** del presente documento.

Tabla 10. Identificación de Impactos Ambientales Escenario con Aprovechamiento Forestal

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PLAN PARCIAL DELTA SILICAL & CALICANTO					
ESCENARIO PLAN PARCIAL			Construcción y adecuación vías de acceso	Construcción Unidades Residenciales y comerciales	Construcción y adecuaciones a equipamiento público
MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDAD			
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	Alteración a la calidad del aire	-1	-1	-1
		Alteración en los niveles de presión sonora	-1	-1	-1
	GEOSFÉRICO	Alteración de las condiciones geológicas			
		Alteración de la geoforma del terreno	-1	-1	-1
		Alteración de las condiciones geotécnicas			
	HIDROLÓGICO	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-1	-1	-1
	EDAFOLÓGICO	Cambio en el uso del suelo	-1	-1	-1
	PAISAJE	Cambio en la calidad del paisaje	-1	-1	-1
BIÓTICO	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Alteración a ecosistemas terrestres	-1	-1	-1
		Alteración a cobertura vegetal	-1	-1	-1
	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Alteración a ecosistemas acuáticos			
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	POBLACIONAL	Generación de expectativas e intereses colectivos	1	1	1
	INFRAESTRUCTURA	Alteraciones en la prestación de servicios públicos		-1	
	MOVILIDAD	Cambios en la movilidad local	1		
	ECONÓMICO	Cambios en la dinámica de empleo	1	1	1

Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

4.3.3 Evaluación de impactos ambientales escenario Plan Parcial

Una vez identificadas las actividades y factores del medio, que se presume son impactados conforme las actividades que se desarrollaran al ejecutar el proyecto, se procedió a realizar la valoración cuantitativa de dichos impactos en el escenario con Plan Parcial



Para este escenario tal y como se detalló anteriormente los valores de importancia inferiores a 35 o a -35 serán catalogados como **Irrelevantes**, los impactos situados entre 35.1 y 70 o -35.1 y -70 son clasificados como **Moderados**; y aquellos cuyo valor sea superior a 70.1 o a -70.1 serán valorados como **Significativos**.

Tabla 11. Evaluación de impactos ambientales escenario plan parcial

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESCENARIO PLAN PARCIAL											
MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Construcción y adecuación vías de acceso	Construcción Unidades Residenciales y comerciales	Construcción y adecuaciones a equipamiento público	IGIm -	IGIm +	IGCo -	IGCo +	IGMe -	IGMe +
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	Alteración a la calidad del aire	-50	-42	-61	-51		-51		-54	
		Alteración en los niveles de presión sonora	-49	-37	-50	-45		-45		-48	
	GEOSFERICO	Alteración de las condiciones geológicas								-53	
		Alteración de la geoforma del terreno	-64	-64	-68	-65		-65		-56	
		Alteración de las condiciones geotécnicas								-54	
	HIDROLÓGICO	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	-29	-37	-37	-34		-34		-54	60
	EDAFOLÓGICO	Cambio en el uso del suelo	-52		-68	-60					
	PAISAJE	Cambio en la calidad del paisaje	-68	-70	-70	-69		-69		-59	51
BIÓTICO	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Alteración a ecosistemas terrestres	-49	-42	-42	-44		-44		-55	50
		Alteración a cobertura vegetal	-64	-64	-70	-66		-66		-61	50
	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Alteración a ecosistemas acuáticos								-56	50
SOCIOECONÓMICO Y	POBLACIONAL	Generación de expectativas e intereses colectivos	61	49	70		60		60	-56	50
	INFRAESTRUC TURA	Alteraciones en la prestación de servicios públicos		-56		-56		-56		-56	46

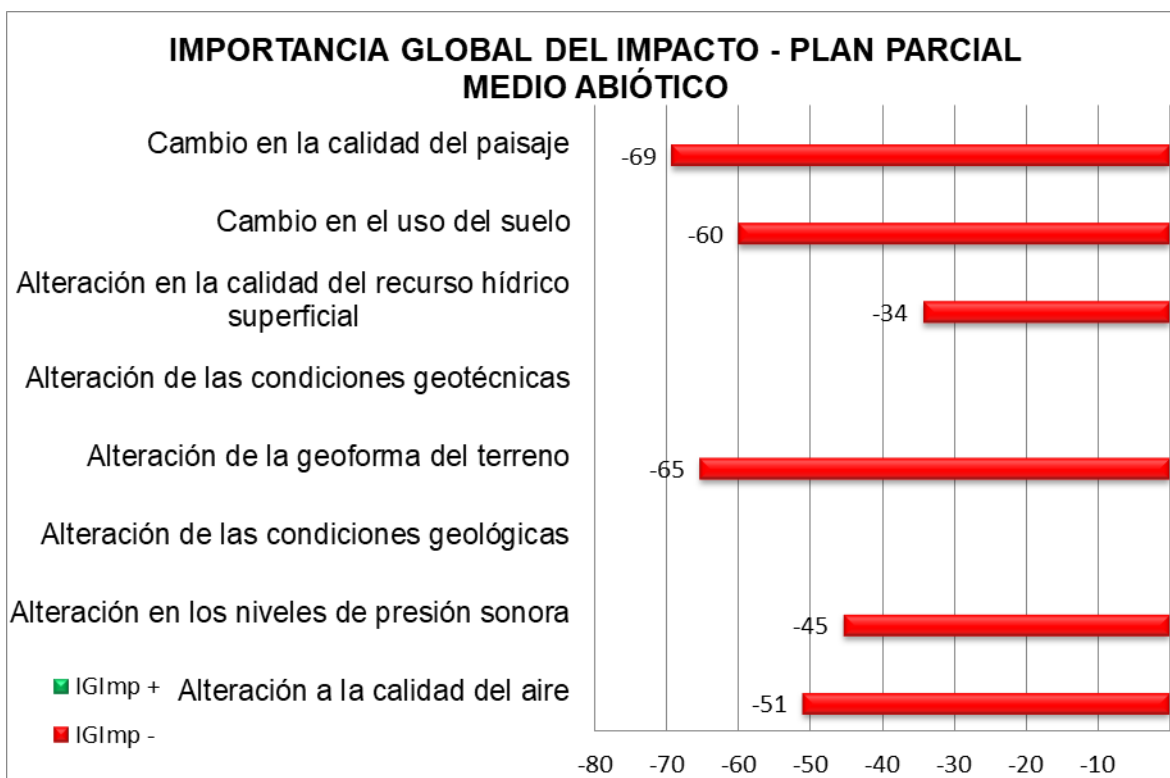
EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESCENARIO PLAN PARCIAL											
MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Construcción y adecuación vías de acceso	Construcción Unidades Residenciales y comerciales	Construcción y adecuaciones a equipamiento público	IGIm -	IGIm +	IGCo -	IGCo +	IGMe -	IGMe +
	MOVILIDAD	Cambios en la movilidad local	41				41		41		46
	ECONÓMICO	Cambios en la dinámica de empleo	41	49	61		50		50		50

Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

A continuación, se presenta la descripción y el análisis de la evaluación de impactos de cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico en el escenario Plan Parcial. La matriz de evaluación de impactos con proyecto se presenta en el **Anexo 2**.

4.3.3.1 Evaluación escenario con proyecto Medio Abiótico

De acuerdo con la evaluación de impactos para escenario de Plan Parcial, es posible identificar que los impactos que mayor significancia tendrían es el cambio en la calidad del paisaje con una puntuación de -69, alteración a la geoforma del terreno con puntuación de -65, y cambio en el uso del suelo con -60 ubicados en el rango de alteración Modera Alta, dichas puntuaciones se relacionan principalmente a la inclusión de nueva infraestructura en el medio perteneciente a las vías de acceso, unidades residenciales, comerciales y de equipamiento público, sin embargo, esta infraestructura se proyecta en relación a las normas de diseño de ecourbanismo referentes a su ubicación de modo tal que la alteración sea la menor posible y guarde concordancia con el entorno, impactos como la alteración a la calidad del aire, alteración a los niveles de presión sonora y alteración en la calidad del recurso hídrico siguen manteniendo puntuaciones que los ubican en el rango de alteración moderada baja entre tanto que el área ya se encuentra intervenida con actividades antrópicas que influyen directamente en la alteración de dichos componentes ambientales.

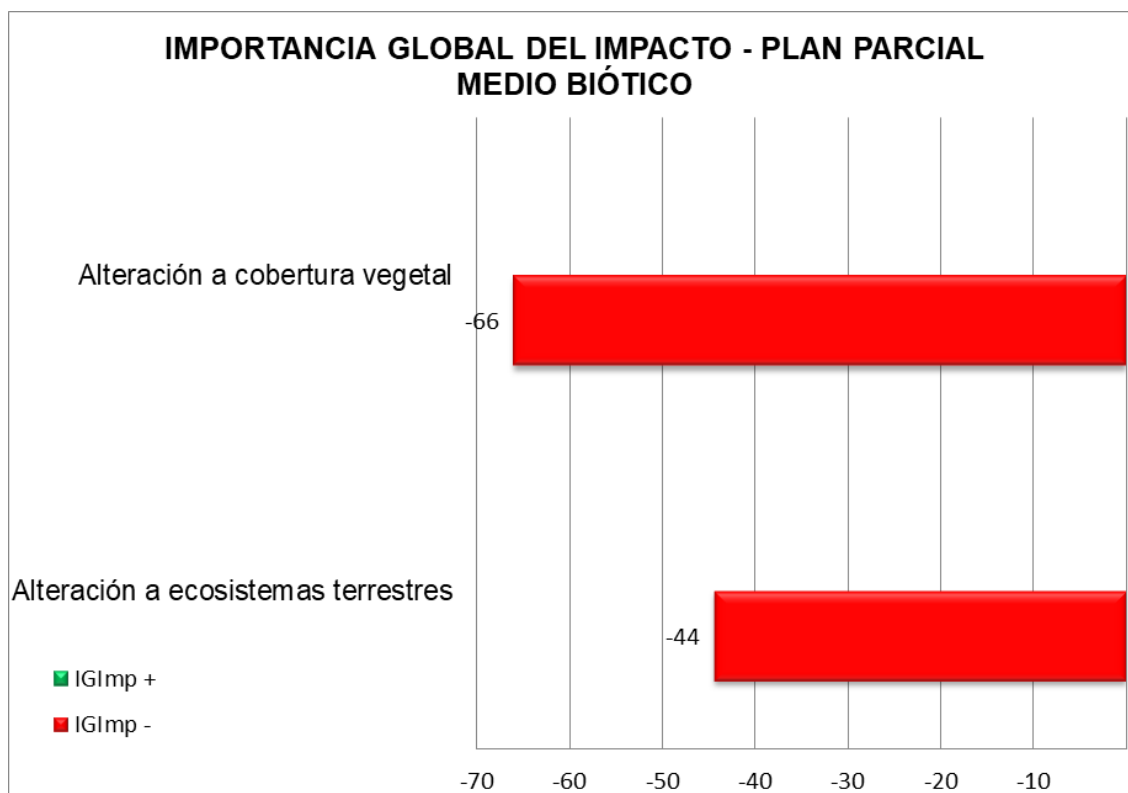


Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 24. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial

4.3.3.2 Evaluación escenario con proyecto Medio Biótico

Respecto al medio Biótico en el escenario de desarrollo del Plan Parcial, el impacto que mayor se vería afectado corresponde a la alteración de la cobertura vegetal con una puntuación de -66 una significancia de Moderada Alta asociado principalmente a las actividades de remoción de cobertura vegetal a las que haya lugar en la construcción de la infraestructura de vías de acceso, unidades residenciales, de comercio y equipamiento público que se proyectan en el Plan Parcial, la alteración a los ecosistemas terrestres se puede asociar a las mismas actividades en menor nivel de significancia con una puntuación de -44 de Moderada Baja entre tanto que las actividades a ejecutar son puntuales.

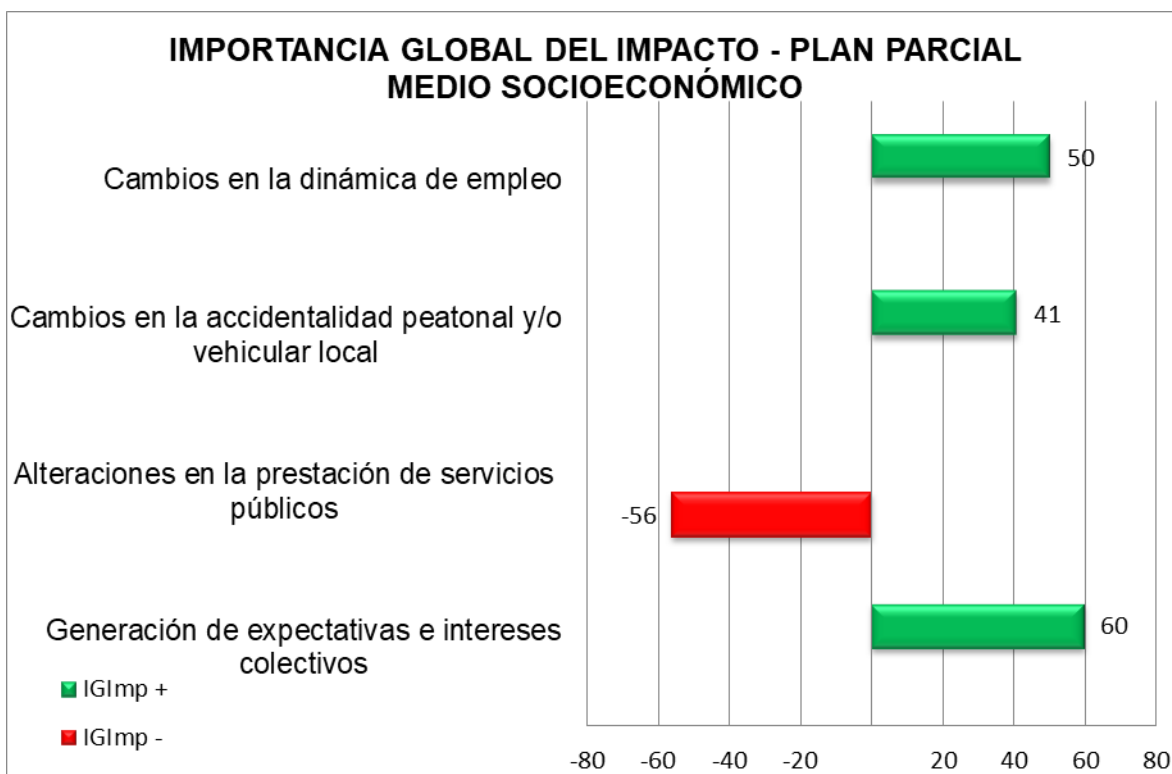


Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 25. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial

4.3.3.3 Evaluación escenario con proyecto Medio Socioeconómico

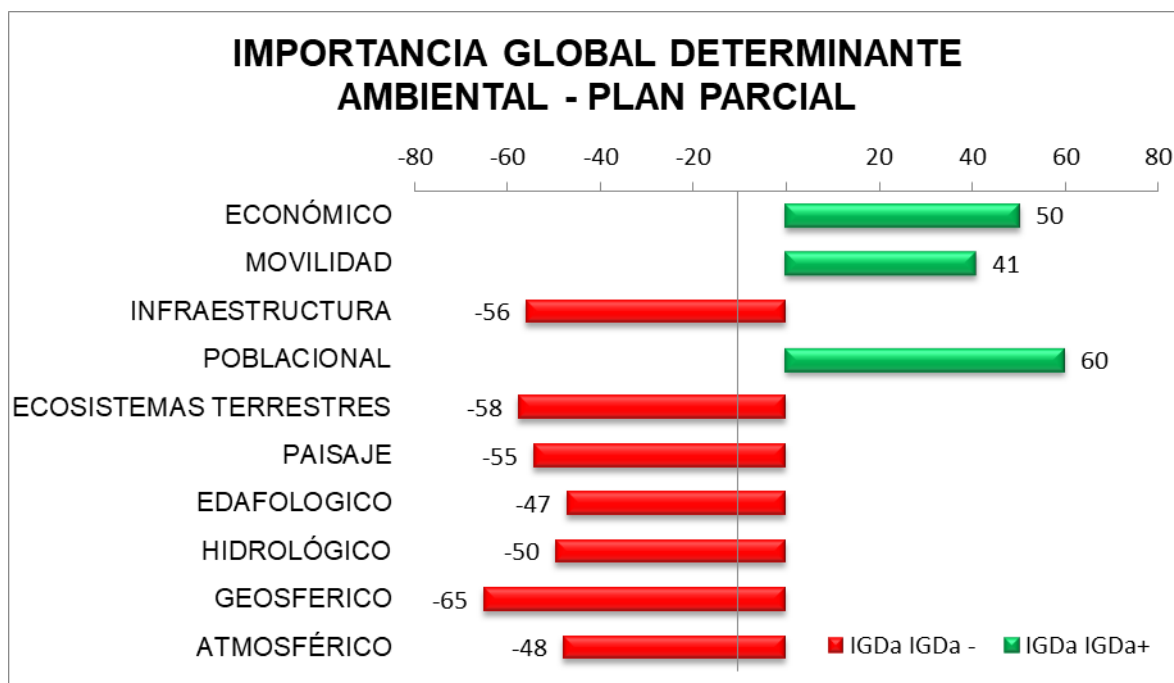
Para el medio socioeconómico se tiene que en su mayoría los impactos serían de naturaleza positiva dadas las características de desarrollo económico que presenta un proyecto de infraestructura urbana, el impacto que mayor significancia tendría corresponde a la generación de expectativas e intereses colectivos con una puntuación de 60 dadas las expectativas económicas de desarrollo para la ciudad que puede generar en la comunidad y organizaciones el desarrollo de este plan parcial, seguido de este impacto se identifica los cambios en la dinámica de empleo asociado principalmente a los empleos directos e indirectos que se generan en la construcción de toda la infraestructura que se proyecta realizar en el plan parcial, los cambios en la movilidad aparecen con una puntuación de 41 asociado a que las obras que se proyectan respetan lo indicado por la reserva vial de la carrera séptima y que harían conexión principal con esta vía, el impacto alteración a la prestación de los servicios públicos se valoró con una puntuación de -56 de significancia Moderada alta dado que al incluir un número mayor de usuarios se requiere una mayor demanda de estos, sin embargo, los estudios de factibilidad de servicios públicos muestran que no se tendrían mayores inconvenientes en su prestación para las unidades residenciales y de comercio proyectadas en el plan parcial.



Fuente: Unión Temporal B&B– SILMATEC, 2023.

Figura 26. Importancia Global del Impacto escenario Plan Parcial

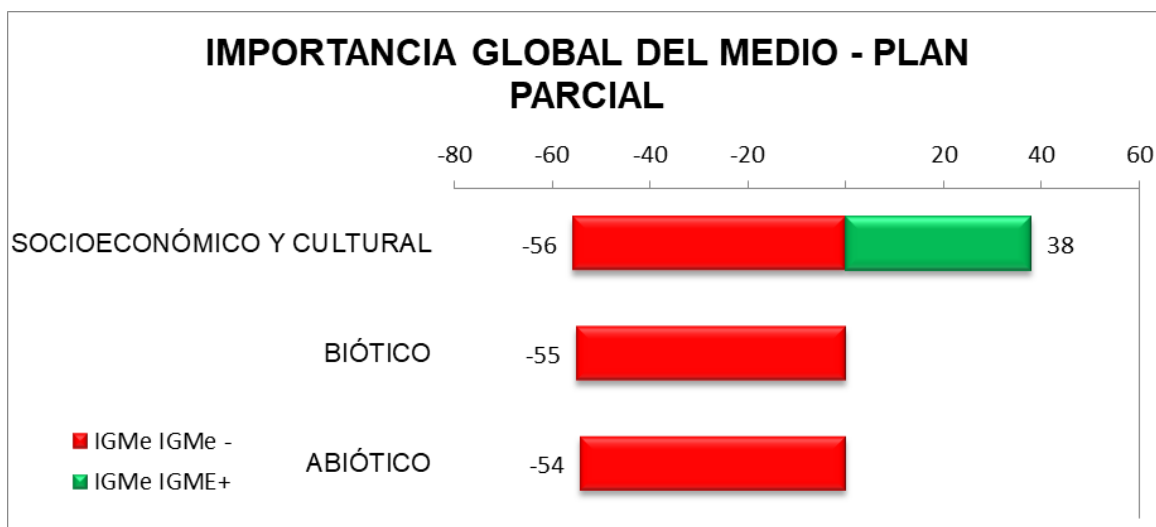
En congruencia con lo anteriormente expuesto y como se evidencia en la Figura 27, los impactos que mayor índice global negativo presentan son los relacionados al componente geosférico con una puntuación de -65 seguido de ecosistemas terrestres con puntuación de -58, infraestructura -56, paisaje con -55, hidrológico con -50, atmosférico -48, y edafológico -47. Para los de naturaleza positiva solo se identificaron puntuaciones para el componente poblacional con puntuación de 60, seguido de económico con 50 y movilidad 41.



Fuente: Unión Temporal B&B- SILMATEC, 2023.

Figura 27. Importancia global componente ambiental - plan parcial

Así mismo, la Figura 28 permite establecer que las alteraciones para los tres componentes son de significancia Moderada alta negativa con puntuaciones de -56 para el medio socioeconómico, -55 para el medio Biótico y -54 para el medio abiótico el componente socioeconómico presenta una significancia positiva de moderado bajo con una puntuación de 38.



Fuente: Unión Temporal B&B- SILMATEC, 2023.

Figura 28. Importancia global del medio - plan parcial



5 CARACTERIZACIÓN FÍSICA – MEDIO ABIÓTICO

De acuerdo con (ANLA, 2018) el medio hace parte de una división general que se realiza del ambiente para un mejor análisis y entendimiento de este. En este caso, el medio abiótico corresponde a la porción ambiental que se relaciona con la parte física, es decir, los elementos de no vida, como las rocas, el agua, el clima, entre otros.

La caracterización física del área de estudio se basó en información secundaria relacionada a estudios previos realizados en la zona, en conjunto con información primaria recopilada a través de labores de trabajos de campo.

5.1 Geología

Este capítulo resume la información relacionada con las unidades litoestratigráficas, estructuras y unidades geológicas, partiendo desde un nivel regional hasta un nivel detallado para el área del proyecto.

Entre la información que aquí se describe se encuentran los tipos de rocas y suelos presentes en el área, la edad de depósitos y su relación estratigráfica; así mismo, se resumen estructuras geológicas y/o pliegues cercanos o presentes en la zona.

La geología para el área de estudio se definió con base en 3 parámetros:

1. La fotointerpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas del terreno, con el objetivo de identificar lineamientos, cambios topográficos, entre otros.
2. Información secundaria de estudios previos entre los cuales se encuentran:
 - Mapa geológico de la Sabana de Bogotá, Servicio Geológico Colombiano, 2005.
 - Informe Geología de la Sabana de Bogotá. Servicio Geológico Colombiano, 2005.
 - Documento de actualización del POMCA del Rio Bogotá, 2017.
 - Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Convenio 01-93. INGEOMINAS, UPES-Unidad para la prevención de emergencias del distrito y DNPAD-Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, INGEOMINAS, 1997.
3. Verificación y complemento de la geología del área con base en trabajos de campo.

Además de lo previamente mencionado, en este capítulo se resume la geología a escala detallada, identificando Unidades Geológicas Superficiales y su distribución a profundidad. Se resalta que la nomenclatura estratigráfica a nivel regional se presenta con base en las unidades definidas por el Servicio Geológico Colombiano en el mapa Geológico de la Sabana de Bogotá del año 2005, (Ingeominas, 2005).

5.1.1 Fotointerpretación

Este análisis se desarrolló con el objetivo de extraer la mayor cantidad de información posible de fotografías aéreas y de modelos de elevación digital del terreno, reconociendo y ubicando diferentes elementos de la zona de interés.

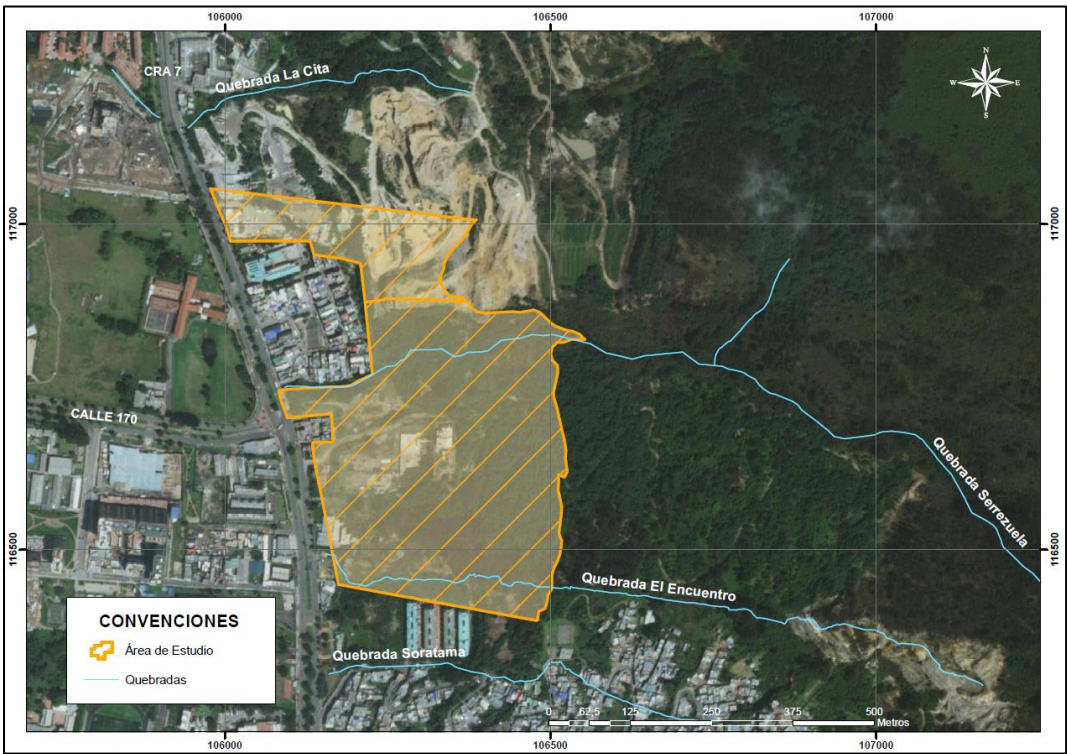
Para el análisis que aquí se menciona, se analizaron las siguientes imágenes:

Tabla 12. Fotografías e imágenes empleadas para fotointerpretación

Tipo Imagen	Año	Fuente
Fotografía Aérea	2023	Spybee
Imagen Satelital	2022	Google Earth – Landsat
Imagen Satelital	2010	Google Earth - Landsat

Fuente: Propia, 2023.

Como resultado del análisis desarrollado, se evidenció principalmente las extracciones de material que se desarrollaron en la zona, dejando a la vista una roca de tonos crema, continua, conformando las partes más altas de los cerros de la Sabana de Bogotá. En cuanto a lineamientos y fallas no se evidencio ningún tipo de indicios relacionados con estos en la zona de estudio o sus alrededores.



Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 29. Imagen Satelital analizada para fotointerpretación



5.1.2 Geología a Nivel Regional

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona central de la Cordillera Oriental, específicamente en la margen derecha del depósito fluviolacustre que conforma la Sabana de Bogotá. Está compuesta principalmente por rocas sedimentarias de edad cretácica, las cuales dan forma a las pendientes del área, además de presentarse depósitos coluviales en menor proporción, ubicada en la parte baja de las laderas. De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano, el área de estudio se localiza en la plancha 228 – Santafé de Bogotá Noreste (Figura 30).



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC, Plancha 228, Santafé de Bogotá Noreste, 2008)

Figura 30. Mapa geológico de Santafé de Bogotá, mostrando el área del proyecto (cuadro rojo)

5.1.2.1 Estratigrafía

A continuación, se realiza la descripción de las unidades litoestratigráficas presentes en el área de influencia del proyecto.

5.1.2.1.1 Rocas cretácicas

Formación Labor – Tierna (K2t)

De acuerdo con el (SGC, Plancha 228, Santafé de Bogotá Noreste, 2008), la formación Areniscas de Labor y Tierna se encuentran aflorando en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá, conformando casi la totalidad de los afloramientos del Anticlinal que lleva el nombre de la ciudad. Se destaca principalmente por presentar escarpes fuertes, donde predominan las cuarzoarenitas, las cuales se pueden observar distribuidas en capas tabulares o lenticulares con laminación inclinada. Las rocas que conforman esta unidad son deleznales, con algunos fragmentos líticos.

Esta formación se pudo evidenciar en la mayor parte del predio, donde se presentan afloramientos de grandes dimensiones, formando escarpes en algunas zonas, mientras en otras se puede observar la parte superior de las capas, buzando a favor de la pendiente (Figura 31).



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 31. Afloramiento de areniscas al norte del área

En general se observan capas gruesas de cuarzoareniscas, de colores blancos y grises, deleznales, con granos redondeados a subredondeados. Hacia el costado sur de la zona se evidencian las cuarzoareniscas intercaladas con lutitas de color gris. Las capas se encuentran buzando hacia el oeste y presentan rumbos que varían entre los 190 y 220 grados (Figura 32).



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 32. Intercalaciones de lutitas y areniscas al sur del área de estudio



Depósitos Coluviales (Q2c)

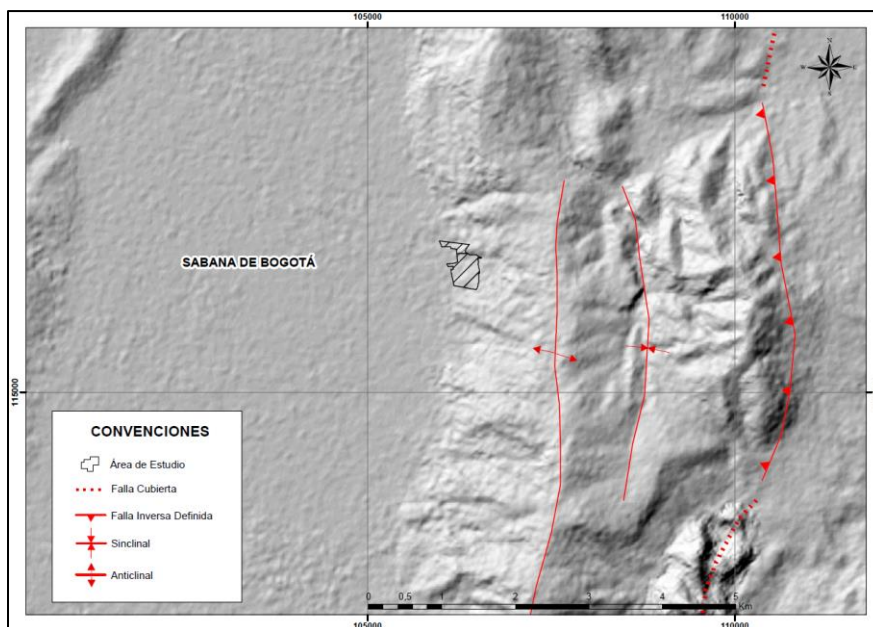
De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano (SGC, Plancha 228, Santafé de Bogotá Noreste, 2008), los depósitos coluviales comprenden aquellos de origen local, que se encuentran dispersos a lo largo de la plancha 228. En general, estos depósitos son conglomeráticos matriz-soportados de cantos y bloques, moderadamente seleccionados y subredondeados, polimícticos.

Así mismo, en la descripción de la unidad el SGC resalta que estos depósitos forman unidades de conos coluviales y conos de taludes, producto de procesos de escorrentía superficial, formando bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños, embebidos en un material arcilloso.

Para el área de estudio no se pudo evidenciar la presencia de estos depósitos aflorando, dado que, de acuerdo con la distribución de la unidad en el mapa, esta zona se encuentra cubierta por construcciones.

5.1.2.2 Geología Estructural

La toma de datos estructurales de las capas de rocas encontradas en campo no indicó ningún tipo de anomalía relacionada con fallas o pliegues dentro del área; por el contrario, se evidenciaron datos constantes, que, como se mencionó anteriormente, indican un buzamiento de las capas a favor de la pendiente, con orientación hacia el oeste, y valores de rumbos que varían entre los 190 y 220 grados. De acuerdo con las estructuras mostradas en la plancha 228, la zona correspondería al flanco oeste de un anticlinal que controla parte de los cerros orientales de Bogotá (Figura 33). Sin embargo, esta estructura no genera ninguna influencia importante en el área de estudio.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

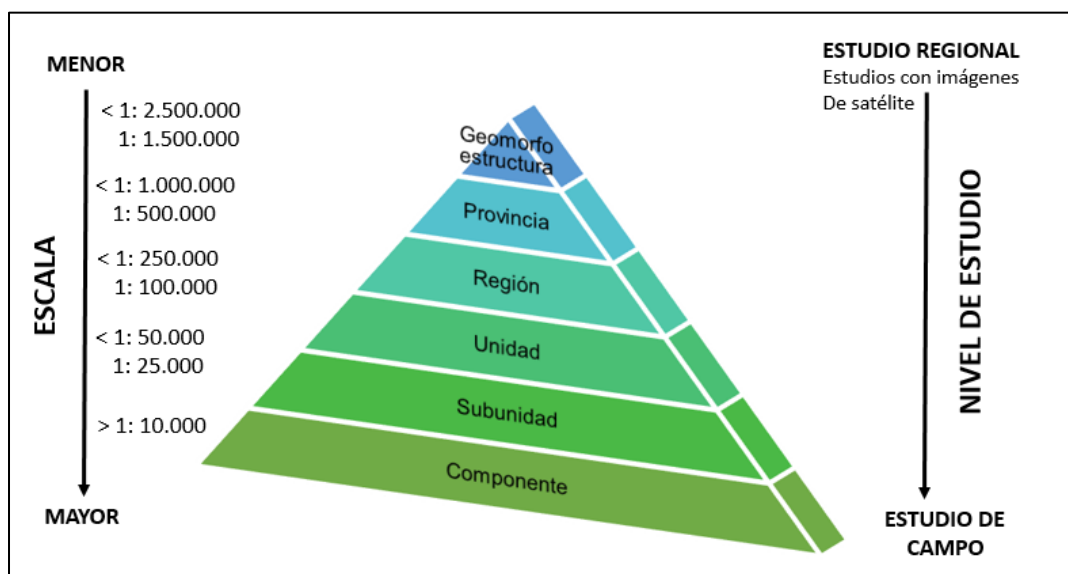
Figura 33. Rasgos estructurales regionales en las áreas cercanas a la zona de estudio

5.2 Geomorfología

La geomorfología se encarga de estudiar las formas del terreno, sirviendo como base para la evaluación y proyección del comportamiento de los terrenos para fines útiles, como amenazas naturales, la proyección de obras de infraestructuras, entre otros (INGEOMINAS, 2001). Así, con base en la caracterización geomorfológica se pueden analizar transformaciones del terreno y el ambiente de formación de este, ya sea a través de procesos morfodinámicos, estructurales, por agua, erosión, entre otros.

Para la caracterización geomorfológica de la zona de estudio se siguieron los lineamientos generales de la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (Carvajal, 2012), la guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2017) y la tabla de clasificación de pendientes descrita en el diccionario de datos de ANLA.

Con base en el nivel de estudio, la escala y el conocimiento de la zona (Carvajal, 2012) determina una jerarquización geomorfológica (Figura 34), la cual varía desde Geoestructuras (escala 1:5'000.000) hasta la descripción de elementos o componentes geomorfológicos (escala >1:10.000).



Fuente: Tomado y modificado de (Carvajal, 2012).

Figura 34. Esquema de Jerarquización geomorfológica propuesta por INGEOMINAS

A continuación, se resume la descripción de cada uno de los niveles de estudio presentes en la jerarquización previamente mencionada.

Tabla 13. Descripción de unidades del Esquema de jerarquización geomorfológica

Categoría	Descripción
Geomorfoestructura	Extensas áreas geográficas o amplios espacios continentales o intercontinentales, caracterizadas por estructuras geológicas y topográficas regionales. Ejemplo de esta categoría son cratones, escudos, plataformas, grandes cuencas, cinturones orogénicos y valles en rift. Escala de trabajo: < 1:2'500.000.
Provincia	Regiones que agrupan geoformas similares definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente corresponden a las regiones naturales y los terrenos geológicos de Colombia, demarcados por fallas regionales y continentales definidas o inferidas. Se definen los términos tales como: cinturones montañosos, llanuras, peneplanicies, cordilleras y serranías. Escala de trabajo entre 1:1'000.000 y 1:500.000.
Región	Geoformas asociadas a la génesis de los paisajes y definidas dentro de un ambiente morfogenético específico y afectados por procesos dinámicos parecidos. Permite agrupar áreas equivalentes a vertientes contenidas en una provincia geomorfológica y que representen un ambiente genético particular con condiciones climáticas homogéneas. Escala de trabajo entre 1:250.000 y 1:500.000.
Unidad	Componen la categoría anterior y corresponde a formas genéticamente homogéneas a partir de un proceso constructivo o destructivo dentro de un ambiente geomorfológico particular. Agrupan los elementos básicos que constituyen un paisaje, definidos con criterios genéticos, morfológicos y geométricos. Escala de trabajo entre 1:50.000 y 1:100.000.
Subunidad	Definidas por contrastes morfológicos y morfométricos que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, expresados por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación. Escala de trabajo entre 1:10.000 y 1:25.000.
Componente	Se refiere al máximo nivel de detalle que se puede hacer de una subunidad geomorfológica para una escala 1:10.000 o mayor.

Fuente: (Carvajal, 2012)

Una vez analizada la jerarquización previamente mencionada, para la zona de estudio se concluye que esta hace parte de una geomorfoestructura correspondiente al Sistema Montañoso Orogénico Andino que bordea el Cratón Guayanés. Esta geomorfoestructura se encuentra a su vez subdividida en provincias, que, para el proyecto, corresponde a la provincia geomorfológica de la Cordillera Oriental.

Posterior a la contextualización de forma regional del área de estudio, se desarrolló el análisis morfométrico y morfodinámico para la caracterización geomorfológica a escala detallada en la zona. Así mismo, se llevó a cabo una fotointerpretación geomorfológica.



5.2.1 Morfometría

Esta rama de la geomorfología representa la descripción cuantitativa de las características como la longitud, la inclinación y la altura del terreno. Para el caso en específico del proyecto, la clasificación se realizó mediante la tabla de clasificación de pendientes descrita en el diccionario de datos de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA (Tabla 14).

Tabla 14. Categorización de la pendiente según el porcentaje de inclinación

Código	Descripción	Nomenclatura
6010	A nivel, 0-1	Nv
6020	Ligeramente Plana, 1-3	Lp
6030	Ligeramente Inclínada, 3-7	Li
6040	Moderadamente Inclínada, 7-12	Mi
6050	Fuertemente Inclínada, 12-25	Fi
6060	Ligeramente Escarpada o Ligeramente Empinada, 25-50	Le
6070	Moderadamente escarpada o Moderadamente Empinada, 50-75	Me
6080	Fuertemente Escarpada o Fuertemente Empinada, 75-100	Fe
6090	Totalmente Escarpada, >100	Te

Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

Así, a través de un software especializado se obtuvo la clasificación de las pendientes para la zona, donde se pudo observar que gran parte del área está representada por pendientes que varían entre ligeramente inclinadas (cubriendo un 12.95% del área), moderadamente inclinada (cubriendo un 15.51% del área), fuertemente inclinada (cubriendo un 32.33% del área) y ligeramente escarpada (cubriendo un 21.16% del área), lo cual está representado por cambios en la topografía, producto de la adecuación de la zona una vez finalizadas las labores de minería. Seguido se encuentran las áreas con pendientes ligeramente planas a pendientes a nivel (6.32% y 6.89%), las cuales se ubican principalmente hacia el costado oeste del área de estudio. Y finalmente, las zonas moderadas a fuertemente escarpadas (4.41% y 0.44%), correspondientes a las áreas donde se pueden evidenciar cortes de taludes, relicto de minería en el área.

En la Figura 35 y Tabla 15 se evidencia la distribución de las pendientes para el área de estudio:

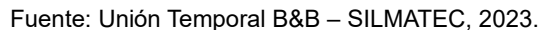


Figura 35. Distribución de las pendientes en el área de estudio

Tabla 15. Categorización de la pendiente según el porcentaje de inclinación

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



5.2.2 Morfodinámica

La morfodinámica corresponde al análisis de los procesos de tipo denudativos y agentes degradacionales que modelan y modifican el paisaje, tales como movimientos de remoción en masa, fenómenos erosivos, inundaciones, neotectónica y la influencia de factores antrópicos producto de la acción del hombre. Para la caracterización morfodinámica de la zona de estudio se realizó un análisis con énfasis en procesos de inestabilidad de laderas, movimientos en masa, erosiones presentes en superficie y posibles áreas de erosión.

Así, la caracterización acá presente se basó en información recopilada a través de labores de campo, donde se pudo identificar áreas de inestabilidad de laderas y movimientos en masa. A continuación, se realiza la descripción de los movimientos en masa, las zonas de inestabilidad identificadas y las áreas de erosión y/o socavación.

5.2.2.1 Deslizamiento #1

Este deslizamiento se presenta en el margen sur del predio, en el límite de este con la urbanización Bosque de Soratama. De acuerdo con el personal de vigilancia de los predios Silical y Calicanto, quienes hacen constantes recorridos dentro de los mismos, este deslizamiento se presentó hace aproximadamente 6 meses. Como efecto de este deslizamiento se observa la caída de árboles, bloques de roca y postes que daban continuidad al cercado del predio. El deslizamiento es clasificado como un deslizamiento activo, húmedo en épocas de lluvia, reciente, con un desplazamiento moderado, con una pendiente abrupta (15° - 20°) y una longitud de pendiente corta. Se estima que las constantes lluvias y la socavación en la base del talud, provocada por el paso de agua de la Quebrada El Encuentro hayan sido los detonantes de este deslizamiento.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 5. Deslizamiento #1, ubicado en el límite sur de los predios

5.2.2.2 Área de inestabilidad

Esta zona fue evidenciada hacia el noreste de los predios, en áreas donde se encuentran zonas con cambios de pendiente, representadas principalmente por taludes. Esta área de inestabilidad está conformada por una grieta de tensión con una orientación NW-SE. Esta grieta presenta un espesor de aproximadamente 2 centímetros, y es observada sobre los suelos residuales de las areniscas que abarcan la zona.

De acuerdo con lo anterior, durante la construcción del proyecto se llevará a cabo el análisis de estas grietas de tensión, asociadas al diaclasamiento de las rocas, con el objetivo de verificar la correcta ubicación de las estructuras, para minimizar riesgos de deslizamientos o afectaciones a las edificaciones a construir.

En la Fotografía 6 se evidencia la grieta de tensión y la dirección de esta.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 6. Área de inestabilidad con grieta de tensión

5.2.2.3 Áreas de socavación y erosión por agua de escorrentía

Dado que las actividades de campo se realizaron durante días con lluvias constantes, se pudo evidenciar áreas que presentan un alto grado de socavación producto de las aguas de escorrentía, principalmente hacia el costado sur del predio.

En cuanto a las aguas de escorrentía, se pudo observar además que existe una gran cantidad de agua que transita todo el predio durante épocas de lluvia, y que este tránsito se facilita dado que las capas de rocas se encuentran a favor de la pendiente, aumentando la velocidad del agua y la baja filtración de esta en el subsuelo.

A continuación, se resumen algunas fotografías con ejemplo de las áreas de socavación que se evidenciaron; dejando claro que para el desarrollo del proyecto se hace indispensable realizar canalización de estas aguas de escorrentía en la zona alta de los predios.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 7. Áreas de socavación y canales producto del agua de escorrentía

5.2.3 Fotointerpretación Geomorfológica

A continuación, se realiza la descripción de la fotointerpretación geomorfológica de acuerdo con las fotografías aéreas adquiridas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, así como una fotografía de tipo LANDSAT analizada desde Google Earth (Tabla 16).

Tabla 16. Fotografías aéreas e imagen de Google Earth

Vuelo No.	Fotografía No.	Escala	Año
C-61	452 a 454	1:15.000	1940
R-1149	195 a 197	1:5.000	1991
22803004122009	604	-	2009
Google Earth	-	-	2021

Fuente: IGAC y Google Earth

5.2.3.1 Fotointerpretación vuelo C-61, fotografía 453 del año 1940

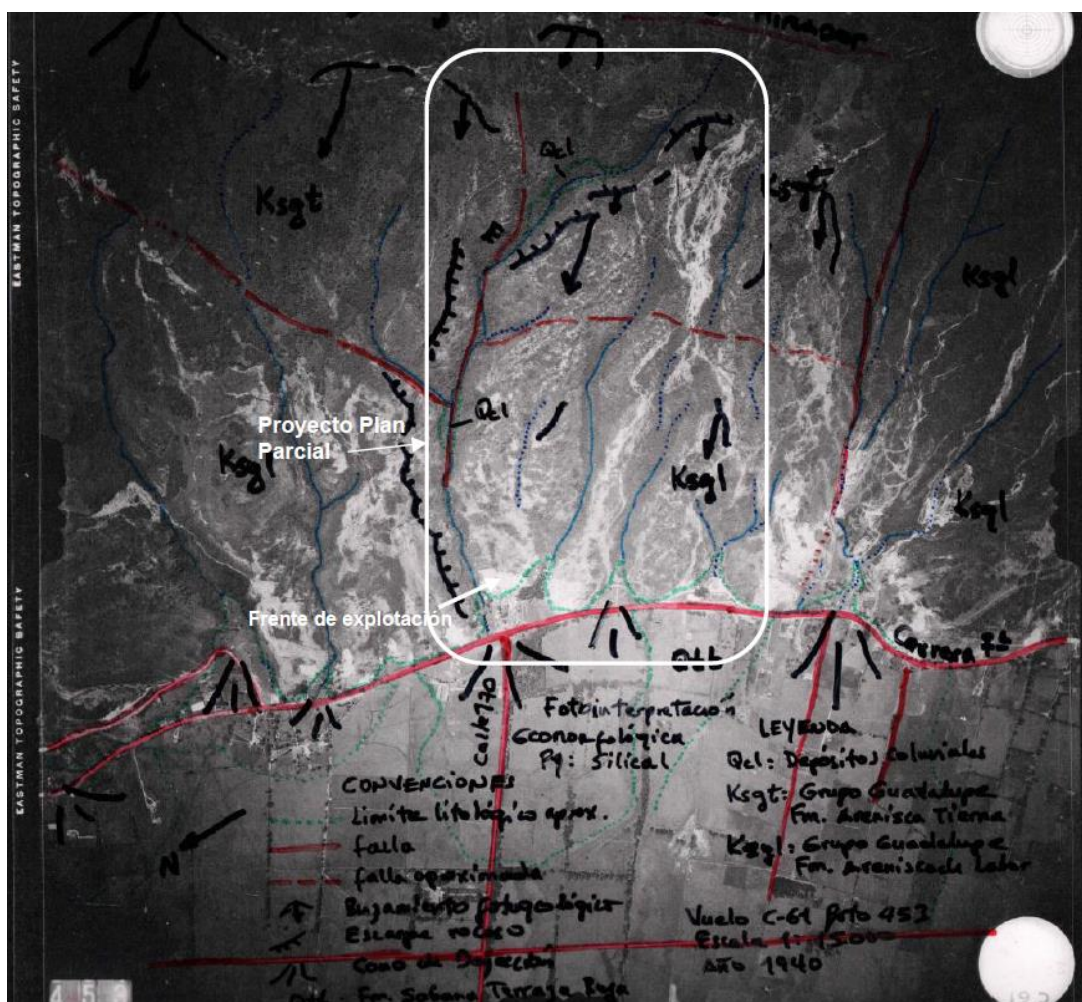
La Figura 36 ilustra la morfología de los cerros orientales a comienzos de la década de 1940. Las laderas rocosas de origen estructural evidencian procesos de erosión superficial debidos, probablemente, a la actividad antrópica de años anteriores por la importancia económica e industrial de la explotación de fuentes de materiales para el desarrollo de la infraestructura de la sabana y de la ciudad.

Para este periodo, el macizo rocoso evidencia estabilidad dada la condición de las rocas del Grupo Guadalupe, que presenta buena competencia geomecánica, y, por lo tanto, resistencia ante los procesos denudativos y de remoción en masa. De acuerdo con la actitud



de los estratos buzando hacia el oeste, con una inclinación entre 13° y 23° menor que la pendiente del terreno, no se evidencian deslizamientos traslacionales en el área del proyecto.

La litología que caracteriza el terreno mencionada en capítulos anteriores y su resistencia geomecánica modelan el paisaje definiendo, también el patrón de drenaje de las laderas, que se caracteriza por presentar patrón de drenaje subparalelo, espaciado, siguiendo la inclinación de las capas y controlados por fracturamiento y fallas sentido este-oeste, que han dado lugar a desplazamiento lateral de las unidades geológicas que conforman el anticlinal de Bogotá, especialmente, desde la falla de Usaquén hacia el norte. Por esta razón, el proyecto está ubicado en una ladera bastante homogénea que ha sido sometida a explotación minera, evidenciando frentes en la parte inferior desde comienzos de la década de 1940.



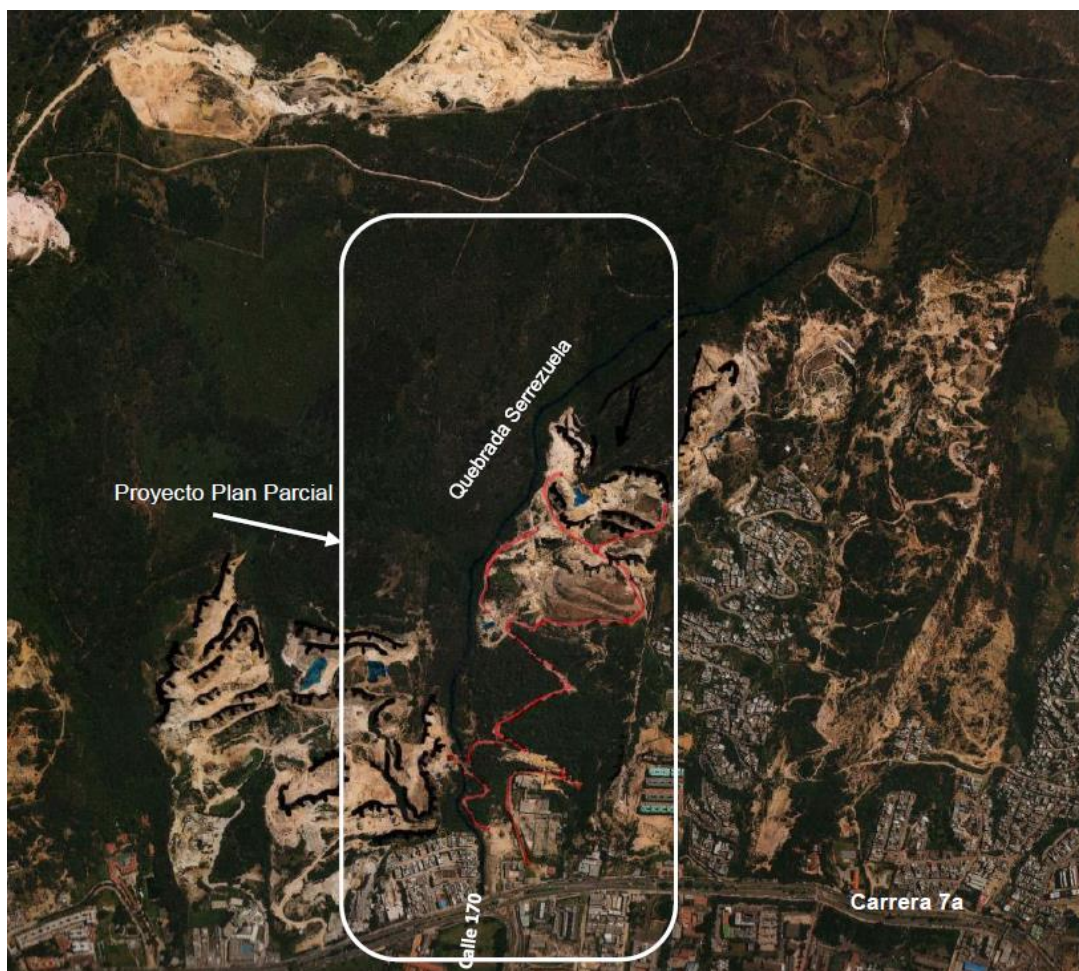
Fuente: Tomado y modificado de IGAC, 2023.

Figura 36. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, vuelo C-61



quebrada Serrezuela, la ladera evidencia frentes de explotación y el cauce de la corriente observa conservación y bosques de galería en su recorrido.

Como se ha mencionado, precedentemente, el macizo rocoso presenta condición estable, los estratos con inclinación desfavorable entre 13° y 22° , con una morfología inclinada hacia el oeste; de igual forma, no se evidencian procesos de remoción en masa.



Fuente: Tomado y modificado de IGAC, 2023.

Figura 38. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, vuelo 22803004122009

5.2.3.4 Imagen Google Earth, 2021

La Figura 39 ilustra el área de estudio revegetalizada en un 80%, luego del abandono de actividades industriales en la década de 1990. Al norte de la quebrada Serrezuela se mantiene un frente de explotación. Por su parte, al sur del área la ladera que se ubica fuera del proyecto ha sido urbanizada por el barrio Bosques de Soratama.

Por su parte, los procesos denudativos de la ladera estructural en que yace el predio están asociados a la actividad antrópica de cortes y excavaciones, efectuada por la explotación



minera, generando una morfología escalonada que la misma estratificación de los bancos de arenisca, lo cual permite terracear los taludes de corte de la antigua explotación.

El acopio de material suelto de antiguas excavaciones y los taludes de corte expuestos de la explotación activa da lugar a deslizamientos y caída de roca producto del arranque de estos mecánicamente. Estos deslizamientos se identifican en los límites sur y norte del predio.



Fuente: Tomado y modificado de IGAC, 2023.

Figura 39. Fotointerpretación geomorfológica predio Delta-Silical y Calicanto, imagen Google Earth

5.2.4 Subunidades Geomorfológicas

Las subunidades geomorfológicas parten del análisis de las regiones (ambientes de formación) donde se ubican las unidades que puedan ser identificadas. Es así como a nivel de regiones, se establece que la zona de estudio se encuentra enmarcada en ambiente mixto, donde se presenta una gran alteración a la forma del terreno, producto de las labores mineras que fueron desarrolladas en el área durante un largo tiempo. Con base en lo anterior, se evidencia la presencia de geoformas de origen denudacional-estructural y antropogénico. Así mismo, existen dos zonas correspondientes a ambientes fluviales, asociadas a las quebradas Serrezuela y el Encuentro. Para complemento a lo anterior, a continuación, se describen las subunidades geomorfológicas del área de estudio.

5.2.4.1 Ambiente Estructural - Denudacional

Este ambiente incluye las geoformas que se originan a partir de los procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y el fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica es definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades (SGC, 2015).

Para el área de estudio, este ambiente está representado por dos unidades, como se describen a continuación:

- Ladera estructural (Sle): Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes, paralelos en sentido de la inclinación del terreno. Puede presentarse con longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas. En esta geoforma los datos estructurales no permiten establecer una asociación con alguna estructura de tipo regional (SGC, 2015).

En el caso del área de estudio, las laderas estructurales corresponden a la geoforma de mayor extensión, donde, a partir de los trabajos de campo, se pudo observar la expresión de las laderas en la zona. Estas laderas se encuentran en sentido de la pendiente y son producto de la disposición de los estratos de areniscas de la Formación Labor – tierna.

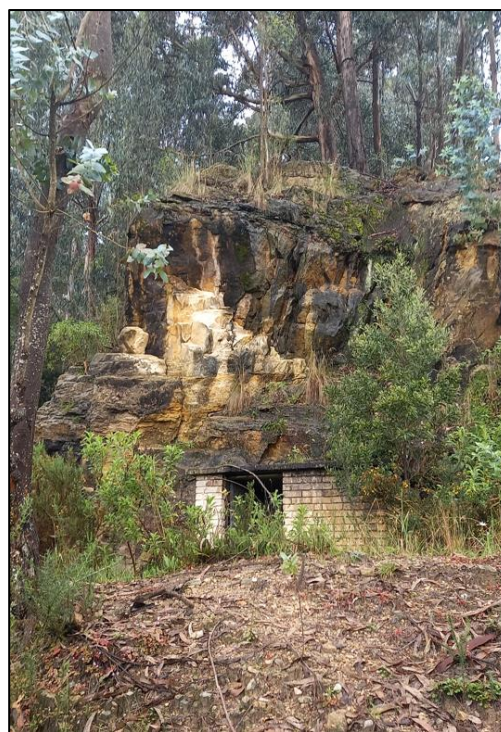


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 8. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes

- Ladera de contrapendiente (Slcp): Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos, foliación, diaclasamiento, entre otros), dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno. Puede presentarse con longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas (SGC, 2015).

En el caso específico del área de estudio, estas laderas se presentan de forma escarpada, formadas a partir de planos de diaclasamiento, perpendiculares a la dirección de estratificación. La geoforma de ladera de contrapendiente se evidencia principalmente en el costado norte del área de estudio, en el margen derecho de la quebrada Serrezuela; así mismo, se puede evidenciar estas laderas en forma de escarpes, en diferentes puntos del área de estudio, las cuales pueden ser resultado de los cortes de minería que fueron desarrollados en la zona.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 9. Laderas de contrapendiente

5.2.4.2 Ambiente Fluvial

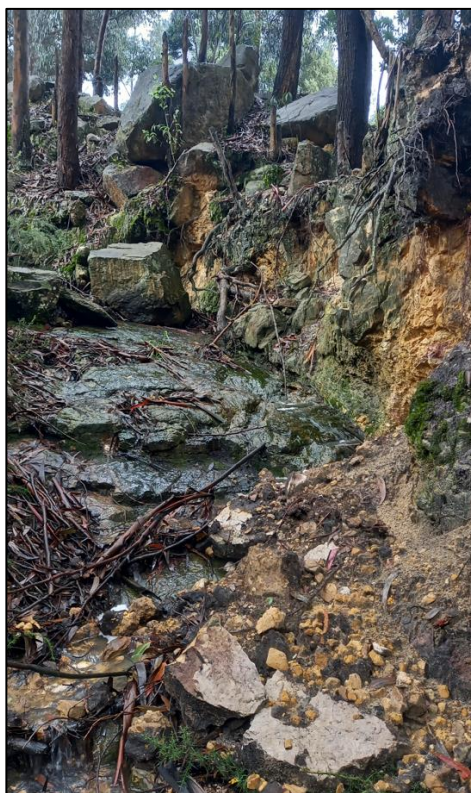
Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca (SGC, 2015).

- Para el área de estudio, se evidencia la presencia de dos cuerpos fluviales, correspondientes a las quebradas Serrezuela y El Encuentro, cuya expresión

morfológica en la zona está representada principalmente por el cauce aluvial, como se describe a continuación:

- Cauce Aluvial (Fca): Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia al lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias (SGC, 2015).

Para el caso específico del área de estudio, la geoforma del cauce aluvial está asociada a las quebradas Serrezuela y El Encuentro, las cuales discurren en sentido este – oeste. Se puede observar que el cauce aluvial de la Quebrada Serrezuela presenta una mayor profundidad, versus el cauce de la Quebrada El Encuentro, lo cual se asocia a que la quebrada El Encuentro transporta agua de manera intermitente. Así mismo, se puede observar que transportan materiales arenosos principalmente y algunos sedimentos más finos como limos y arcillas, provenientes de los materiales que afloran a lo largo de la quebrada.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 10. Cauce Aluvial de la Quebrada Serrezuela (izquierda) y Quebrada El Encuentro (derecha)

5.2.4.3 Ambiente Antropogénico

Este ambiente incluye las geoformas resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos, con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifican la morfología natural del terreno. Así, para la zona de estudio se resalta que

esta ha sido ampliamente intervenida para modificar las formas del terreno, por medio de explotaciones mineras, explanaciones para adecuaciones del terreno, cortes de taludes y la generación de una vía. A pesar de que en la zona finalizaron las labores mineras, geoformas que resultaron de esta actividad, aún se encuentran presentes. A continuación, se describen las unidades identificadas:

- I. Superficies de explanación (Asp): Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso y/o materiales inconsolidados, con el fin de adecuar el terreno para la construcción o confines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno (SGC, 2015).

Las superficies de explanación en el área de estudio se encuentran vinculadas a la adecuación de la superficie para instalaciones del proceso minero y la construcción de estructuras que, en su momento, sirvieron de apoyo para el desarrollo administrativo del predio. Pese a que en los predios no se desarrolla ningún tipo de actividad minera, las superficies de explanación siguen presentes.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 11. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes

- II. Vía (AVi): esta unidad corresponde a superficies que han sido adecuadas por el hombre para el paso de vehículos en una zona específica. La vía que se evidencia en el área de estudio corresponde a una adecuación del terreno que fue realizada para el paso de vehículos dentro del predio para las labores mineras. De momento, la vía no se encuentra en funcionamiento; sin embargo, se puede evidenciar su trazado.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 12. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes

- III. Canteras (Ac): esta unidad corresponde a excavaciones escarpadas con altura de orden decimétrico, de formas irregulares o en terraceo hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava (SGC, 2015). La unidad geomorfológica de canteras se ubica hacia el norte del área de estudio, donde se pueden observar labores de extracción de materiales de tipo arena.

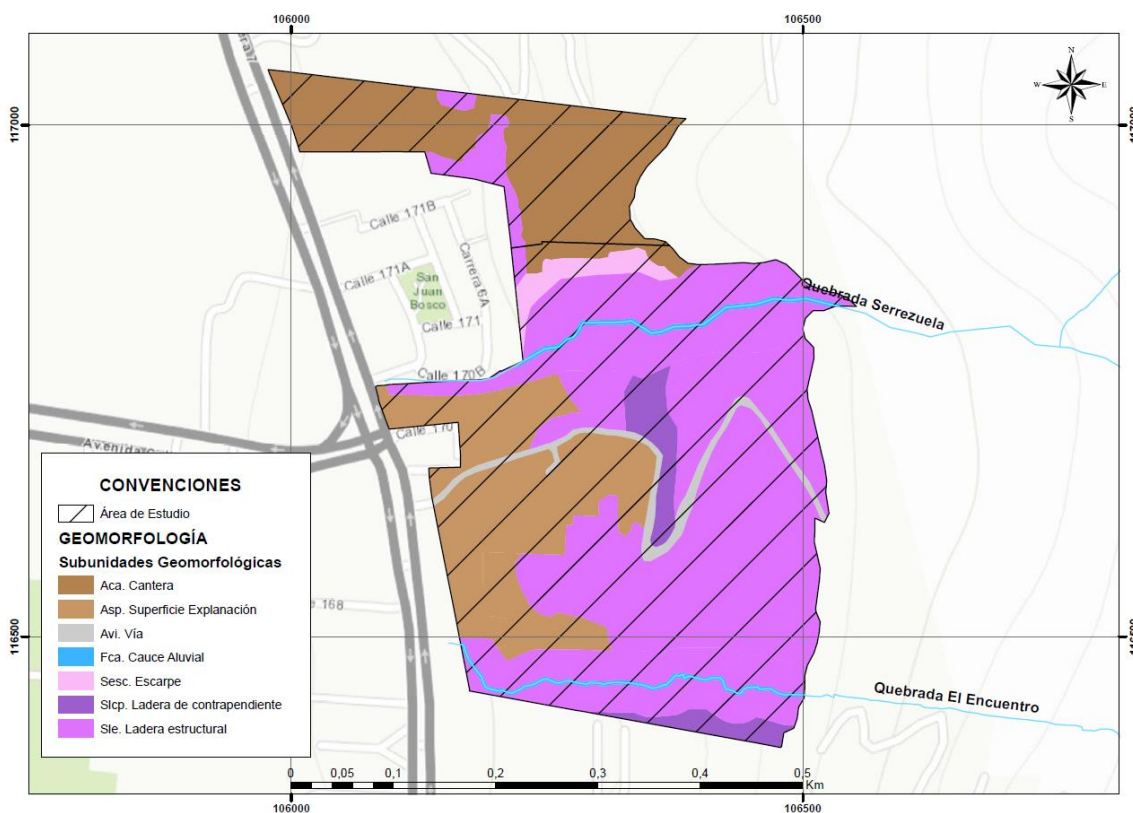


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 13. Superficies de explanación adecuadas para las construcciones presentes



A continuación, se evidencia espacialmente la distribución de las subunidades geomorfológicas:



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 40. Mapa de geomorfología, evidenciando subunidades en el área de estudio

5.3 Paisaje

Este componente parte de una descripción paisajística del territorio enfocada en generar una visión integral del entorno desde el marco local, a partir de la visualización estética y perceptual del paisaje. En este sentido el paisaje puede identificarse como “el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas” (Dunn, 1974) y a partir de este concepto, el presente documento establece las unidades de paisaje existentes dentro del área de interés, la cual corresponde al área pre-delimitada del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto.

Así las Unidades Paisajísticas serán entendidas como divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar, con características homogéneas que expresan particularidades del terreno, y que por sus atributos fisionómicos son fácilmente reconocibles y diferenciados entre otras (Etter, 1991).

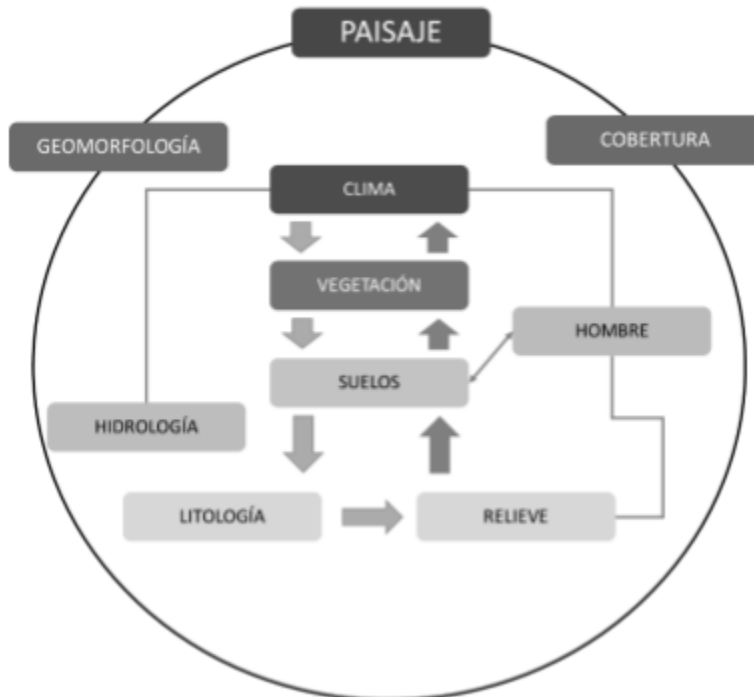
La identificación de unidades de paisaje desempeña un papel entonces destacado en la fase de diagnóstico del territorio ya que permite una aproximación al conocimiento integral del medio biofísico, tal como lo propone la ecología del paisaje.



La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituye en la unidad fundamental de análisis y se define como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas” (Zonneveld, 1972). En la Figura 41 se observa que son dos los elementos fundamentales para el análisis integrado del paisaje, la geoforma y la cobertura, y los cuales son rasgos visibles en las imágenes de sensores remotos.

Cada unidad de paisaje constituye un área relativamente homogénea, con base en el análisis integrado de los atributos físicos (clima, relieve y formas del terreno, litología, suelos, hidrología), biológicos (vegetación, fauna) y ciertos aspectos socioeconómicos asociados a las coberturas y uso de la tierra. La evaluación del paisaje tiene como marco de referencia las unidades de paisaje, las cuales son valoradas considerando atributos claramente visibles en imágenes de sensores remotos y en terreno como son las geoformas y la cobertura.

La delimitación de las unidades de paisaje se consolida en la integración de las geoformas y la cobertura de la tierra. Las geoformas ya definidas en el componente de geomorfología del Servicio Geológico Colombiano y las coberturas de la tierra corresponden al sistema Corine Land Cover Colombia (2010), por ende, el paisaje evaluado para el Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto, se refiere a un escenario natural constituido tanto por la geoforma como por la cobertura asociada ya sea natural o antrópica:



Fuente: (Zonneveld, 1972)

Figura 41. El paisaje expresión del nivel ecosistémico



5.3.1 Paisaje Geomorfológico

5.3.1.1 Elementos del paisaje

Como elementos del análisis del paisaje se involucran en el área de estudio elementos naturales asociados a los Cerros orientales, donde se delimitan paisajes de Montaña y Zonas Urbanas, sobre Canteras, Cauces Aluviales, Escarpes, Laderas contrapendientes, Laderas Estructurales, Superficies de Explanación y Vías, que involucran parches de intervención antrópica en relación con el desarrollo de áreas urbanas y suburbanas, condicionando el paisaje en sus condiciones culturales a un paisaje natural semitransformado o humanizado.

En este sentido los elementos del paisaje que predominan en el área de influencia del componente paisaje con base en la cobertura de la tierra, geomorfología, etc., permitieron identificar elementos importantes como quebradas, relieve y flora.

- Unidades geomorfológicas: Para la determinación de las unidades geomorfológicas, base física para el establecimiento de las unidades de paisaje, se realizó la agrupación de los tipos de relieve obtenidos en la caracterización geomorfológica, los cuales se agruparon por su alto nivel de similitud. En el área de influencia del proyecto, se identificaron las siguientes unidades geomorfológicas las cuales se encuentran agrupadas en un paisaje de Montaña, con un ambiente morfogenético Estructural - Erosional que dio origen relieves de crestones y en un paisaje propio de zonas urbanas Ver Tabla 17.

Tabla 17. Unidades geomorfológicas para el análisis paisajístico

PAISAJE	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO
Montaña	Estructural - Erosional	Crestones	Cantera
			Cauce Aluvial
			Escarpe
			Ladera Estructural
Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	Zonas Urbanas	Cantera
			Cauce Aluvial
			Escarpe
			Ladera contrapendiente
			Ladera Estructural
			Superficie Explanación
			Vía

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

- Unidades de cobertura de la tierra: A partir de la interpretación de la imagen satelital y de la verificación en campo se determinó que el área de influencia posee las siguientes coberturas, las cuales fueron identificadas de acuerdo con la metodología de Corine Land Cover para escalas de 1:25.000. Ver Tabla 18.

Tabla 18. Coberturas para el análisis paisajístico

N1_COBERT	N2_COBERT	N3_COBERT
1. Territorios Artificializados	1.3. Zonas de Extracción Minera y Escombreras	1.3.1. Zonas de Extracción Minera
	1.2. Zonas Industriales o Comerciales y Redes de Comunicación	1.2.2. Red Vial, Ferroviaria y Terrenos Asociados
	1.1. Zonas Urbanizadas	1.1.1. Tejido Urbano Continuo
2. Territorios Agrícolas	2.3. Pastos	2.3.3. Pastos Enmalezados o Enrastrados
3. Bosques y Áreas Seminaturales	3.1. Bosques	3.1.4. Bosque de Galería y Ripario
		3.1.5. Plantación Forestal
	3.2. Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva	3.2.3. Vegetación Secundaria o en Transición
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas Continentales	5.1.1. Ríos (50 m)

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

A partir de esto se determinaron las unidades de paisaje del proyecto a partir de una superposición espacial de la capa de unidades geomorfológicas y la capa de coberturas de la tierra, ejercicio que se realizó mediante herramientas de sistema de información geográfica (SIG).

5.3.1.2 Unidades de paisaje

Las unidades de paisaje hacen referencia a una descripción objetiva de los elementos biológicos y físicos en donde se combinan los atributos del paisaje (Briceño Avila, Contreras Miranda, & Owen de Contreras, 2011). Mediante la superposición de las capas descritas (Geomorfología y Coberturas de la tierra) y la implementación de herramientas de geoprocésamiento del programa ArcGIS.

5.3.1.2.1 Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.

- Unidad de Gran Paisaje

Estas unidades implican aspectos propios del entorno, que incluyen la geomorfología general del relieve debida a procesos geomórficos endógenos y/o exógenos mayores, tales como: plegamiento, volcanismo, denudación, sedimentación, etc.; el parentesco litológico entendido a nivel de grupos de rocas: sedimentarias, volcánicas, plutónicas y metamórficas y las relaciones topográficas se dan a nivel de mesorelieve.

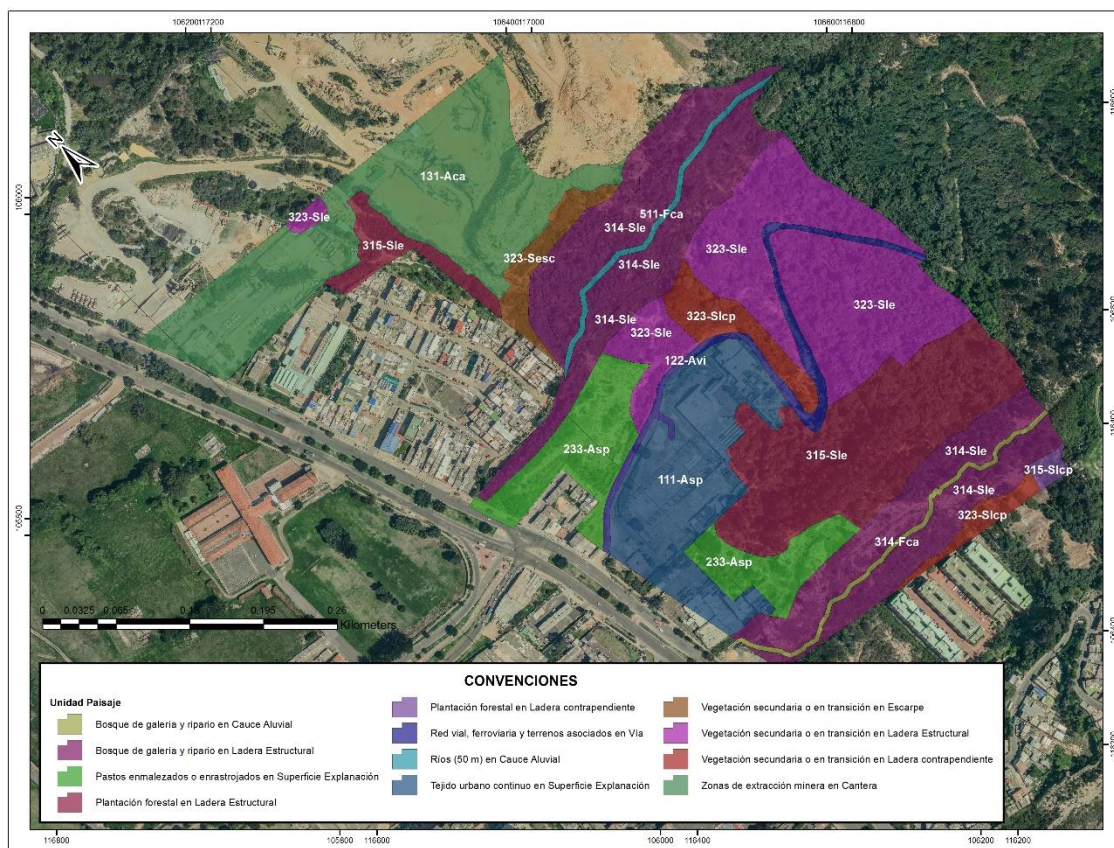
- Caracterización Paisajística del proyecto

Las unidades de paisaje establecidas dentro del área de interés del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto se obtienen de la superposición de capas cartográficas elaboradas para el estudio tal como son las Coberturas de la Tierra con base en la Corine Land Cover (IDEAM, 2010) y la Geomorfología, lo que permitió establecer dentro de una caracterización paisajística la definición de un total de 14 Unidades de gran Paisaje así:

Tabla 19. Unidades Paisajísticas en el área de influencia

UNIDAD DE PAISAJE	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Bosque de galería y ripario en Cauce Aluvial	0,16	0,81%
Bosque de galería y ripario en Ladera Estructural	4,29	22,33%
Pastos enmalezados o enastrojados en Superficie Explanación	1,51	7,87%
Plantación forestal en Ladera contrapendiente	0,08	0,39%
Plantación forestal en Ladera Estructural	2,94	15,31%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados en Vía	0,46	2,37%
Ríos (50 m) en Cauce Aluvial	0,17	0,87%
Tejido urbano continuo en Superficie Explanación	2,01	10,47%
Vegetación secundaria o en transición en Escarpe	0,35	1,82%
Vegetación secundaria o en transición en Ladera contrapendiente	0,64	3,35%
Vegetación secundaria o en transición en Ladera Estructural	3,25	16,95%
Zonas de extracción minera en Cantera	3,35	17,45%
Total	19,19	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 42. Unidades Paisajísticas del Área de Estudio

Dentro del área la unidad paisajística que tiene una mayor representatividad corresponde al Bosque de galería y ripario en Ladera Estructural ocupando 4,29 Ha correspondientes al 22,33% del territorio analizado, seguida por la unidad propia de Zonas de extracción minera en Canteras ocupando una extensión de 3,35 Ha – 17,45%, en tercer lugar se encuentran las unidades propias de la Vegetación secundaria o en transición en Ladera Estructural con una representatividad del 16,95% correspondiente a una extensión de 3,25 Ha, adicionalmente el 15,31% del terreno analizado (2,94 Ha) se localizan en unidades propias de Plantación forestal en Ladera Estructural. Otras de las unidades que exhiben una representatividad importante dentro del área de análisis, corresponden al Tejido urbano continuo en Superficie Explanación con una extensión de 2,01 Ha – 10,47% y Pastos enmalezados o enrastrados en Superficie Explanación con una extensión de 1,51 Ha – 7,87%, los relieves restantes y sus coberturas asociadas ocupan áreas con una representatividad inferior a 5%.

Paisaje de Montaña

Este tipo de paisaje se encuentra en la base de la cordillera Oriental. Esta geoforma fue basculada y fallada por movimientos tectónicos que aún prevalecen con intensidad mínima, este hecho ha originado un gran número de niveles y taludes que le dan un aspecto



escalonado al paisaje y enmascaran la verdadera morfogénesis de los sedimentos constituyentes de los diferentes tipos de relieve.

Este tipo de paisaje presenta un declive promedio superior al 30% (IGAC, 2005); y un terreno escabroso y profundamente disectado (Zinck, 2012). La morfogénesis de este paisaje es de tipo estructural- denudacional, aunque de forma local se presentan unidades de origen deposicional. La mayoría de los relieves que componen este paisaje están tallados en rocas masivas tipo basaltos y cuarzodioritas, rocas metasedimentarias y volcanosedimentarias tipo metaareniscas y metalimolitas, y rocas metamórficas tipo esquistos y filitas.

Dentro de esta unidad morfoestructural se reconocen los siguientes tipos de relieve:

- Crestones

Este tipo de relieve está constituido por secuencias de rocas sedimentarias, cuya disposición de los estratos está relacionada con la tectónica de la zona, y su inclinación presenta un ángulo de buzamiento entre 11° y 30°. Así mismo, se define su ladera estructural y erosional. Se identificaron las siguientes formas de terreno: Cantera, Cauce Aluvial, Escarpe y Ladera Estructural.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

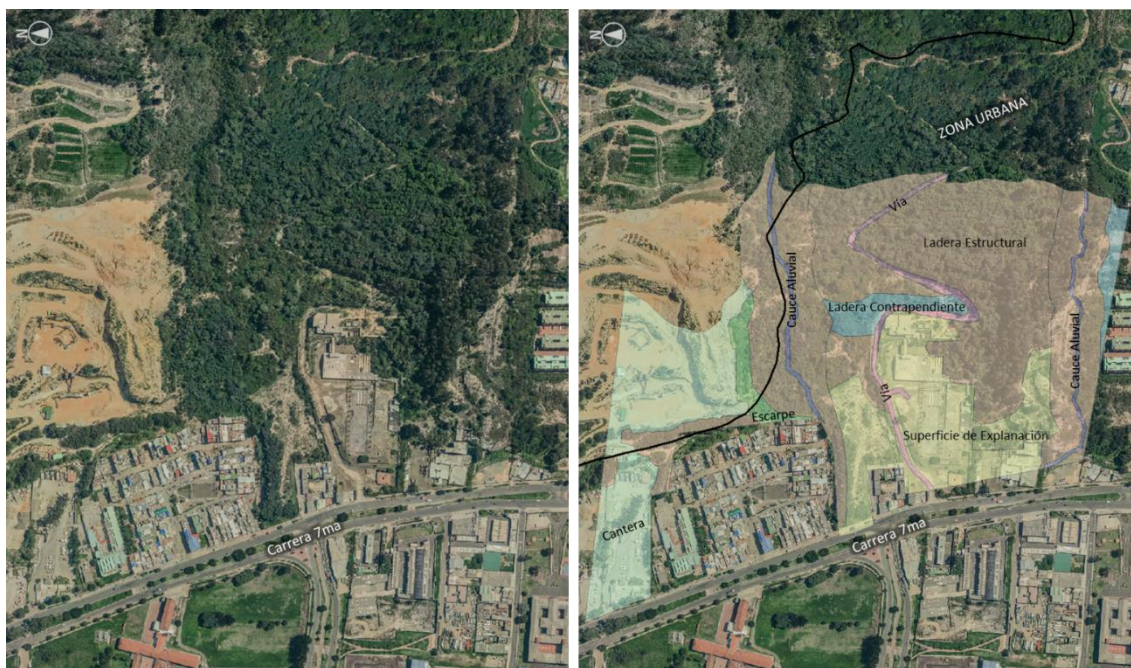
Figura 43. Paisaje de Montaña

Paisaje de Zonas Urbanas

Este tipo de paisaje corresponde a dichas áreas de morfología plana a suavemente inclinada, producto de la construcción de asentamientos humanos, en los que se presentan excavaciones y rellenos, indiferenciados. En estas se identificaron las siguientes formas de



terreno: Cantera, Cauce Aluvial, Escarpe, Ladera contrapendiente, Ladera Estructural, Superficie Explanación y Vía.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 44. Paisaje de Zonas Urbanas

5.4 Hidrología

Este capítulo tiene como objetivo desarrollar la identificación y caracterización de los cuerpos hídricos presentes en el área de estudio. Una vez identificados, se procede a realizar la estimación de los caudales que transitan por los cuerpos hídricos, justo en el sitio donde se localiza el Plan Parcial, particularmente aquellos caudales asociados a algún evento extremo bajo una probabilidad de ocurrencia definida en términos de periodos de retorno (Tr). Esta estimación de caudales se realizó en función de la información disponible, partiendo de que, a grandes rasgos, existen tres tipos fundamentales de metodologías para la determinación de estos, clasificadas como empíricas, estadísticas e hidrometeorológicas. Para las áreas de interés se hizo uso del modelo hidrometeorológico de lluvia – escorrentía del Soil Conservation Service, dada su aceptabilidad para este tipo de estudios y las condiciones de información disponible descritas a continuación.

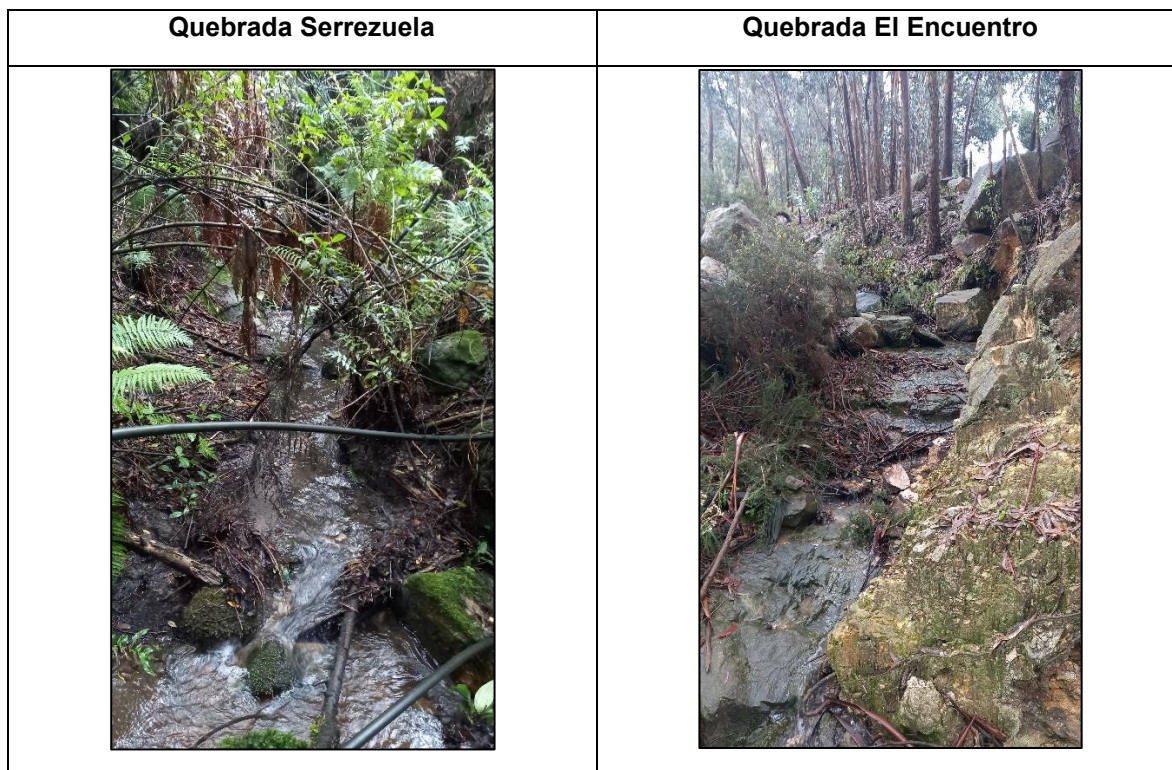
5.4.1 Identificación y caracterización de cuerpos hídricos

La identificación de cuerpos hídricos en la zona de estudio se llevó a cabo a través de recorridos en campo, con el objetivo de identificar cuerpos de tipo lenticos y/o lóticos allí presentes. Como resultado de los recorridos se encontró en la zona la presencia de dos cuerpos de agua de tipo lóticos, los cuales discurren en sentido este oeste. Una vez contrastada la información evidenciada en campo, con información secundaria del área, se evidenció que los dos cuerpos identificados, corresponden a dos quebradas que llevan el



nombre de Quebrada Serrezuela y Quebrada El Encuentro, las cuales se ubican hacia el norte y sur del área, respectivamente.

A continuación, se relacionan las fotografías de las quebradas identificadas:



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 14 Quebradas identificadas

5.4.1.1 Caracterización física in-situ de los cuerpos hídricos

Una vez identificados los cuerpos de agua en la zona, se llevó a cabo una caracterización física in-situ, donde se obtuvieron características del agua como pH, temperatura, conductividad y partes por millón. Cabe resaltar que estas caracterizaciones se desarrollaron en puntos de las quebradas que estuviesen alejadas de vertimientos o cualquier tipo de contaminación que pudiese llegar a afectar los cuerpos. Sin embargo, para la quebrada El Encuentro, se resalta que en su parte superior existe el paso de personas de los barrios aledaños, además de botaderos de basura ilegales que pueden alterar las características del agua que discurre por esta quebrada.

En la se pueden observar los valores obtenidos y un registro fotográfico durante la toma de datos:

Tabla 20. Valores físicos del agua que discurre por las Quebradas Serrezuela y El Encuentro

Quebrada Serrezuela		Quebrada El Encuentro	
pH	7,92	pH	7,30
Temperatura	12,8	Temperatura	13,4
Ppm	78	Ppm	50

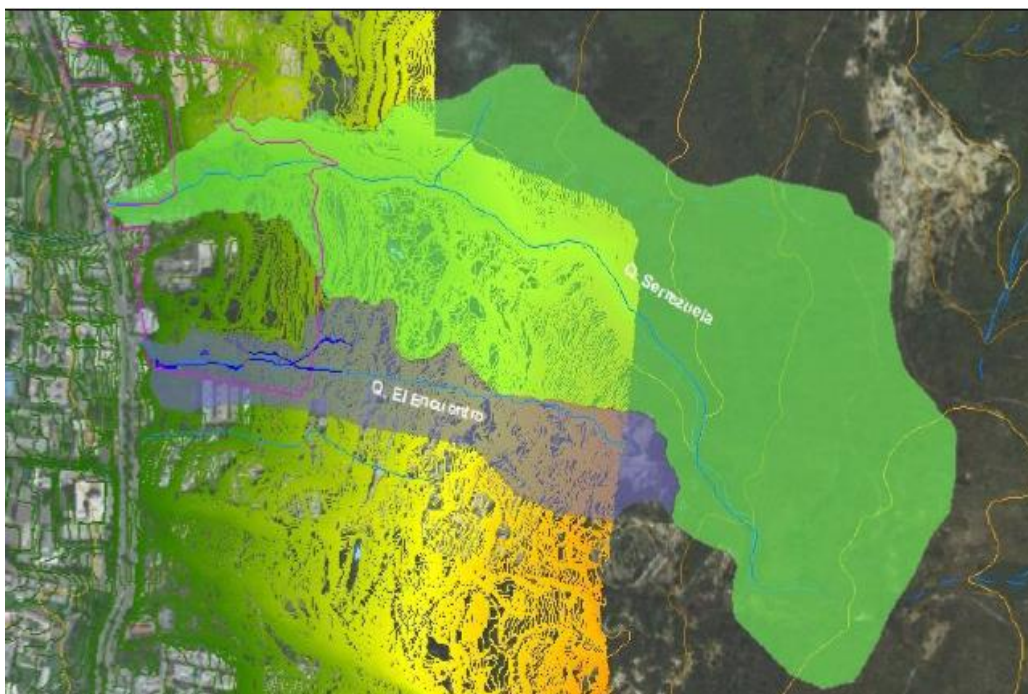


Conductividad	15,8	Conductividad	104
			

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

5.4.2 Caracterización de las cuencas de la Quebrada Serrezuela y El Encuentro

La delimitación y caracterización de las cuencas de drenaje asociadas al proyecto se realizó a partir del análisis de la cartografía de la zona, de la cual se identificaron las líneas divisorias de aguas y los diferentes elementos de drenaje; esto con base en la información cartográfica obtenida de las bases de datos del IGAC y del IDECA.

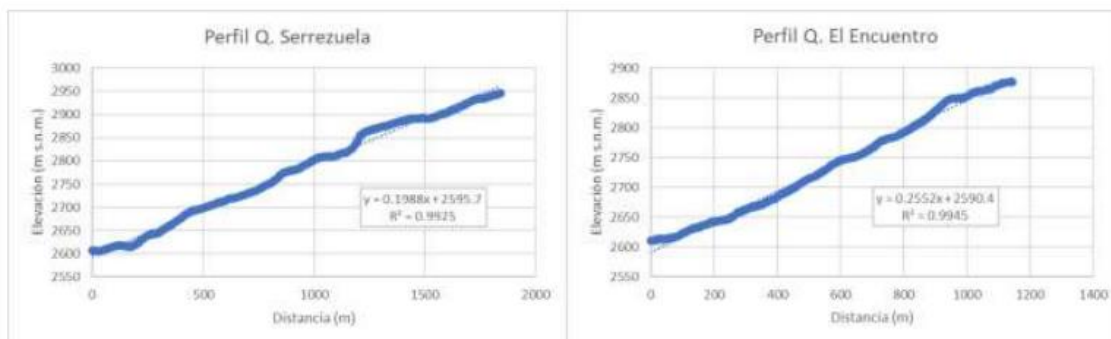


Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 45. Delimitación de las cuencas de la Quebrada Serrezuela y El Encuentro

A partir de la delimitación realizada, se puede establecer el área en planta de cada una de las cuencas de las quebradas Serrezuela y el Encuentro (82.1 ha y 17.7 Ha respectivamente). Ahora bien, a partir de la cartografía disponible, se trazaron los perfiles para cada una de las quebradas con el fin de determinar la pendiente de estas.

A lo largo de los perfiles no se evidencian cambios de pendiente significativos, por lo que para estimar el valor de pendiente de ambos cauces se puede efectuar una regresión lineal, obteniendo pendientes de 19.88% y 25.52% para los cauces de las quebradas Serrezuela y El Encuentro, respectivamente. Nótese que los coeficientes de determinación resultantes de las regresiones realizadas indican un ajuste adecuado, validando las pendientes obtenidas para cada drenaje.

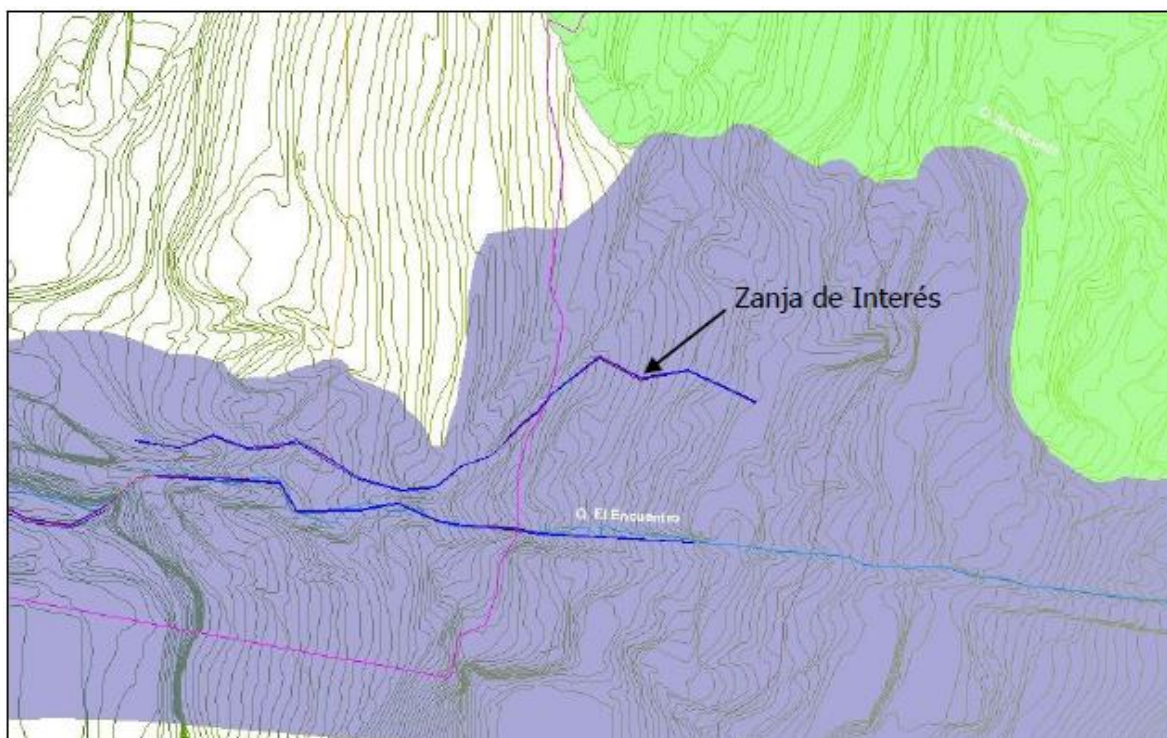


Fuente: (FCS Ingeniería, 2023).

Figura 46. Perfiles longitudinales de los cauces principales analizados



En el marco de la delimitación de las quebradas realizado a partir de información cartográfica existente y levantamiento topográfico del predio, en cercanías a la quebrada El Encuentro, se identifica una zanja, cuyo origen es necesario definir para el planteamiento del proyecto.



Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 47. Localización de Zanja de interés

Dentro de las características físicas que presenta esta Zanja se encuentra:

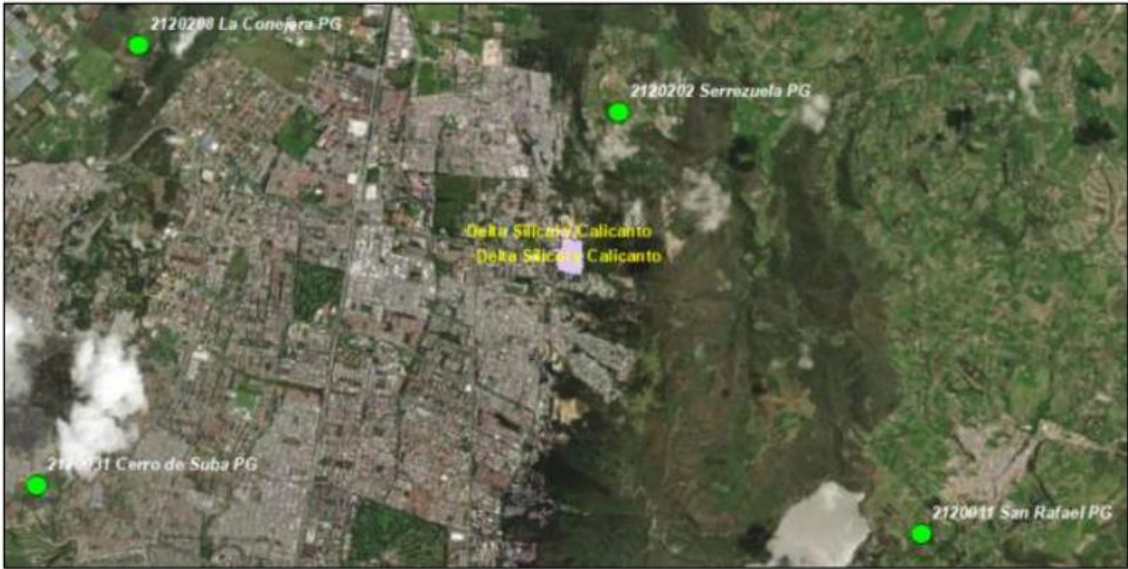
- No cuenta con un punto de descarga definido y por características topográficas no conecta con el cauce de la quebrada El Encuentro, por lo tanto, no es un afluente natural de la quebrada.
- Presenta cambios abruptos de dirección con ángulos definidos, característica que no es propia de los cuerpos de agua naturales.
- Las características naturales del terreno, evidenciadas con el levantamiento topográfico, no muestran un área de drenaje definida para la zanja, y por lo tanto, la escorrentía que drenan naturalmente a la zanja es mínima.

A partir de lo anterior, se infiere que la zanja encontrada en terreno es de carácter antrópica.

5.4.3 Definición de la tormenta de diseño

La estimación de la tormenta de diseño se realizó a partir de los análisis a los datos de la precipitación máxima en 24 horas de las estaciones hidrometeorológicas más próximas al proyecto. A partir de la información de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

se identificaron las estaciones meteorológicas operadas por la EAAB-ESP más próximas al área de estudio, resultando que la estación más cercana (20202 -P-078 Serrezuela) se ubica aproximadamente a 2 km al norte del PP.



Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 48. Localización de las estaciones EAAB más próximas a la zona del proyecto

De estas estaciones se solicitó el registro histórico de información disponible para la variable precipitación máxima en 24 h, información que se resume en la Tabla 21.

Tabla 21. Estaciones meteorológicas próximas al área de proyecto

Estación	Municipio	Entidad	Subcuenca	Periodo de información disponible (P _{MAX24})		
				Inicio	Fin	Tiempo (años)
20011 (P-005) San Rafael	La Calera	EAAB	Rio Teusacá	Mayo de 1933	Octubre de 2022	90
20031 (P-001) Cerro de Suba	Bogotá	EAAB	Rio Juan Amarillo	Abril de 1946	Septiembre de 2022	77
20202 (P-078) Serrezuela	Bogotá	EAAB	Quebrada Aguas Claras	Enero de 1990	Agosto de 2022	33
20208 (P-095) La Conejera	Bogotá	EAAB	Humedal La Conejera	Mayo de 1990	Septiembre de 2022	33

Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Para cada una de estas, se procede a realizar el correspondiente análisis de frecuencias y con base en la prueba estadística Chi – Cuadrado, se establecen las distribuciones de probabilidad que mejor se ajustan a la naturaleza de los datos observados, y a partir de



estas se determinan los valores de precipitación máxima en 24 horas (Pmax24) asociados a distintos periodos de retorno. Los resultados obtenidos del análisis de frecuencia se presentan en la Tabla 3, y en la Figura 8 se muestra a manera de ejemplo la gráfica de distribuciones de probabilidad para los datos de PMAX24 de la estación Serrezuela.

Tabla 22. resultado de análisis de frecuencias estaciones meteorológicas aferentes al proyecto

Resultados Cerro de Suba		Resultados La Conejera	
Distribución	LOG-PEAR	Distribución	GUMBEL
Tr (Años)	Precipitación Máxima, PT (mm)	Tr (Años)	Precipitación Máxima, PT (mm)
2.33	41.5	2.33	43.2
5	49.0	5	52.9
10	54.5	10	60.8
15	57.4	15	65.2
25	60.9	25	70.8
50	65.2	50	78.2
100	69.4	100	85.5
3	44.2	3	46.6

Resultados San Rafael		Resultados Serrezuela	
Distribución	LOG-PEAR	Distribución	GUMBEL
Tr (Años)	Precipitación Máxima, PT (mm)	Tr (Años)	Precipitación Máxima, PT (mm)
2.33	46.0	2.33	54.8
5	56.5	5	66.8
10	65.0	10	76.6
15	69.9	15	82.2
25	76.0	25	89.0
50	84.4	50	98.2
100	92.9	100	107.3
3	49.7	3	59.0

Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)



Para determinar los valores de Pmax24 directamente en el área del proyecto, se hace uso de la metodología de interpolación del inverso de la distancia al cuadrado (IDW, por sus siglas en inglés), para la cual se emplea la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum P_i / d_i^2}{\sum 1 / d_i^2}$$

Donde P_i es la precipitación máxima en 24 horas para la estación i y d_i es la distancia desde la estación i hasta el sitio donde se requiere conocer el valor de la precipitación máxima en 24 h, en este caso, el centroide de área de las cuencas de las quebradas Serrezuela y El Encuentro. Como resultado de este ejercicio, se obtienen los valores máximos de precipitación para los diferentes periodos de retorno para el área de estudio, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 23. Valores de PMAX24 para el área de estudio asociada a diferentes periodos de retorno

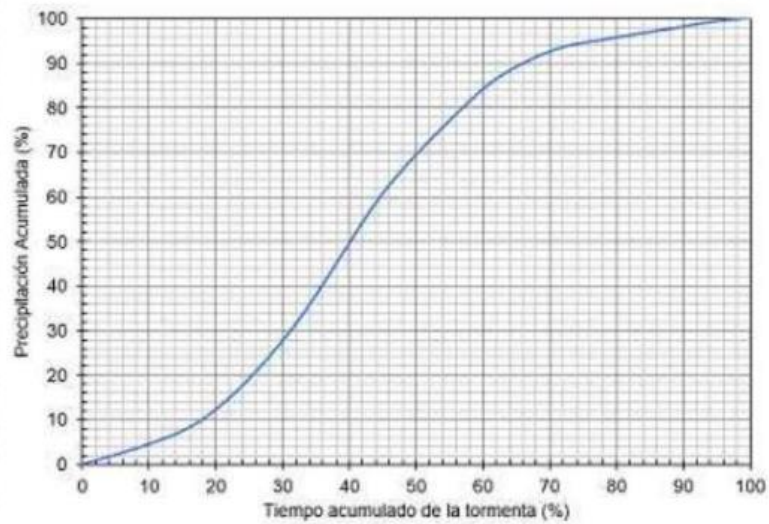
Tr (Años)	Precipitación máxima, PT (mm)
2.33	52.3
5	63.8
10	73.2
15	78.4
25	84.9
50	93.7
100	102.4
3	56.4

Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Una vez establecidos los valores de PMAX24 para la zona de estudio, se procede a convertir estos datos en una tormenta de diseño. Para esto, se emplea la metodología de la Distribución de la Sabana (Figura 49) con la cual se establece la forma de distribución de la tormenta, reflejada en el hietograma de diseño. Paralelamente, con base en lo establecido en la norma NS-085 (consultada en enero de 2023) se establece una duración de la tormenta de 3 horas. Así pues, en la Figura 50, Figura 51 y Figura 52, se muestran los valores resultantes de los hietogramas de diseño para periodos de retorno de 5, 10 y 100 años, respectivamente, con los cuales se realizan las modelaciones hidrológicas correspondientes.



Tiempo Acumulado (minutos)	Precipitación (%)	Precipitación Acumulada (%)
0	0	0
10	5.6	2.4
20	11.1	5.1
30	16.7	8.8
40	22.2	15.1
50	27.8	23.8
60	33.3	34.2
70	38.9	47
80	44.4	59.6
90	50	69.4
100	55.6	77.9
110	61.1	85.4
120	66.7	90.4
130	72.2	93.6
140	77.8	95.1
150	83.3	96.5
160	88.9	97.8
170	94.4	99.2
180	100	100



Fuente: (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2020)

Figura 49. Distribución de la Sabana

Tr (años)	5
Volumen (mm)	63.82

Tiempo (min)	Tiempo acum (%)	Precipitación acum (%)	Vol acum (mm)	Precipitación (mm)
0	0.0	0.0	0.00	0.00
10	5.6	2.4	1.53	1.53
20	11.1	5.1	3.25	1.72
30	16.7	8.8	5.62	2.36
40	22.2	15.1	9.64	4.02
50	27.8	23.8	15.19	5.55
60	33.3	34.2	21.83	6.64
70	38.9	47.0	29.99	8.17
80	44.4	59.6	38.04	8.04
90	50.0	69.4	44.29	6.25
100	55.6	77.9	49.71	5.42
110	61.1	85.4	54.50	4.79
120	66.7	90.4	57.69	3.19
130	72.2	93.6	59.73	2.04
140	77.8	95.1	60.69	0.96
150	83.3	96.5	61.58	0.89
160	88.9	97.8	62.41	0.83
170	94.4	99.2	63.31	0.89
180	100.0	100.0	63.82	0.51

Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

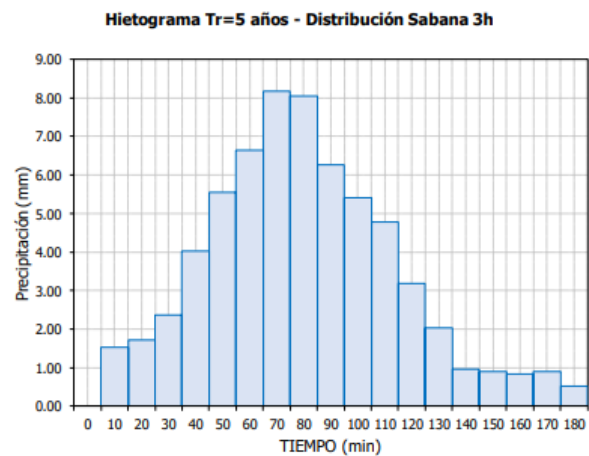
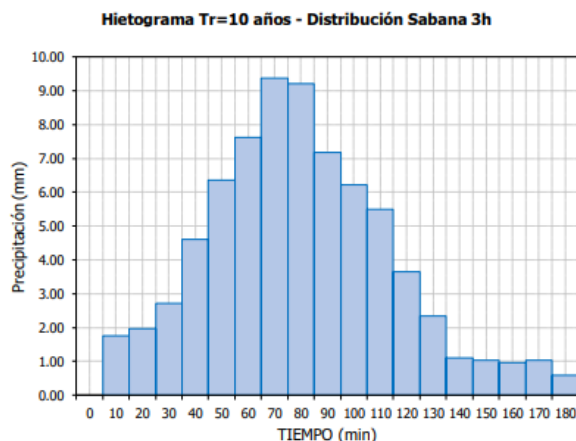




Figura 50. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 5 años y una duración de 3 horas

Tr (años)	10
Volumen (mm)	73.15

Tiempo (min)	Tiempo acum (%)	Precipitación acum (%)	Vol acum (mm)	Precipitación (mm)
0	0.0	0.0	0.00	0.00
10	5.6	2.4	1.76	1.76
20	11.1	5.1	3.73	1.98
30	16.7	8.8	6.44	2.71
40	22.2	15.1	11.05	4.61
50	27.8	23.8	17.41	6.36
60	33.3	34.2	25.02	7.61
70	38.9	47.0	34.38	9.36
80	44.4	59.6	43.60	9.22
90	50.0	69.4	50.77	7.17
100	55.6	77.9	56.99	6.22
110	61.1	85.4	62.47	5.49
120	66.7	90.4	66.13	3.66
130	72.2	93.6	68.47	2.34
140	77.8	95.1	69.57	1.10
150	83.3	96.5	70.59	1.02
160	88.9	97.8	71.54	0.95
170	94.4	99.2	72.57	1.02
180	100.0	100.0	73.15	0.59

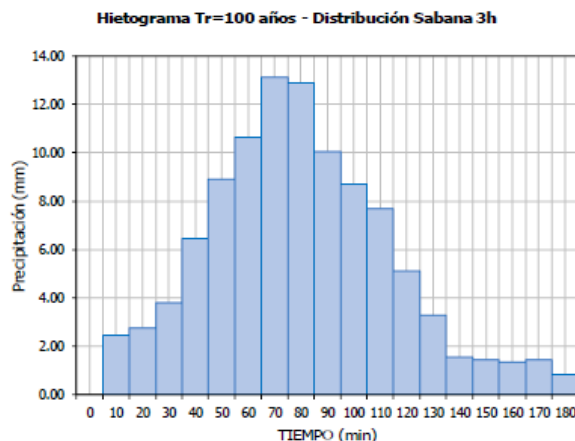


Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 51. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 10 años y una duración de 3 horas

Tr (años)	100
Volumen (mm)	102.38

Tiempo (min)	Tiempo acum (%)	Precipitación acum (%)	Vol acum (mm)	Precipitación (mm)
0	0.0	0.0	0.00	0.00
10	5.6	2.4	2.46	2.46
20	11.1	5.1	5.22	2.76
30	16.7	8.8	9.01	3.79
40	22.2	15.1	15.46	6.45
50	27.8	23.8	24.37	8.91
60	33.3	34.2	35.01	10.65
70	38.9	47.0	48.12	13.10
80	44.4	59.6	61.02	12.90
90	50.0	69.4	71.05	10.03
100	55.6	77.9	79.75	8.70
110	61.1	85.4	87.43	7.68
120	66.7	90.4	92.55	5.12
130	72.2	93.6	95.83	3.28
140	77.8	95.1	97.36	1.54
150	83.3	96.5	98.79	1.43
160	88.9	97.8	100.13	1.33
170	94.4	99.2	101.56	1.43
180	100.0	100.0	102.38	0.82



Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 52. Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 100 años y una duración de 3 horas

5.4.4 Parámetros generales para la modelación hidrológica

Posterior a la obtención de los números de curva ponderados, se procede a definir el tiempo de concentración y el tiempo de rezago, de acuerdo con las metodologías establecidas en la NS-085. Dicho esto, en la siguiente tabla se presentan los parámetros tenidos en cuenta para la modelación hidrológica del área de drenaje:

Tabla 24. Parámetros para la modelación hidrológica para el área de drenaje

Cuenca	Area			Pendiente -s	Longitud		K	Te	Tt	Tc	Tlag
	M2	ha	Km2	m/m	m	km	-	min	min	min	min
Serrezuela	820850.1	82.085	0.82085	0.1988	1841.3	1.841	1.0	11.8	0	11.8	7.11
El Encuentro	177018.7	17.702	0.17702	0.2552	1145.0	1.145	1.0	7.5	0	7.5	4.48

Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

5.4.5 Estimación de caudales máximos

La estimación de los caudales máximos para el período de diseño se realizó a partir de la implementación del software hidrológico HEC-HMS, aplicando el modelo de lluvia-escorrentía del Soil Conservation Service.

El modelo SCS es un modelo lluvia – escorrentía que calcula el hidrograma producido por una cuenca, a partir de los datos físicos de la misma y la precipitación considerada, utilizando diferentes métodos para el cálculo de la infiltración y la transformación de la precipitación en escorrentía. Usando la información presentada en la Tabla 24. Parámetros para la modelación hidrológica para el área de drenaje se construye el modelo de las cuencas aferente al proyecto.

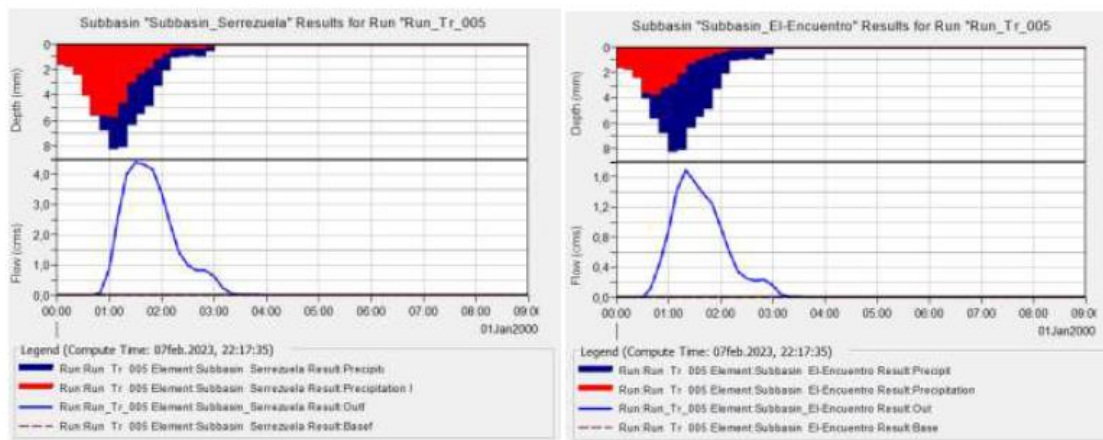
A partir del análisis hidrológico presentado, se realiza la construcción del modelo de lluvia - escorrentía, dentro del cual se debe definir el área de la cuenca, el coeficiente de escorrentía (CN) y el tiempo de retardo. En la Figura 53 se presenta el modelo topológico construido en HEC - HMS.



Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

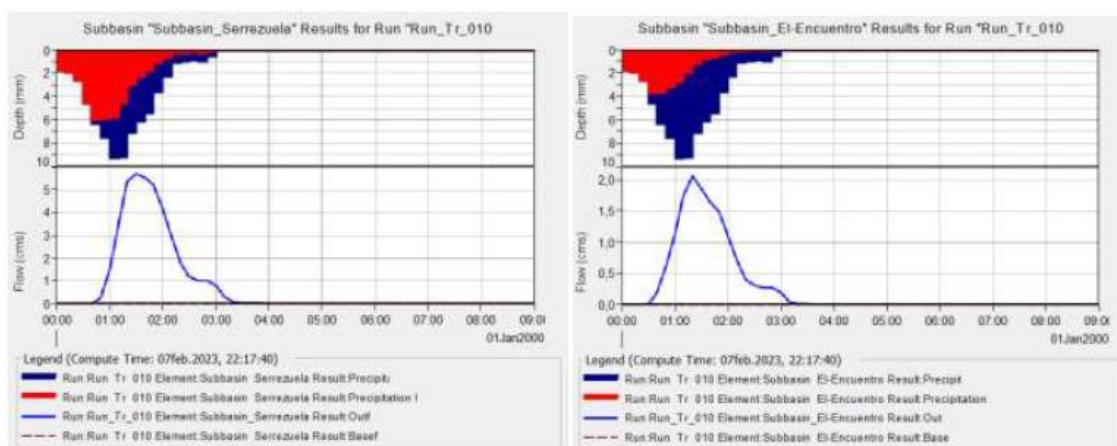
Figura 53. Modelo topológico HEC-HMS - Cuencas Serrezuela y El Encuentro

A continuación, se presentan los hidrogramas para cada uno de los eventos de lluvia definidos (ver Figura 54, Figura 55 y Figura 56), mientras que en la Tabla 25 se muestran los valores de caudal pico correspondientes.



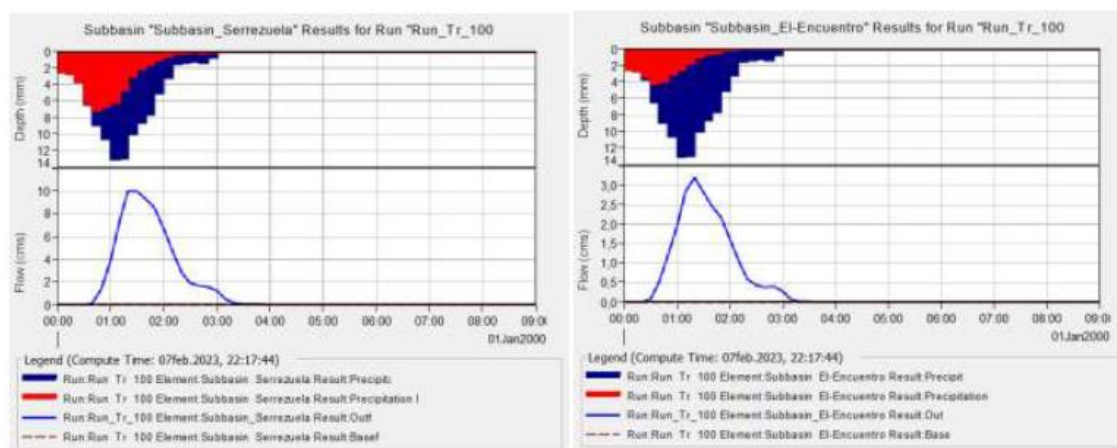
Fuente: (FCS Ingeniería, 2023)

Figura 54. Hidrogramas de crecida en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 5 años)



Fuente: (FCS Ingenieria, 2023)

Figura 55. Hidrogramas de creciente en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 10 años)



Fuente: (FCS Ingenieria, 2023)

Figura 56. Hidrogramas de creciente en las cuencas Serrezuela y El Encuentro (Tr 100 años)

Tabla 25. Caudales Pico para tormentas con diferentes valores Tr

Cuenca	Tr (años)	Caudal pico (m3/s)
Serrezuela	5	4.411
El Encuentro		1.699
Serrezuela	10	5.701
El Encuentro		2.059
Serrezuela	100	9.991
El Encuentro		3.196

Fuente: (FCS Ingenieria, 2023)



5.5 Calidad del agua

Se realizó monitoreo de las fuentes hídricas Quebrada La Serrezuela y Quebrada El Encuentro, las cuales atraviesan el área de la delimitación del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto en la ciudad de Bogotá D.C, departamento de Cundinamarca.

Para el análisis de los diferentes parámetros y el grado de cumplimiento de estos frente a la normatividad ambiental vigente, se tuvieron en cuenta los límites máximos permisibles establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

5.5.1 Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo

En la primera sección de este capítulo se realiza la descripción de los puntos de monitoreo dispuestos en el área de interés y en una segunda sección se describe el proceso metodológico para el desarrollo del monitoreo. Tanto los procedimientos de muestreo como los de laboratorio se realizaron teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), descritos en el Standard Methods 23rd Edition (2017).

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de muestreo junto con datos de fecha, hora, códigos de muestras y códigos de identificación de puntos en campo.

Tabla 26. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de aguas superficiales

CÓDIGO MCS	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	FECHA	HORA (24 H)	COORDENADA ORIGEN ÚNICO NACIONAL		COORDENADA GEOGRÁFICA	
				ESTE (m)	NORTE (m)	OESTE	NORTE
8332	QUEBRADA SERREZUELA	23/02/2023	15:36	4886812.134	2082737.547	74°01'15.69"	4°44'52.99"
8333	QUEBRADA EL ENCUENTRO		13:20	4886963.822	2082433.111	74°01'10.75"	4°44'43.08"

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.



Punto Quebrada Serrezuela
Toma de muestra



Punto Quebrada Serrezuela
Envase de muestras



Punto Quebrada Serrezuela
Envase de muestras



Punto Quebrada Serrezuela
Panorámica



Punto Quebrada El Encuentro Panorámica

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

Figura 57 Tomas de calidad de agua

Tabla 27 Descripción puntos de monitoreo de calidad de agua

QUEBRADA SERREZUELA			QUEBRADA EL ENCUESTRO		
Coordenadas Origen Único Nacional	4886812.13 E	2082737.54 N	Coordenadas Origen Único Nacional	4886963.82 E	2082433.11 N
Clima: Soleado	Municipio: Bogotá	Departamento: Cundinamarca	Clima: Soleado	Municipio: Bogotá	Departamento: Cundinamarca
Quebrada escalonada con corriente media y afloramientos rocosos de gran tamaño, con lecho compuesto de arcilla y gravaprin cipalmente de arena, así mismo, la principal mente, se evidencia vegetación arbórea y arbustiva en sus riberas, junto con gramíneas y musgos. En cuanto a características físicas el agua no presenta			Punto seco en el cual solo se pudo identificar la forma del cauce y su lecho que se compone principalmente de arena, así mismo, la morfología del cauce atribuye condiciones de encañonamiento. En sus alrededores se identificaron arboles de nombre común Eucalipto y Pino, junto con gramíneas.		



Descripción Punto Quebrada Serrezuela



Descripción Punto Quebrada El Encanto

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

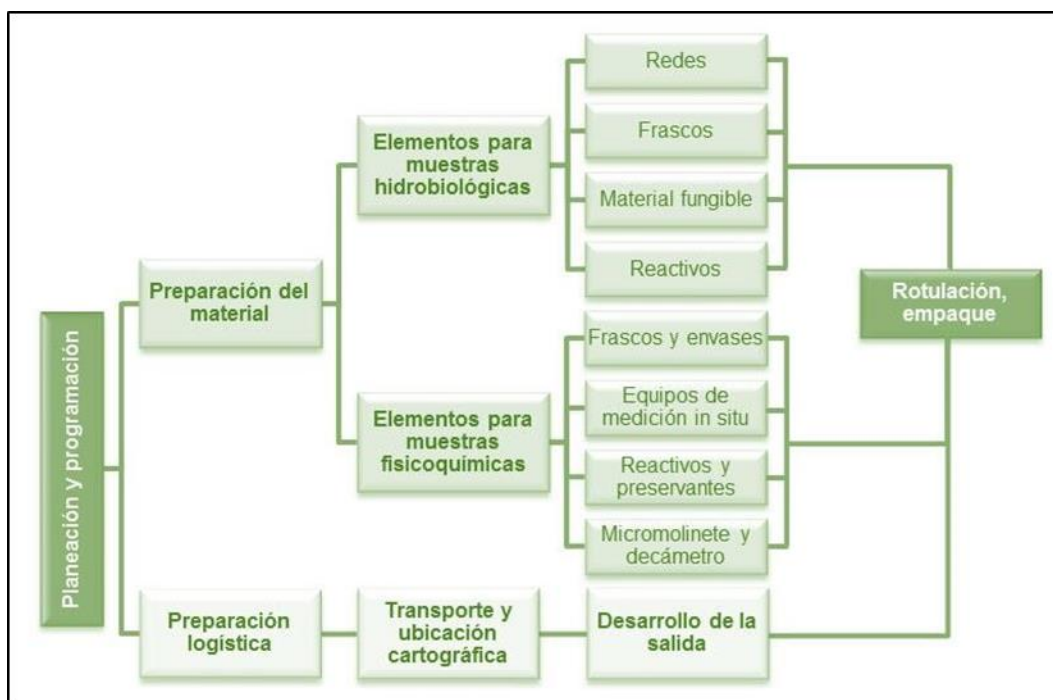


Fuente: modificado de Google Earth por ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

Figura 58. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo agua superficial

5.5.2 Proceso Metodológico

En la Figura 59 se describe el proceso preparatorio para el desarrollo de la toma de muestras, con el fin de evitar contratiempo.



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

Figura 59. Actividades de la etapa de preparación

5.5.3 Etapa de campo

Los procedimientos de muestreo en campo se realizaron teniendo en cuenta los instructivos I-PMO01-08 (Muestreo de agua), basados en la metodología propuesta por los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods 23rd Edition, 2017 (monitoreos puntuales y compuestos SM 1060-A y B); muestreos que estuvieron a cargo del personal de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. (empresa que cuenta con la certificación ISO 9001:2015 y se encuentra acreditada ante el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005, según Resolución No.1849 de agosto de 2022 resolución 2625 del 27 de setiembre de 2019 – para aguas potables)

5.5.3.1 Muestreo fisicoquímico de aguas superficiales

Para llevar a cabo el muestreo de aguas superficiales se utilizó un balde previamente purgado tres veces, con el que se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar (Anexo 1). Las muestras fueron enviadas y analizadas en el laboratorio de MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S.

Para los parámetros de grasas y aceites e hidrocarburos totales, la colecta de las muestras se realizó directamente de la fuente de agua. Una vez obtenidas las muestras, se rotularon y almacenaron en neveras de plástico con hielo, para conservar la refrigeración; posteriormente se registraron en diferentes formatos datos de campo incluyendo fecha y

hora de muestreo, responsable de la toma, origen, tipo de fijación y otras observaciones pertinentes.

5.5.4 ETAPA DE LABORATORIO Y ANÁLISIS

Los métodos empleados para los análisis fisicoquímicos de las aguas superficiales se describen a continuación

Tabla 28. Listado de métodos y técnicas para el análisis de aguas superficiales

FECHA RECEPCIÓN MUESTRAS: 2023-02-24		FECHA DE ANÁLISIS: 2023-02-24 AL 2023-03-05	
PARÁMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA	MÉTODO	
CONTENIDO DE SALES	GRAVIMÉTRICO		
NITRITOS	COLORIMÉTRICO	SM 4500 NO2 - B	
NITRATOS	ESPECTRÓMETRO	ISO 7890-3:1988. MODIF	
ALUMINIO TOTAL	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 D	
ARSÉNICO TOTAL	DIGESTIÓN ACIDO NÍTRICO/ACIDO CLORHIDRICO-E.A.A. G	SM 3114 B (4D)	
COBRE	COLORIMÉTRICO CURCUMINA	SM 4500 B-B	
CADMIO TOTAL	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B	
COBRE TOTAL	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B	
CROMO TOTAL	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B	
MERCURIO TOTAL	E.A.A. - VAPOR FRIO	SM 3112 B	
PLOMO TOTAL	E.A.A.	SM 3030 E, SM 3111 B	
ZINC TOTAL	ICP-OES	SM 3030 E, EPA 6010 D, REV 5 JUL 2018	

Rango de Temperatura ambiente durante los ensayos (°C): 25 – 35 Humedad relativa durante los ensayos (%): <80 E.A.A.: Espectrometría de Absorción Atómica.

Fuente: Reportes de laboratorio emitidos por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2023

5.5.5 Etapa de análisis

Se efectuó una interpretación de las concentraciones obtenidas para los puntos de monitoreo de agua superficial, teniendo en cuenta la relación existente entre parámetros y los criterios establecidos en el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, específicamente las concentraciones máximas permisibles estipuladas en el artículo 2.2.3.3.9.6.

Se resalta que, con los datos obtenidos para cada estación de muestreo de agua superficial, no fue posible desarrollar índices de contaminación, para verificar el estado del cuerpo de agua muestreado. Estos indicadores, se basan en la simplificación en un solo número las características de cada cuerpo de agua con el fin de identificar problemas de contaminación de una forma ágil, sin tener que recurrir a la observación de cada una de las numerosas variables fisicoquímicas determinadas.



5.5.5.1 Índices de contaminación de aguas (ICO's)

Ramírez et al. (1994) desarrollaron los índices de contaminación –ICO's– con el fin de evaluar el nivel de contaminación del agua; al efecto, se agrupan variables fisicoquímicas que denotan la misma condición ambiental. En la actual existen nueve ICO's, entre los cuales se destacan el ICO por materia orgánica (ICOMO), el ICO por mineralización (ICOMI), el ICO por sólidos suspendidos (ICOSUS), el ICO trófico (ICOTRO) y el ICOPH. En la Tabla 4 se presenta información relevante de cuatro índices, y en la Tabla 5 se incluyen las variables consideradas, los valores obtenidos y su interpretación. En cada caso (cuerpo de agua evaluado) los índices a emplear dependen de los parámetros que hayan sido medidos

Tabla 29. Información relevante sobre ICO's

ÍNDICE	FÓRMULA / CATEGORÍAS	CONCEPTO
Índice de contaminación por Materia Orgánica (ICOMO)	$ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO5} + I_{Coliformes\ Totales} + I_{Oxígeno\ \%})$ donde, $I_{DBO5} = -0,005 + 0,70 \log_{10} DBO_5 \text{ (mg/L)}$ $I_{Coliformes\ totales} = -1,44 + 0,56 \log_{10} Col. \text{ Tot. (NMP/100 mL)}$ $I_{Oxígeno\ \%} = 1 - 0,01 \text{ Oxígeno\%}$	$DBO > 30 \text{ mg/L} = 1$; $DBO < 2 \text{ mg/L} = 0$; Coliformes Totales > 20000 (NMP/100mL) = 1, Coliformes Totales < 500 (NMP/100mL) = 0; Oxígeno (%) mayor a 100% tienen un índice de oxígeno de 0
Índice de contaminación por Mineralización (ICOMI)	$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{Conductividad} + I_{Dureza} + I_{Alcalinidad})$ donde, $I_{Alcalinidad} = -0,25 + 0,005 \text{ alcalinidad (mg/L)}$ $I_{Dureza} = 10^{\log Dureza}$, donde, $\log_{10} Dureza = -9,09 + 4,40 \log_{10} Dureza \text{ (mg/L)}$ $I_{Conductividad} = 10^{\log Conduct.}$, donde, $\log_{10} Conduct. = -3,26 + 1,34 \log_{10} Conduct. \text{ (}\mu\text{S/cm)}$	Valores próximos a cero (0) indican muy baja contaminación por mineralización; valores cercanos a uno (1) indican lo contrario
Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)	$ICOSUS = -0,02 + 0,003 \text{ Sólidos Suspendidos (mg/L)}$	Se determina mediante la concentración de sólidos Suspendidos: Sólidos Suspendidos $> 340 \text{ mg/L} = 1$; Sólidos Suspendidos $< 10 \text{ mg/L} = 0$
Índice de contaminación trófico (ICOTRO)	$< 0,01 = \text{Oligotrófico}$ $0,01 - 0,02 = \text{Mesotrófico}$ $0,02 - 1 = \text{Eutrófico}$ $> 1 = \text{Hipereutrófico}$	La concentración del fósforo total define por sí misma un conjunto de categorías discretas

Fuente: Ramírez et al. (1994).

Tabla 30. Variables fisicoquímicas y microbiológicas tenidas en cuenta para la determinación de los Índices de Contaminación del agua (ICO's)

ÍNDICES	VARIABLE	INTERPRETACIÓN	
ICOMI	Conductividad	0,8-1,0	Contaminación muy alta
	Dureza	0,6-0,8	Contaminación alta
	Alcalinidad	0,4-0,6	Contaminación media
ICOSUS	Sólidos		



ICOpH	pH		Contaminación baja
ICOMO	Coliformes totales	0,2-0,4	
	DBO5		
	Oxígeno	0,0-0,2	Contaminación muy
ICOTRO	Fósforo total	<0,01	= OLIGOTRÓFICO
		0,01-0,02	MESOTRÓFICO
		0,02-1	EUTRÓFICO

Fuente: Ramírez y Viña (1998)

En el Anexo 1 se presentan los reportes de resultados de los análisis fisicoquímicos de las muestras analizadas, correspondientes a las matrices de agua superficial presentes en el predio del Plan Parcial, precisamente en la Quebrada Serrezuela y Quebrada El Encuentro, destacando que este último se encontró ausente de flujo durante el monitoreo.

El análisis de los parámetros fisicoquímicos en aguas, en primer lugar, se remite a la presentación de los resultados y sus respectivas comparaciones con los criterios de calidad según la normatividad aplicada, el Decreto 1076 de 2015.

Tabla 31. Resultados de parámetros fisicoquímicos en aguas superficiales

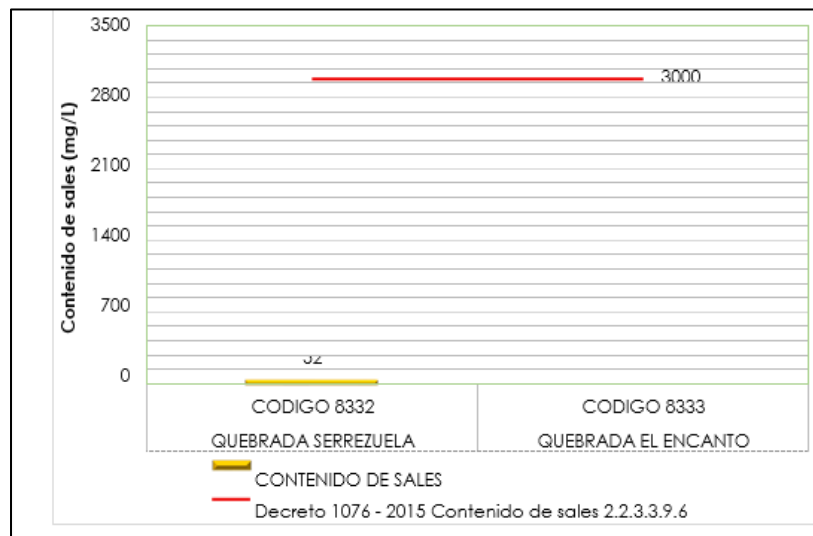
PARÁMETROS	UNIDADES	QUEBRADA SERREZUELA	QUEBRADA EL ENCUENTRO	LIMITES PERMISIBLES DECRETO 1076 DEL 2015 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
		CÓDIGO 8332	CÓDIGO 8333	Art. 2.2.3.3.9.6
HORA	h.	15:36	13:20	N.E.
CONTENIDO DE SALES	mg/L	52		3 000
NITRITOS	N-NO ₂ /L	0,146		10
NITRATOS	N-NO ₃ /L	<0,010		N.E.
ALUMINIO TOTAL	mg Al/L	<0,5		5
ARSENICO TOTAL	mg As/L	<0,005		0,2
BORO	mg B/L	<0,25		5
CADMIO TOTAL	mg Cd/L	<0,01		0,05
COBRE TOTAL	mg Cu/L	<0,04	*	0,5
CROMO TOTAL	mg Cr/L	<0,10		1
MERCURIO TOTAL	mg Hg/L	<0,001		0,01

PARÁMETROS	UNIDADES	QUEBRADA SERREZUELA	QUEBRADA EL ENCUENTRO	LIMITES PERMISIBLES DECRETO 1076 DEL 2015 MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
		CÓDIGO 8332	CÓDIGO 8333	Art. 2.2.3.3.9.6
PLOMO TOTAL	mg Pb/L	<0,05		0,1
ZINC TOTAL	mg Zn/L	<0,02		25

*Punto seco

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

La toma de muestras realizados en los cuerpos de agua evaluados permite determinar en primera medida el contenido de sales de las muestras de agua; el cual se refiere a la cantidad de sales disueltas, que incluyen iones como el sodio, calcio, magnesio, cloruro, sulfato, bicarbonato, entre otros. La presencia de estas sales puede ser natural o debida a la actividad humana, como la agricultura, la minería, la industria y el uso de fertilizantes. En la Figura 4. 1 se evidencian los valores del contenido de sales de la muestra hallando un resultado de 52 mg/L, indicando cumplimiento del límite máximo permisible establecido por el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.3.3.9.6 al no superar los 3000 mg/L, lo anterior permite establecer que la concentración actual no tendrá un efecto negativo en el uso pecuario, debido que altos niveles de sales en el agua pueden tener consecuencias negativas en la salud y el rendimiento de los animales, provocando deshidratación, diarrea, acidosis, daño renal y reproductivo, junto con la disminución en la ingesta de alimento y productividad.

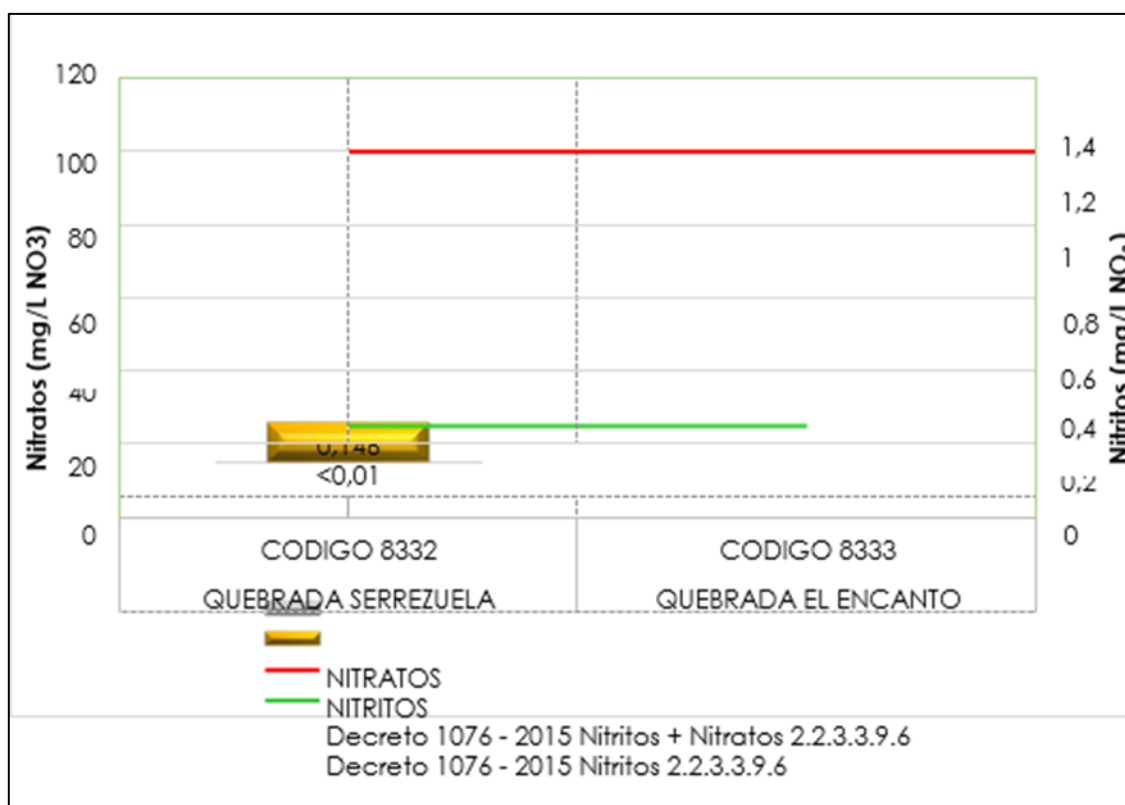


Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

Figura 60. Contenido de sales registrado en los puntos de monitoreo



En cuanto a los compuestos nitrogenados como Nitritos y Nitratos, se originan principalmente a partir de la contaminación del agua por fuentes agrícolas y residenciales, como la descarga de fertilizantes y aguas residuales. Los nitratos pueden afectar la calidad del agua y la salud humana y animal si se encuentran en niveles elevados debido que la ingestión de agua con niveles excesivos de estos compuestos puede provocar enfermedades como la metahemoglobinemia, una enfermedad que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, especialmente en bebés y animales jóvenes. A su vez, los nitritos también son preocupantes en la calidad del agua, ya que son un producto químico altamente reactivo que puede convertirse en nitrosaminas, sustancias que se han relacionado con cáncer. Para el presente estudio los nitritos reportaron una concentración de 0,146 mg/L, valor alejado del límite superior establecido para uso pecuario (10 mg/L), así mismo, los nitratos reportaron concentración inferior al límite de detección de la técnica analítica implementada por el laboratorio; por lo anterior se infiere que la sumatoria de nitritos + nitratos no supera los 100 mg/L fijados por la norma aplicable.



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023.

Figura 61. Nitratos y nitritos registrados en los puntos de monitoreo

Los metales analizados registraron concentraciones inferiores al límite mínimo de cuantificación por la técnica analítica implementada en el laboratorio, como es el caso del Aluminio total (<0,5 mg/L), Arsénico total (<0,005 mg/L), Cadmio total (<0,01 mg/L), Cobre total (<0,04 mg/L), Cromo total (0,10 mg/L), Mercurio (<0,001 mg/L), Plomo (<0,05 mg/L) y Zinc (<0,02 mg/L), en el punto Quebrada Serrezuela; por tanto, se encuentran en



cumplimiento con los límites máximos permisibles establecidos en la norma base de referencia para este estudio, el Decreto 1076 de 2016 artículo 2.2.3.3.9.6

5.6 Hidrogeología

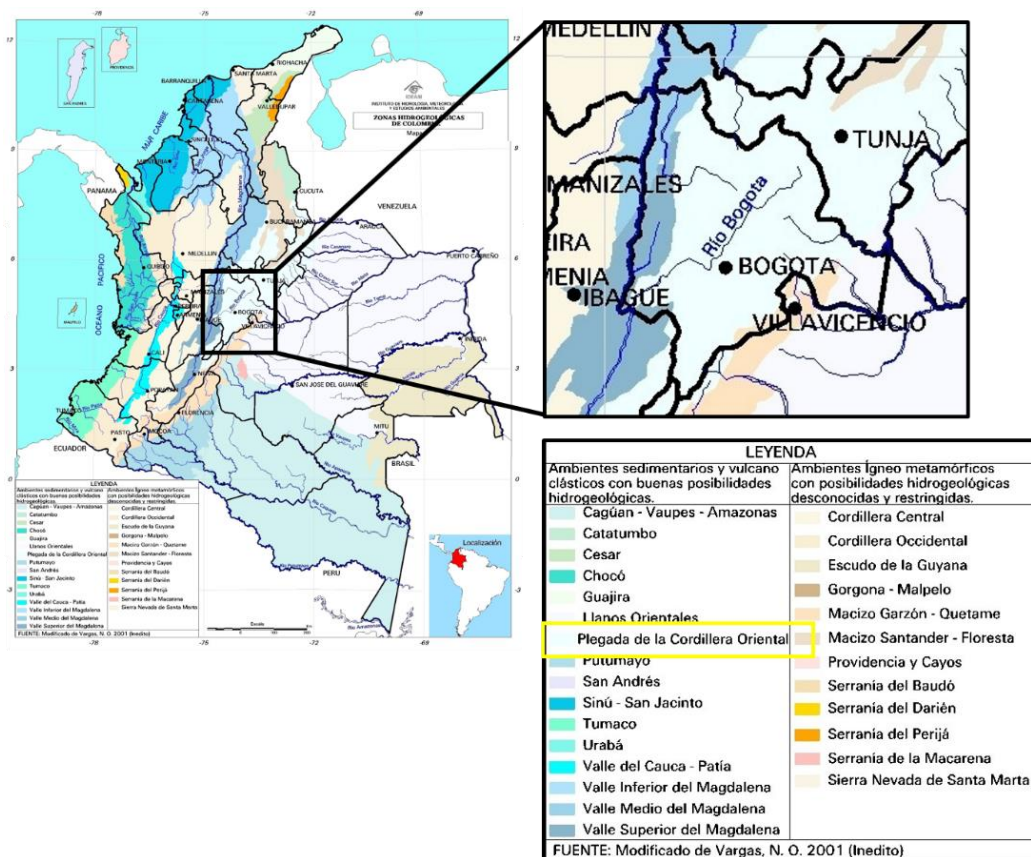
La hidrogeología tiene como objetivo principal, el estudio de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta el ciclo, prospección, captación y protección de estas. La hidrogeología se basa en leyes físicas que describen el movimiento de los fluidos, la conectividad entre acuíferos y la relación de estos con los seres humanos. Cada modelamiento o estudio hidrológico se puede realizar mediante estudios geoestadísticos, geofísicos, numéricos, de sensores remotos y de aprendizaje automático (unidades, 2015).

Para el desarrollo de la caracterización hidrogeológica se realizaron labores de revisión y análisis de información secundaria y estudios previos de la zona, en conjunto con labores de campo, con el objetivo de obtener información detallada de la posible presencia de acuíferos.

5.6.1 Contexto hidrogeológico regional del área del proyecto

Para la ubicación del área del proyecto dentro de un contexto hidrogeológico, se tomaron en cuenta los mapas hidrogeológicos generales desarrollados por el IDEAM, donde se puede conocer la distribución y el estado del recurso hídrico subterráneo en el país. Estos mapas se basan en los materiales rocosos o los tipos de suelo presentes en una zona, en conjunto con su configuración tectónica, permitiendo definir un comportamiento hidrogeológico de una zona específica, reconociendo la posible presencia o ausencia de niveles freáticos y los diferentes tipos de acuíferos que se pueden llegar a presentar.

Con base en la información suministrada por el IDEAM, el área de estudio a escala regional se ubica dentro de un ambiente sedimentario con buenas posibilidades hidrogeológicas (Figura 62).



Fuente: (Vargas Martinez, 2001)

Figura 62. Zonas hidrogeológicas de Colombia

Con base en lo anterior, lo que corresponde a la sabana de Bogotá y sus alrededores, se han realizado diferentes estudios, entre los cuales se encuentra el Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del distrito capital (PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA & ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2017), donde se puede evidenciar que las áreas de menor topografía, que conforman la Sabana de Bogotá, abarcan la mayor cantidad de acuíferos profundos en el área, acuíferos de los cuales se abastece la comunidad y algunas zonas industriales.

Ahora bien, en cuanto al área establecida para el desarrollo del proyecto, se realizó el análisis específico para identificar puntos de agua subterránea como manantiales o afloramientos, zonas de recarga y descarga de acuíferos, además de puntos de agua subterránea de tipo pozos o aljibes que puedan llegar a verse afectados por el desarrollo del proyecto. Así, a continuación, se describe el componente hidrogeológico para la zona de desarrollo del proyecto.

5.6.1.1 Inventario de puntos de agua subterránea

El inventario de puntos de agua subterránea (pozos, aljibes, manantiales y piezómetros) se desarrolló a partir del trabajo de campo realizado en el área de estudio, además de



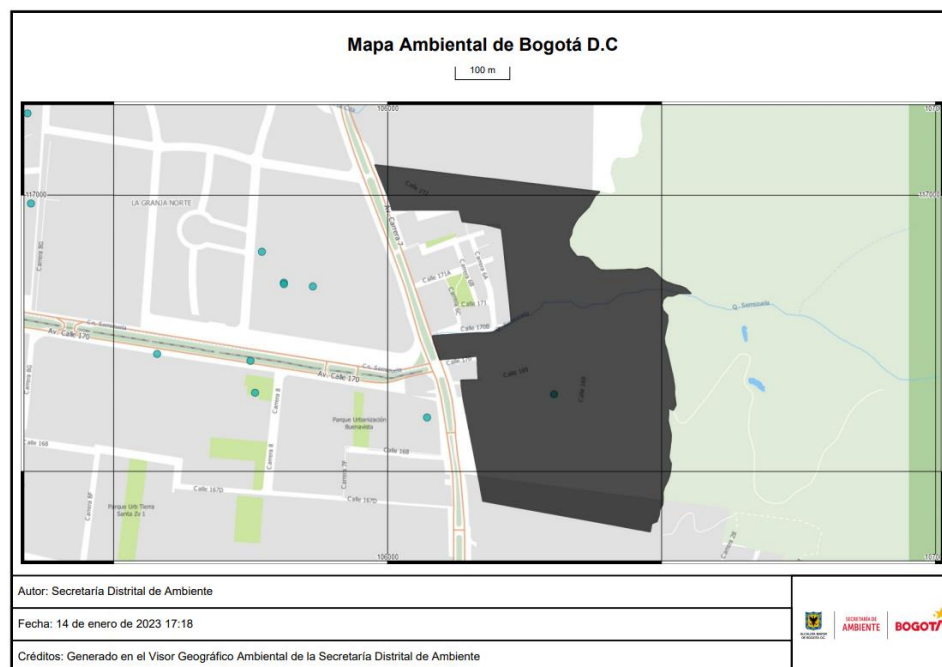
verificaciones a través de la secretaría distrital de ambiente para conocer las concesiones de agua subterránea en la zona de estudio y sus alrededores.

Como resultado del inventario desarrollado, se pudo evidenciar que no existe la presencia de manantiales o aljibes en un radio menor a 100 metros del perímetro del área de estudio. Esta ausencia de manantiales o aljibes fue corroborada durante recorridos a lo largo de las dos quebradas que discurren la zona, así como a lo largo y ancho del predio. En este sentido, dado que no existen cuerpos de agua subterránea cercanos, se puede afirmar que el proyecto no generará ninguna impacto negativo, siempre y cuando se sigan las medidas ambientales establecidas para el tipo de proyecto a desarrollar.

Con respecto a pozos o piezómetros, se pudo corroborar la presencia de un pozo de extracción de agua subterránea en la parte central del área de proyecto, el cual fue empleado durante las labores mineras que se adelantaron en la zona. Esta información fue contrastada con lo que se presenta en el visor geográfico ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente donde se pueden identificar los puntos concesionados en la zona y sus alrededores (*Figura 63*).

Con base en esta información, se elevó la consulta a la secretaría distrital de ambiente (SDA), a través del derecho de petición No. 1024672023, cuya respuesta y documentación se encuentra en el **Anexo 1. RTA_RADICADO_SDA-AS**.

Como resumen a la respuesta obtenida por parte de la secretaría, se pudo conocer que por medio del Auto No. 00964 del 28 de abril del 2021, este pozo fue declarado sellado definitivamente, permitiendo constatar que no existen puntos hidrogeológicos que puedan llegar a verse afectados.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 63. Presencia de aguas subterráneas



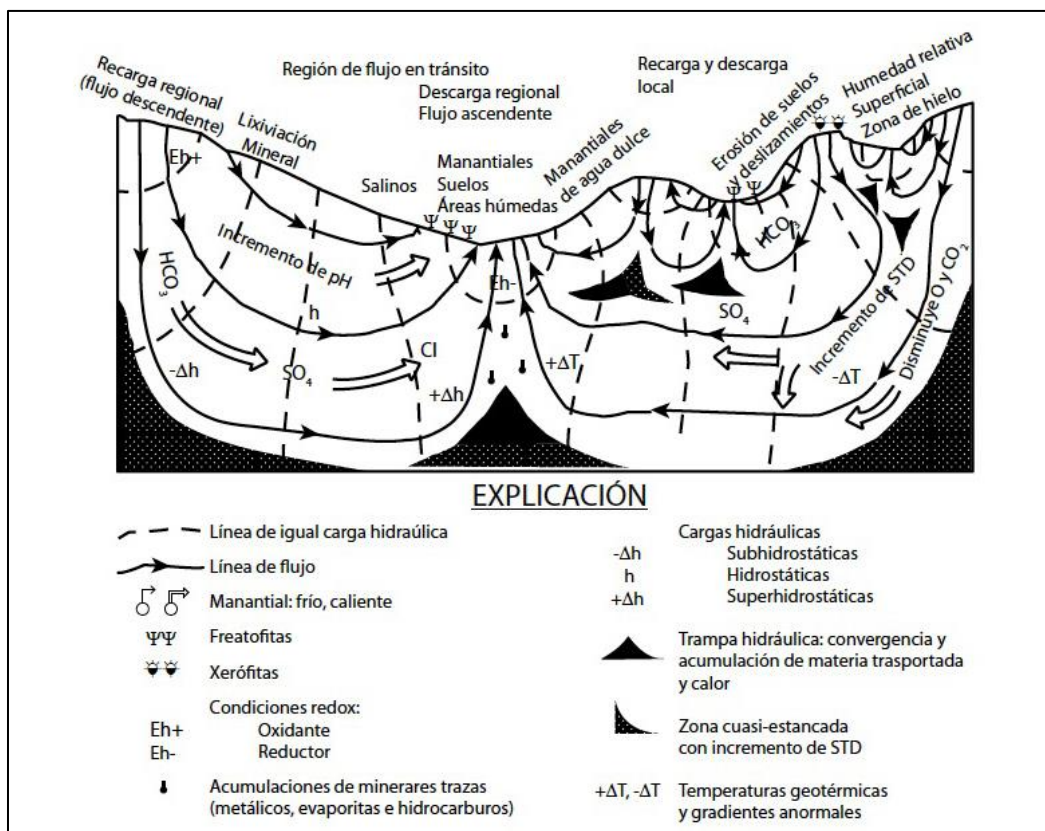
5.6.1.2 Recarga, tránsito y descarga de acuíferos en la zona

Para la determinación de áreas de Recarga, Tránsito o Descarga, se analizó la configuración hidrológica e hidrogeológica de la cuenca donde se desarrollará el proyecto, con el objetivo de caracterizar el área del proyecto en cuanto a su incidencia o impactos en las aguas subterráneas.

El análisis correlacionó la información secundaria en conjunto con los datos obtenidos en campo; así, de la información secundaria se tuvo en cuenta que autores como Rodríguez (1994) establecen que la Sabana de Bogotá corresponde a una cuenca hidrogeológica cerrada, completamente saturada, la cual no recibe ningún tipo de recarga, lo cual ha sido una alarma para determinar si se está realizando una sobreexplotación de los acuíferos en la sabana, disminuyendo exponencialmente las reservas de aguas subterráneas.

Así mismo, autores como Velandia Patiño y De Bermoudes (2002) determinan que la Sabana de Bogotá presenta dos tipos de zonas (interior y exterior) donde la recarga y la descarga de las aguas subterráneas están determinadas por procesos y mecanismos distintos. Así, la zona exterior corresponde a las cadenas montañosas que bordean la sabana; por su parte, la zona interior hace referencia a la superficie de la cobertura de la cuenca, donde se localizan acuíferos neógenos-cuaternarios y del paleógeno que reciben recarga por infiltración de aguas lluvia en áreas muy limitadas, ubicadas al borde de la cuenca. Con base en lo anterior, se determina que el área de estudio se ubica dentro de la zona exterior, tal y como lo describen los autores previamente mencionados.

La determinación de zonas de recarga, tránsito y descarga en el área, se basó en el análisis de la cuenca, específicamente sobre el área de estudio, a través de la teoría de los sistemas de flujo (TSF), la cual permite evaluar sistemáticamente la interacción del agua subterránea con otros componentes, incluyendo la vegetación, el suelo, aspectos geomorfológicos, entre otros (Tóth, 2000). El análisis de dichos componentes permite evaluar indicadores superficiales, los cuales manifiestan determinadas condiciones y procesos dentro de la dinámica de la naturaleza; entre los parámetros analizados se ubica el clima, la topografía y la geología, permitiendo la formación de tres sistemas generales de flujo: local, intermedio y regional; cada uno de estos flujos tendrá una zona de recarga, tránsito y descarga, donde de igual forma, representará una respuesta físico-química diferente, dependiendo de su recorrido y profundidad (Figura 64). Así, por ejemplo, el agua de un flujo regional ha tenido una mayor interacción agua-roca, por lo que en la zona de descarga esta agua presentará mayor temperatura, menor contenido de oxígeno disuelto, mayor salinidad y pH más alcalino.



Fuente: (Tóth, 2000)

Figura 64. Sistemas de flujo de una cuenca regional

Con base en la teoría previamente mencionada, se realizó un análisis espacial a través de un software que permitió la superposición de capas con diferentes características, para cumplir el objetivo de identificar si existen cada una de las zonas de recarga, tránsito o descarga.

El análisis desarrollado permitió definir que el área del proyecto hace parte de una zona de tránsito de agua subterránea, lo cual es evidenciado por la ausencia de puntos de agua subterránea, como lo son los manantiales, permitiendo definir su zona de recarga en áreas de mayor topografía y altura sobre el nivel del mar. Debido a la naturaleza de las rocas que afloran en la zona, así como las pendientes, cobertura de tierras y suelos allí presentes, se puede constatar que el agua que recarga los acuíferos transita por la zona y se infiltra hasta posiblemente, descargar en los acuíferos someros de la Sabana de Bogotá.

5.6.1.3 Unidades hidrogeológicas

La delimitación de las unidades hidrogeológicas es el resultado de la conjugación de información referente a la geología de la zona, datos regionales hidrogeológicos, meteorización, inventario de puntos de agua subterránea, topografía y estructuras geológicas que pueden funcionar como límites de unidades.

Como apoyo a lo anterior, las unidades se pueden clasificar a su vez a partir de diversos parámetros, entre los cuales se tiene la permeabilidad, el comportamiento hidráulico, el tipo de porosidad de los materiales y la capacidad específica.

A continuación, se resumen los criterios empleados para la caracterización de las unidades hidrogeológicas:

Tabla 32. Criterios empleados para la caracterización de unidades hidrogeológicas

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
PERMEABILIDAD	Hace referencia a la clasificación de la capacidad que tiene una unidad geológica de almacenar y transmitir agua en condiciones normales.	-Formaciones permeables
		-Formaciones Semipermeables
		-Formaciones impermeables
COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO	Se determina con respecto a la presión de la superficie de agua subterránea y la posición estratigráfica de la capa geológica.	-Acuífero Libre
		-Acuífero Confinado
		-Acuífero Semi-confinado
POROSIDAD	Propiedad que relaciona el volumen de vacíos con respecto al volumen total de los materiales de las unidades geológicas.	-Porosidad primaria
		-Porosidad secundaria
CAPACIDAD ESPECÍFICA	Propiedad que da cuenta de la producción de un acuífero y las características de flujo de agua subterránea.	Tipo A: Sedimentos y rocas con flujo intergranular.
		Tipo B: Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas.
		Tipo C: sedimentos y rocas con limitados o ningún recurso de agua subterránea.

Una vez establecidos los criterios previamente mencionados, además de la información referente a la geología, geomorfología, hidrología, entre otros, se determinó una única unidad hidrogeológica, la cual se describe a continuación:

 Acuífero libre areniscas de la formación labor – tierna

Esta unidad abarca la totalidad del área del proyecto. Es una unidad que está conformada por materiales homogéneos, de rocas areniscas, lo cual, permite clasificar la unidad como una formación permeable, donde es posible que se alberguen acuíferos libres. En cuanto a su porosidad, esta unidad se caracteriza por presentar una porosidad primaria, dados los

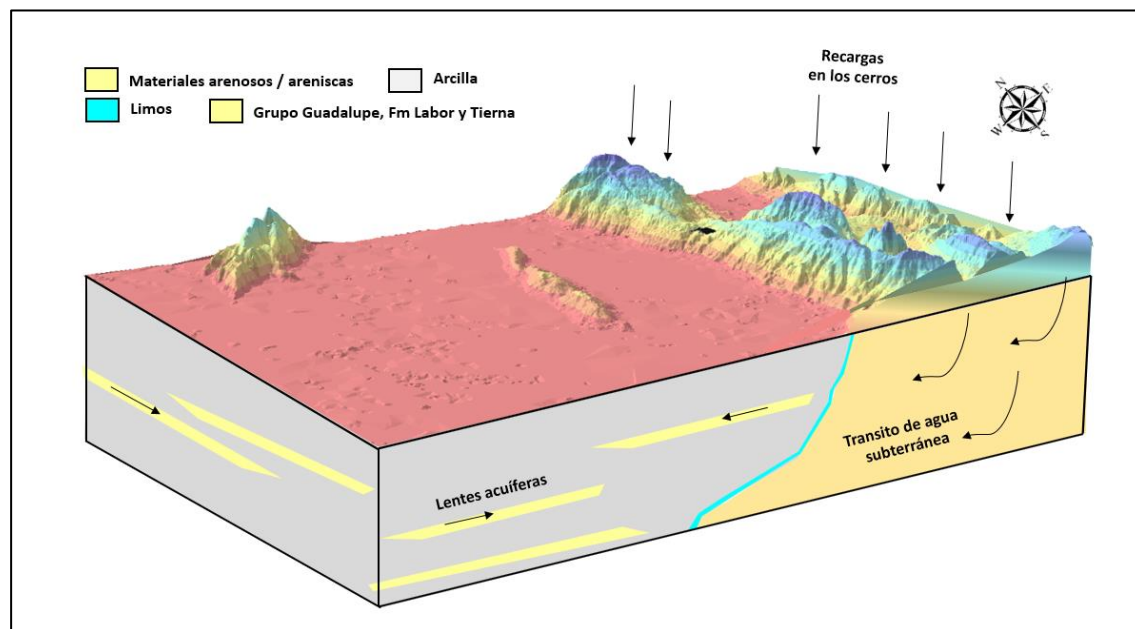


tipos de roca que la conforman. De igual forma, el diaclasamiento en la unidad permite además que existan posibilidades que se presente porosidad secundaria. Finalmente, la unidad puede ser clasificada como una unidad Tipo A en cuanto a su capacidad específica, permitiendo el flujo intergranular.

El análisis e identificación de esta unidad establece que la naturaleza de las rocas presentes en el área de estudio permite la generación de acuíferos libres, los cuales pueden variar en espesor y extensión. Sin embargo, dado que en la zona no se evidencia la presencia de nacimientos, se establece que los acuíferos libres de esta unidad se presentan a mayor profundidad.

Así mismo, se resalta que, durante el desarrollo del proyecto se realizarán estudios geotécnicos especializados para conocer la profundidad de cimentación de las diferentes construcciones a desarrollar, lo cual permitirá reconocer la presencia o ausencia de agua subterránea, de forma tal que se apliquen las medidas de manejo pertinentes.

Finalmente, en la siguiente figura (Figura 65) se presenta la representación gráfica del modelo hidrogeológico conceptual del perímetro urbano de Bogotá, tomado y modificado del estudio desarrollado por la Universidad Pontificia Javeriana y la Alcaldía de Bogotá, donde se resalta que las litologías que más permiten la recarga de acuíferos son los afloramientos de las formaciones labor, tierna y areniscas dura.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023, con base en lo planteado por (PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA & ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, 2017)

Figura 65. Representación gráfica del modelo hidrogeológico conceptual de Bogotá. Se evidencia en negro el área del proyecto

5.7 Geotecnia

El conocimiento de las condiciones del subsuelo en un área determinada es necesario para determinar con mayor precisión los materiales y el comportamiento de estos en profundidad y su relación con los materiales que son observados en superficie. Con base en la información que se pueda recolectar, se puede generar un modelo geológico geotécnico que contribuye en gran medida a las diferentes obras civiles que puedan ser desarrolladas en un área determinada, con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes, o las estructuras presentes en los alrededores, así como también evitar y mitigar diferentes riesgos a los cuales puede estar sometida una población o un área en general.

La ciudad de Bogotá cuenta con una zonificación geotécnica realizada en el marco del estudio de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones publicado en el año 2010. Según (FOPAE, 2010), en el año de 1988 y 1995 el entonces INGEOMINAS, realizó una zonificación geotécnica basados principalmente en el mapa geológico de Bogotá y en alrededor de 40 exploraciones profundas, cientos de sondeos someros y descripciones estratigráficas de pozos de agua. De esa zonificación, los Cerros orientales, lugar donde se ubica el área del proyecto de Plan Parcial fue categorizado como una zona homogénea de Roca la cual se caracteriza por la presencia de areniscas duras resistentes a la erosión y arcillolitas cuya resistencia y deformabilidad depende de su humedad.

En la actualidad la DPAE cuenta con una recopilación importante de exploraciones geotécnicas realizadas en toda la ciudad, dentro de esta información esta:

- Exploraciones del estudio de MZSB.
- Exploraciones para la línea del Metro suministradas por UNIANDES.
- Exploraciones suministradas por la SCG de infraestructura y edificios.
- Exploraciones realizadas en los estudios de efectos locales.

Esta información fue compilada por la SCG, UNIANDES y DPAE, logrando consolidar las características y propiedades geotécnicas de cada exploración, para posteriormente identificar variaciones espaciales de algunos parámetros geomecánicos.

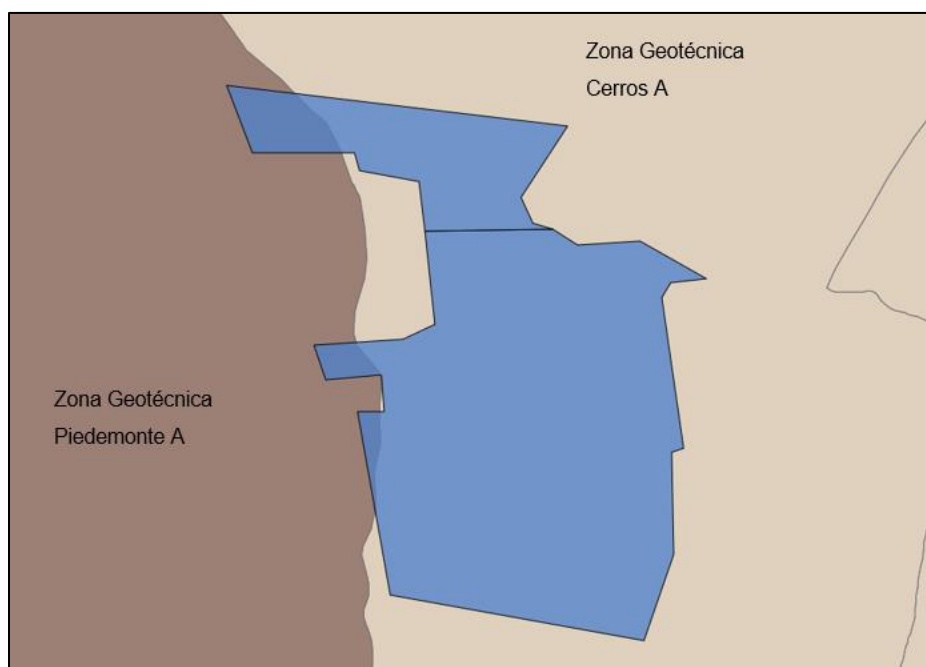
En ese sentido, y a partir de la zonificación geotécnica para Bogotá, el área el proyecto del Plan Parcial se encuentra en 2 zonas homogéneas, la primera de ellas corresponde a los Cerros A y la segunda al Piedemonte A. Cada una de ellas presenta características diferentes las cuales determinan las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. (Ver Figura 66).

A continuación, se realiza una breve descripción de las características de las zonas homogéneas definidas para la zona de estudio.

Tabla 33. Características de las zonas geotécnicas presentes en el área de proyecto del Plan Parcial

Nombre	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Composición principal	Comportamiento geotécnico General	Espesor
Zona Geotécnica Cerros A	Roca de arenisca	Formaciones de Areniscas	Cerros de alta pendiente	Areniscas duras	Rocas competentes y resistentes a la meteorización, eventuales problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a cielo abierto, principalmente cuando estén fracturadas o con intercalaciones de arcillolitas blandas	-
Zona geotécnica Piedemonte A	Suelo coluvial y aluvial norte	Coluviones y Complejo de Conos Aluviales	Piedemonte	Gravas arcillo arenosas compactas	Suelos de alta capacidad portante pero pueden presentar problemas de inestabilidad en excavaciones abiertas	<50m

FUENTE: TOMADO DE (FOPAE, 2010)



FUENTE: TOMADO DE (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021) Y MODIFICADO POR AUTORES, 2023

Figura 66. Zonificación geotécnica para el Área de estudio del Plan Parcial

Ahora bien, el proyecto cuenta con una exploración del subsuelo mediante ensayos directos e indirectos, la cual suministra características propias del terreno. En esa medida, y a partir de dicha exploración y ensayos de laboratorio, se definió el modelo geológico geotécnico para el área de estudio.

5.7.1 Modelo geológico - geotécnico

Este modelo es el resultado del análisis y la interpretación de la información obtenida en los "Estudios Básicos", combinados con el trabajo de exploración geotécnica y caracterización de materiales mediante ensayos de campo y/o laboratorio.

5.7.1.1 Sondeos

Para la exploración del subsuelo se realizaron 69 sondeos. El tipo y profundidad de cada uno se encuentra descritos en la Tabla 34.

Los sondeos, están distribuidos como aparece en los planos de localización de sondeos y fueron realizados con tres equipos de perforación, el primero de percusión y lavado con el cual se realizaron ensayos de resistencia a la penetración estándar in situ y se obtuvieron algunas muestras representativas e inalteradas en tubo de pared delgada tipo Shelby, así como innumerables muestras alteradas con la cuchara partida del ensayo de penetración. El segundo equipo fue un barreno motorizado de broca helicoidal con el cual se obtuvo un muestreo continuo en la profundidad del sondeo y cuyos resultados se complementaron con ensayos de veleta de corte in situ. El tercer sistema de sondeo correspondió a



excavación de apique con pica y pala, este se utilizó adicionalmente para extracción de muestras en bloque.

Tabla 34. Tipo y profundidad de los sondeos en el área de estudio

Número de sondeo	Referencia	Tipo	Profundidad (m)
1	S-6	Broca Helicoidal	3
2	S-7	Broca Helicoidal	6,2
3	S-8	Broca Helicoidal	3,8
4	S-9	Broca Helicoidal	6,2
5	S-10	Broca Helicoidal	1
6	S-10A	Broca Helicoidal	1
7	S-14	Broca Helicoidal	4
8	S-17	Broca Helicoidal	1,4
9	S17A	Broca Helicoidal	1,3
10	S17B	Broca Helicoidal	1,3
11	S-18	Broca Helicoidal	3
12	S-24	Broca Helicoidal	5
13	S-31	Percusión y lavado	20,1
14	S-32	Percusión y lavado	21,9
15	S-33	Percusión y lavado	20,1
16	S-34	Percusión y lavado	21,2
17	S-35	Percusión y lavado	20,1
18	S-36	Percusión y lavado	20,1
19	S-37	Percusión y lavado	20,4
20	S-38	Percusión y lavado	20,1
21	AP-1	Apique	0,3
22	AP-2	Apique	0,3
23	AP-3	Apique	0,3
24	AP-4	Apique	0,3
25	AP-5	Apique	0,4
26	AP-6	Apique	0,3



ESTUDIO AMBIENTAL
PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO

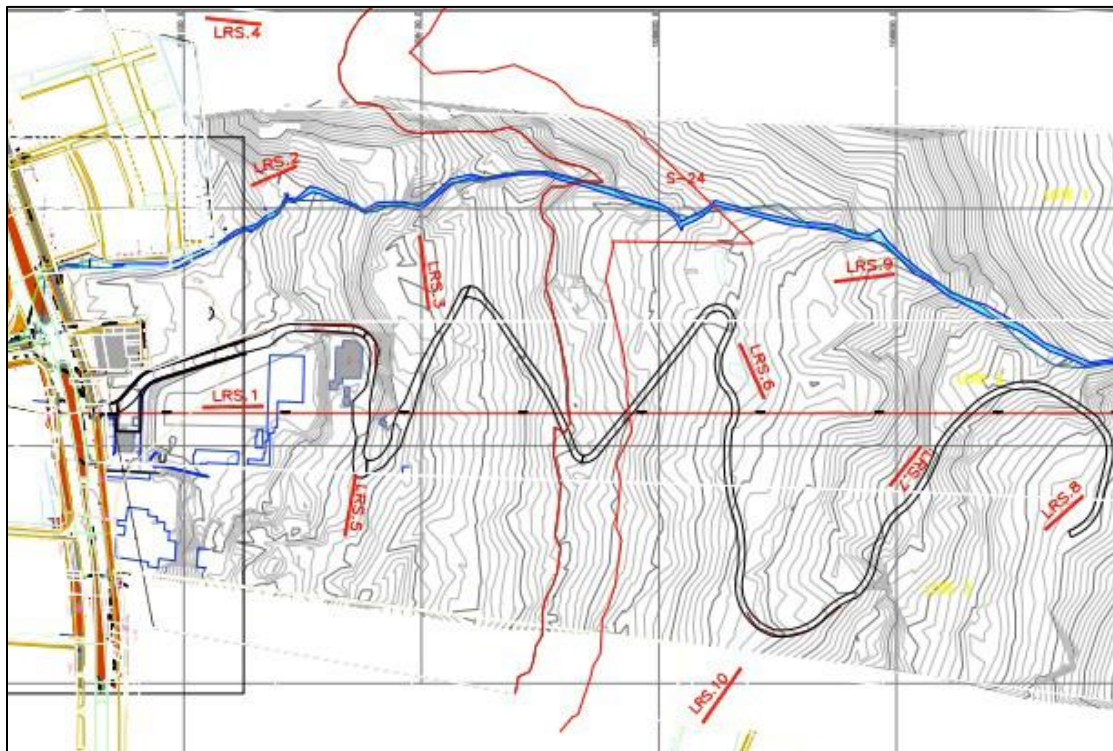
Número de sondeo	Referencia	Tipo	Profundidad (m)
27	AP-7	Trinchera	0,5
28	AP-8	Trinchera	6,4
29	AP-9	Apique	12
30	AP-10	Apique	25
31	AP-11	Apique	13
32	AP-12	Apique	0,5
33	AP-12A	Trinchera	12
34	AP-13	Apique	1,3
35	AP-13A	Trinchera	11
36	AP-14	Trinchera	9
37	AP-15	Apique	2
38	AP-15A	Apique	1
39	AP-15B	Trinchera	12
40	AP-16	Apique	1,3
41	AP-16A	Trinchera	8
42	AP-17	Apique	2,5
43	AP-18	Apique	3,3
44	AP-19	Apique	1,4
45	AP-19A	Trinchera	3,2
46	AP-20	Apique	1
47	AP-20A	Trinchera	2,8
48	AP-21	Apique	1
49	AP-21A	Apique	4,3
50	AP-22	Apique	1,5
51	AP-22A	Trinchera	0,6
52	AP-23	Apique	0,6
53	AP-26	Apique	1
54	AP-27	Apique	1
55	AP-28	Apique	1,1

**ESTUDIO AMBIENTAL**
PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO

Número de sondeo	Referencia	Tipo	Profundidad (m)
56	AP-29	Apique	2
57	CBR-11	Apique	2
58	CBR-25	Apique	0,2
59	CBR-30	Apique	0,7
60	LRS-1	Inicio Línea	30
61	LRS-1	Final Línea	30
62	LRS-2	Inicio Línea	30
63	LRS-2	Final Línea	30
64	LRS-3	Inicio Línea	30
65	LRS-3	Final Línea	30
66	LRS-4	Inicio Línea	30
67	LRS-4	Final Línea	30
68	LRS-5	Inicio Línea	30
69	LRS-5	Final Línea	30
70	LRS-6	Inicio Línea	30
71	LRS-6	Final Línea	30
72	LRS-7	Inicio Línea	30
73	LRS-7	Final Línea	30
74	LRS-8	Inicio Línea	30
75	LRS-8	Final Línea	30
76	LRS-9	Inicio Línea	30
77	LRS-9	Final Línea	30
78	LRS-10	Inicio Línea	30
79	LRS-10	Final Línea	30

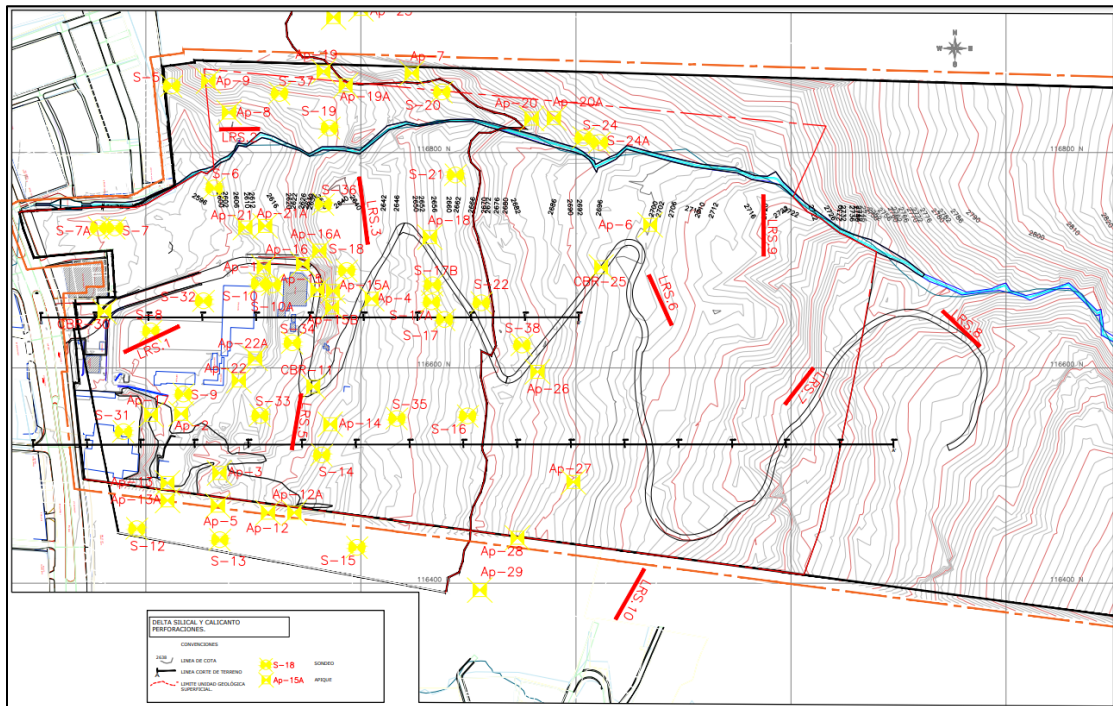
FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

Se cuenta también con la información de líneas de refracción sísmica con las cuales se obtuvo el perfil de velocidad de onda hasta 30 m de profundidad. Para la ejecución de estas líneas se distribuyeron geófonos hasta 48 m del foco. En el cuadro de sondeos se cuenta cada una de las líneas como dos sondeos uno al inicio y otro al final de esta. Con la información se obtuvo adicionalmente los resultados de penetración estándar por correlación, así como los módulos de elasticidad y dinámicos.



FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

Figura 67. Localización de las líneas de refracción sísmica



FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

Figura 68. Localización de sondeos y apiques para la exploración del subsuelo



5.7.1.2 Descripción del subsuelo

De forma general, se tienen superficialmente en algunos de los sondeos, rellenos en recebo y material de cantera que en conjunto con la capa vegetal superficial cuentan con espesores que varían entre 0.15 y 3.5 m. Bajo los rellenos y la capa vegetal, en los sondeos AP-20, AP-21, S-7, S-14 y S-24 (ver Figura 68) se encuentran Arcillas de color café y gris que llega a profundidades entre 0.6 y 5.0 m bajo el nivel superficial actual. Se encuentra luego en los sondeos AP-15, S-7, S-9, S-14, S-24 y CBR-11, Arenas y gravas de color gris a café. Estos alcanzaron el nivel de exploración en estos sondeos.

Por último, en los sondeos descritos antes y desde la superficie en los sondeos restantes se encuentra la roca arenosa de color café a gris correspondiente a la formación Guadalupe. En el momento de realizar los sondeos se encontró agua libre únicamente en el sondeo S-7 a una profundidad de 4.5 m. Dados los niveles topográficos, las características del perfil, el nivel de agua libre se encuentra por debajo del nivel de la carrera 7ª y por lo tanto no afecta al macizo rocoso en su condición normal actúa.

5.7.1.3 Ensayos de laboratorio

De los sondeos realizados, descritos anteriormente, se extrajeron muestras que fueron llevadas al laboratorio para la ejecución en laboratorio de los siguientes ensayos:

- 35 clasificaciones: Incluye Humedad natural, Límites de Atterberg, Lavado sobre tamiz 200, granulometría. Según se requiera
- CBR: Incluye Humedad natural, Límites de Atterberg, Lavado sobre tamiz 200, granulometría y CBR sin saturar y saturado.
- Cortes directos CU (3 puntos): Incluye peso unitario húmedo, peso unitario seco, humedad natural y curva Esfuerzo cortante vs Esfuerzo Normal (determina C y Φ).

A continuación, se describen los resultados obtenidos a partir del ensayo de corte directo, el cual permite conocer las características geomecánicas del suelo como lo son la cohesión, el ángulo de fricción y el peso unitario.

Tabla 35. Resultados de ensayos de corte directo

Muestra	Prof. inicial (m)	Prof. final (m)	Cohesión C en Kg/ cm ²	Ángulo de fricción (°)	Peso unitario húmedo (Kg/cm ³)	Peso unitario Seco (Kg/cm ³)
7 A - 1	1.00	1.70	1.776	40.87	2.04	1.68
7 A - 2	2.20	2.70	0.8552	38.32	1.73	1.41
7 A - 3	4.50	5.20	1.3185	40.36	1.87	1.45
7 A - 4	5.30	6.00	2.1882	38.33	2.08	1.72
24 A - 1	1.20	2.00	1.0208	36.48	1.90	1.45
24 A - 2	3.20	4.00	1.6599	33.52	1.75	1.19

FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

5.7.1.4 Resultados de ensayos in-situ

En los sondeos realizados con equipo de percusión y lavado se realizaron ensayos in-situ de resistencia a la penetración estándar SPT. Los resultados obtenidos de cada uno se presentan en la Figura 69 y corresponden a los materiales superficiales descritos como Rellenos. La roca de la formación Guadalupe presenta rechazo de más de 100 golpes y en esta se obtuvieron datos de porcentaje de recuperación.

SPT												Promedio
			S 34	S 32	S 31	S 33	S 35	S 36	S 37	S 38		
Rellenos superficiales			37		100	10	72	35	43			
			19			12	31	25	37			
			19			19	100	43	30			34
						9		14	88			
						26		9				
						6		14				
						10						
Espesor			2,1	0	0,3	8,2	1,8	4,6	2,3	0		2
Arcilla de color gris a café			-	-	-	-	-	-	-	-		
Arenisca y Arcillolita amarilla a gris												
					68	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo	100
					21						Rechazo	
					Rechazo							

FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

Figura 69. Resultado de SPT sondeos de percusión y rotación

De los sondeos de broca en suelo se obtuvieron los resultados de Sv que se presentan en la Figura 70.

Resultados de los ensayos de Veleta de Corte In-situ													Sv en Kg/cm ²		
Sondeo	S 16	S 18	A 20	A 21	S 6	A 28	S 7	S 8	S 9	S 14	S 17	S 24	Max	Min	Promedio
Relleno								1	0,5	0,8			1	0,5	0,8125
								0,95							
Capa Vegeta	0,58											0,45	0,58	0,45	0,515
Espesor	0,6					0,4	0,4	3,5	1,7	1	0,8	1			
Arcilla gris		1,37	0,8	0,94		0,59	0,53		0,51	0,99		0,51			
		1,37					0,66		0,7	0,72		0,53			
							0,53		0,97	0,67		0,74			
							0,45		1,19			0,72			
							0,47		1,16			0,77			
							1,26					0,92	1,37	0,45	0,8028
Espesor	0	3	0,7	0,6	0	0,6	4,6	0	4,8	3	0	3,4			
Roca arenosa café suelta					1,37		1,37	1,37			1,37	1,37			
					1,37								1,37	1,37	1,37

FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

Figura 70. Resultados de corte con veleta in-situ

5.7.1.5 Definición del modelo

A partir de todos los estudios básicos requeridos y la caracterización e inventario detallado de los procesos, se ha planteado, apoyado en secciones y perfiles transversales del área

de estudio (incluyendo las cargas de la infraestructura existente), el modelo o modelos geológico-geotécnico utilizado para los análisis de estabilidad.

Se ha establecido con claridad la relación entre los rasgos geológicos y los procesos de inestabilidad actuales y potenciales, identificando los mecanismos de falla más probables. Los cortes de análisis coinciden con las secciones geológicas y geotécnicas, así mismo involucran las características topográficas más representativas (secciones perpendiculares a las curvas de nivel) y se han trazado sobre los sectores de mayores intervenciones del proyecto, incluyendo cortes, rellenos, drenajes y sitios de mayor pendiente. En este caso predominantemente sobre los escarpes de antigua explotación.

El modelo final está soportado, en cada corte, con los resultados de campo y laboratorio. Este se utilizó para adelantar los análisis de estabilidad de taludes en suelo y taludes en roca y para evaluar la condición de amenaza por movimientos en masa, en función del comportamiento del material y las estructuras que lo definen, así como de los mecanismos de falla más probables y las propiedades de los materiales, de conformidad con los resultados de la exploración geotécnica.

5.7.1.5.1 Parámetros de los estratos del modelo

A continuación, se presentan los parámetros del modelo geológico-geotécnico que se utilizaron para los análisis de estabilidad. Teniendo en cuenta que dentro del lote no se presentan procesos de inestabilidad, los parámetros geomecánicos de los materiales involucrados no requieren ningún tipo de corrección adicional.

Como resultado de los análisis de estabilidad realizados, el cálculo de distancia de viaje etc, no se requirió ajustar el área de estudio previamente definida como área de influencia.

En el modelo geológico-geotécnico se ha incluido la topografía de superficie (escarpes y grietas) a lo largo de las secciones de análisis, la litología y la secuencia estratigráfica, la localización del nivel freático y la definición de los parámetros geomecánicos de los materiales identificados. Las secciones del modelo geológico-geotécnico incluyen la exploración realizada y la correspondiente información estratigráfica de los mismos.

A continuación, se presentan los parámetros utilizados para los diferentes estratos encontrados. Se le ha identificado a cada uno con las convenciones dadas en el numeral de geología para ingeniería.

Tabla 36. Parámetros para el análisis de los diferentes estratos identificados

Tipo de Material	Convención geología	Peso unitario	Cohesión máxima	Cohesión mínima	Ángulo de fricción maximo	Ángulo de fricción mínimo
		(T/m ³)	(T/m ²)	(T/m ²)	°	°
Rellenos antrópicos de construcción	Stra					

Tipo de Material	Convención geología	Peso unitario	Cohesión máxima	Cohesión mínima	Ángulo de fricción maximo	Ángulo de fricción mínimo
Arcillas y limos superficiales	Stci					
Roca superficial con Vs menor a 750 m/s	Rbal					
Roca sana Vs mayor a 750 m/s	Rbal					

FUENTE: LFO INGENIERO DE SUELOS S.A.S

5.8 Suelos

La evaluación del recurso edáfico implica un análisis integral del medio natural, debido a que al estudiar los suelos, se incluye de forma implícita sus factores formadores (clima, organismos, tiempo, material parental y relieve) los cuales evidencian la génesis de la superficie terrestre, permitiendo así inferir sobre la oferta edáfica y por consiguiente del medio circundante, estableciendo las herramientas y acciones para orientar un adecuado uso y manejo del recurso dentro de conceptos que apoyen su restauración y protección, en caso de un potencial deterioro, causa de los efectos ocurridos por el desarrollo del proyecto. Se presentan a continuación los aspectos que son analizados en relación con la evaluación del recurso suelo que permiten su análisis de forma integral.

5.8.1 Caracterización de suelos

La caracterización y especialización de los suelos parte de la información contenida en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá (2019).

 Unidades cartográficas de suelos y sus componentes taxonómicos

Se presenta la descripción de las diferentes unidades cartográficas de suelos y sus respectivos componentes taxonómicos en el orden en que aparecen en la leyenda de caracterización de suelos. En esta leyenda de caracterización de suelos, se presentan los paisajes, el clima, los tipos de relieve, las formas del terreno, la litología o sedimentos, las unidades cartográficas de suelos, los componentes taxonómicos y su porcentaje, los perfiles modales, las principales características de los suelos dominantes, los símbolos y el cubrimiento en términos de extensión en hectáreas y porcentaje.

Tabla 37. Caracterización de suelos

Paisaje	Clima	Tipo de Relieve	Forma de Terreno	Material Parental	Unidad Cartográfica de suelos	Características Generales de los Suelos	Símbolo UCS	Área	
								Ha	%
Montaña Estructural Erosional	Frío Húmedo	Crestones	Revés	Cenizas volcánicas con sustrato de rocas sedimentarias no diferenciadas	Consociación: Pachic Melanudands, familia medial, isomésica; Typic Udorthents, familia esqueletal, isomésica; Afloramientos Rocosos	Suelos profundos, bien drenados, de texturas medias, reacción ligera a fuertemente ácida y fertilidad alta	MsL08	0,26	1,37
	Frío, Seco	Espinazos	Escarpe	Rocas sedimentarias tipo areniscas y arcillolitas	Consociación: Misceláneo erosionado; Afloramientos Rocosos	Misceláneo erosionado con inclusiones de afloramiento Roco	ME12	3,30	17,20
Zona urbana	ZU	ZU	ZU	Zonas Urbanas	Zona urbana	Zonas Urbanas	ZU	15,63	81,34
Total								19,19	100

Fuente: Adaptado del POMCA del Río Bogotá por la Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

– Suelos de montaña

Suelos localizados en los tipos de relieve correspondientes crestones con un declive promedio superior al 30% (IGAC, 2005); y un terreno escabroso y profundamente disectado (Zinck, 2012). La morfogénesis de este paisaje es de tipo estructural- denudacional, aunque de forma local se presentan unidades de origen deposicional. La mayoría de los relieves que componen este paisaje están tallados en rocas masivas tipo basaltos y cuarzodioritas, rocas metasedimentarias y volcanosedimentarias tipo metaareniscas y metalimolitas, y rocas metamórficas tipo esquistos y filitas.

- Consociación: Pachic Melanudands, familia medial, isomésica; Typic Udorthents, familia esquelética, isomésica; Afloramientos Rocosos - MsL08

Esta unidad se ha desarrollado en un paisaje de montaña estructural- erosional, en un clima frío húmedo, con temperatura promedio anual de 13°C. El tipo de relieve corresponde a crestones conformados por rocas sedimentarias químicas carbonatadas y tipo areniscas, conglomerados, limolitas, lodolitas y arcillolitas, con forma de terreno de revés. Los suelos dominantes en esta unidad están clasificados como Pachic Melanudands familia medial, isomésica. Las características diagnósticas que condujeron a esta clasificación son la presencia de un epipedón melánico sobre un endopedón cámbico.

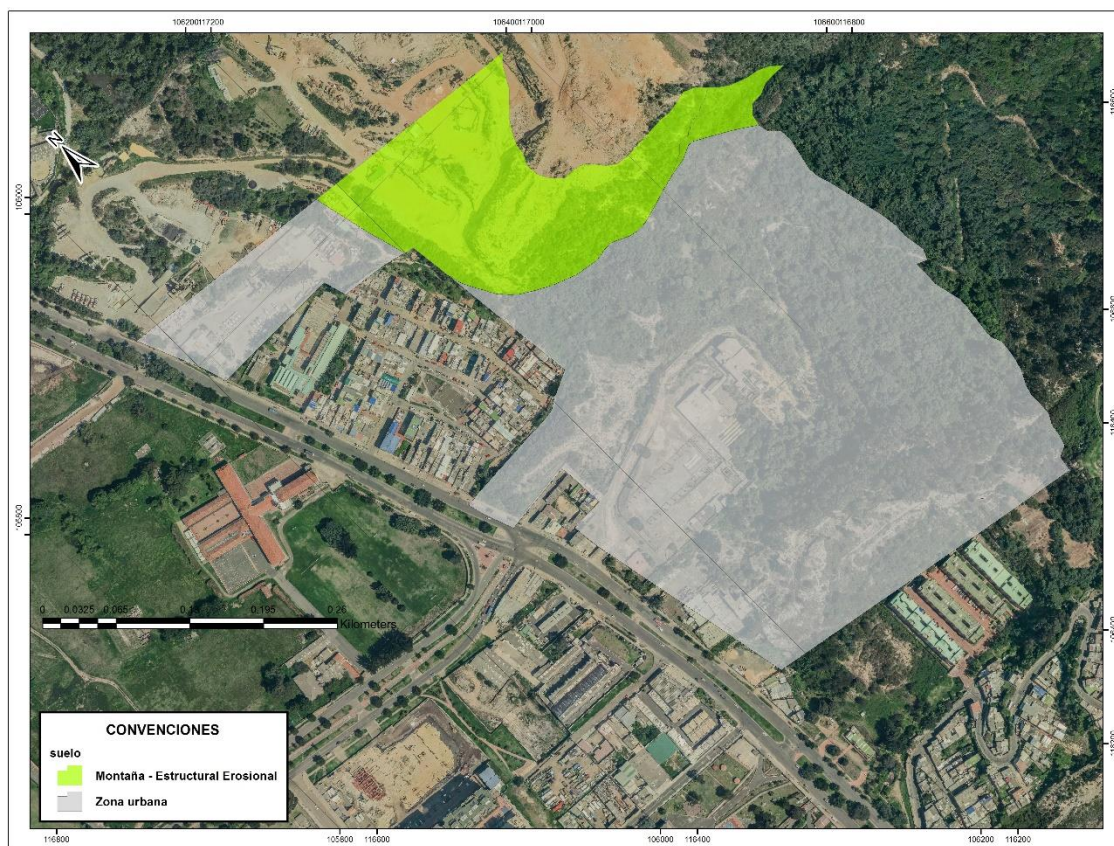
- Consociación: Misceláneo erosionado; Afloramientos Rocosos - ME12

Se encuentran en paisajes de vertiente de clima frío seco, y hacen parte de la formación vegetal bs-MB. Ubicados en relieve quebrado, con pendientes del 25-50%, sobre material ígneo en una altura aproximada de 2600 msnm. Estas unidades presentan erosión en forma de cárcavas densas y denudación laminar excesiva, con presencia de suelos normalmente limitados por pedregosidad superficial. Los suelos de esta unidad requieren de la reforestación como la más efectiva práctica de conservación y manejo ante el fenómeno erosivo.

- Zona urbana - ZU

Corresponde a dichas áreas de morfología plana a suavemente inclinada, producto de la construcción de asentamientos humanos, en los que se presentan excavaciones y rellenos, indiferenciados.

Las unidades cartográficas de suelos identificadas al interior del área de estudio se distribuyen de la siguiente forma, la Consociación: Pachic Melanudands, familia medial, isomésica; Typic Udorthents, familia esquelética, isomésica; Afloramientos Rocosos - MsL08 ocupa el 1,37% del terreno (0,26 Ha) en la parte alta, mientras que la Consociación: Misceláneo erosionado; Afloramientos Rocosos - ME12 ocupa el 17,20% (3,30 Ha) principalmente asociada a la zona de canteras y la Zona urbana – ZU ocupa el 81,43% (15,63 ha), como se evidencia a continuación en la Figura 71.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 71. Unidades Cartográficas de Suelo

Uso potencial

Considerado el suelo como un recurso natural no renovable en el corto plazo y de gran importancia para el desarrollo de la humanidad tanto desde el punto de vista agropecuario, ingenieril y ecológico, se determina la importancia de este en términos de su productividad.

De acuerdo con lo anterior se establece que el uso potencial que igualmente se identifica como capacidad de uso de las tierras o vocación de uso de los suelos, determina el uso más intenso que puede soportar el recurso por largos periodos, garantizando una producción agronómica sostenida y una oferta ambiental permanente en el tiempo y el espacio, referida a bienes y servicios, tangibles e intangibles asociados al sector primario de la economía y a las funciones ambientales, sin deteriorar la base natural y los recursos medioambientales que lo sustentan.

En la determinación del uso potencial del suelo se utiliza la capacidad de uso, que corresponde a la clasificación y agrupación las tierras en unidades homogéneas que presentan e igualmente suministran similares condiciones de explotación y manejo con el fin de obtener altos rendimientos, generando un menor riesgo de deterioro, sistema desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (Manual 210 USDA) con algunas adaptaciones y modificaciones

realizadas por la Subdirección de Agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC para su aplicación al trópico Colombiano a lo largo de los años de aplicación de la misma.

El análisis de tipo interpretativo de la capacidad de uso de las tierras se fundamenta en la evaluación de los siguientes criterios de calificación sobre cada una de las unidades cartográficas de suelos que integran la caracterización del recurso. A continuación, se describen estos:

- Pendiente
- Degradación (grado de erosión, remoción en masa).
- Humedad (drenaje natural, frecuencia de inundación, rango y duración de inundaciones).
- Suelos (Profundidad efectiva, grupo textural, fragmentos de roca, pedregosidad en superficie, afloramientos rocosos, fertilidad, conductividad, PSI, relación Ca/Mg, Saturación de aluminio).
- Clima (piso térmico, provincia de humedad, distribución de las lluvias, heladas).

La capacidad de uso de las tierras posee fundamentalmente dos categorías correspondientes a clases y subclases, las cuales se describen a continuación.

Las clases agrologicas de la capacidad de uso de las tierras agrupan tipos de suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos. Se muestra a continuación las clases que integran la clasificación o sistema.

- Las clases I y II corresponden a tierras arables, con capacidad para cualquier tipo de cultivo, con prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos y manejo de aguas.
- Las clases III y IV corresponden a tierras arables, con restricciones en la selección de cultivos, con prácticas intensivas de conservación de suelos y manejo de aguas.
- La clase V y VI corresponde a las tierras para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes, sistemas agroforestales y/o reforestación, con la incorporación selectiva de prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas.
- La clase VII corresponde a tierras forestales con posibilidades de uso mixto del bosque.
- La clase VIII corresponde a las tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua, la prestación de servicios ambientales, siendo considerados como muy vulnerables.

Las subclases corresponden a una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que especifica para las clases, uno o más factores limitantes generales y específicos, lo que determina que la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitación. Se presenta a continuación las principales características de las limitaciones establecidas:

- (e) erosión actual y/o peligro de susceptibilidad a la erosión: La subclase por erosión la conforman los suelos que se encuentran afectados, bien sea, por pérdida acelerada de suelo o susceptibilidad a la misma, causada por la mala utilización de los terrenos, prácticas de manejo inadecuadas o por fenómenos de remoción o movimientos en masa.
- (s) limitaciones en la zona radicular: La subclase por suelo se califica de acuerdo con las limitaciones físicas y/o químicas, que dificultan e impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas y las prácticas de labranza del suelo.

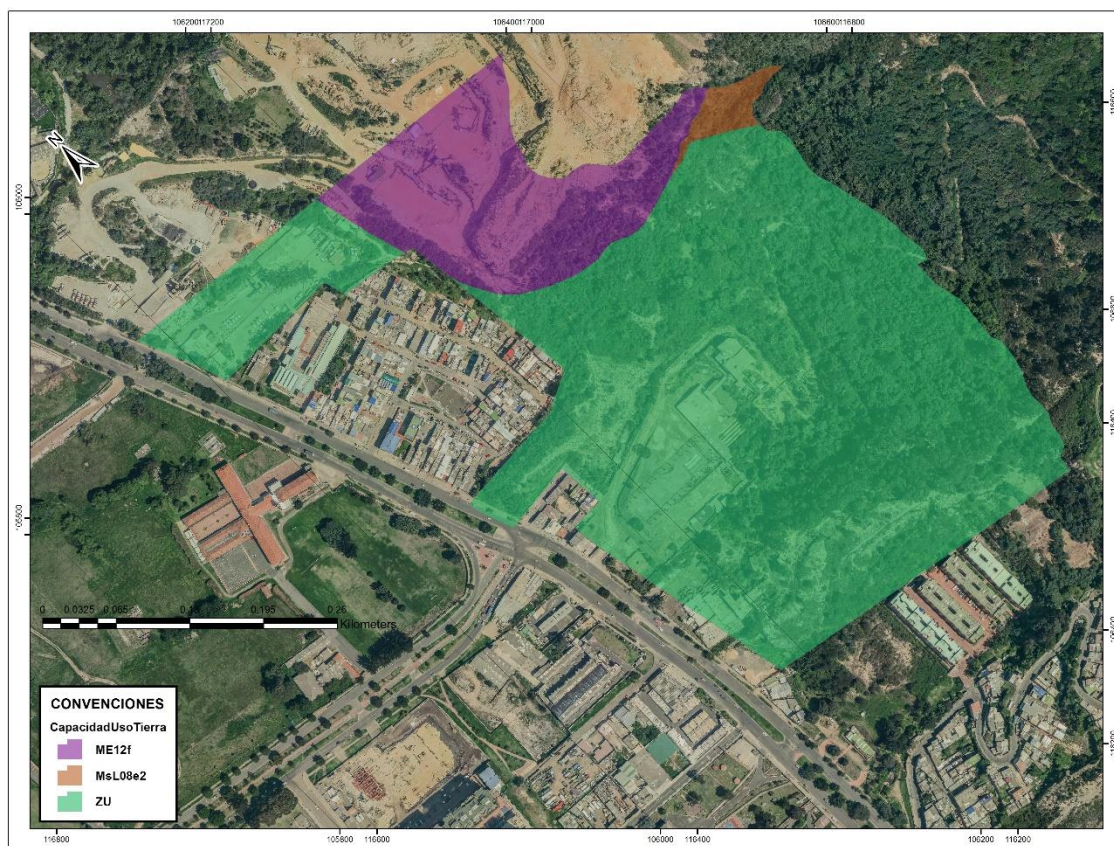
Se presenta en la siguiente tabla los usos potenciales principales y los tipos de uso potencial asociados, en términos de las clases y subclases agrologicas, relacionadas a las unidades cartográficas de suelos caracterizadas, que integran cada una de estas, igualmente se indican las principales limitantes, los usos recomendados, las prácticas de manejo y su cubrimiento en términos de área en hectáreas y su porcentaje respecto del área de estudio.

Respecto del uso potencial en el área de estudio, se establece la siguiente distribución según la extensión de cada uso potencial, en primer lugar se presenta las tierras con capacidad de uso de protección y conservación y o para la recuperación de la naturaleza (CRE) asociadas a las partes altas de la montaña con una extensión de 0,26 ha (1,37%), le sigue en el segundo lugar las tierras en usos exclusivamente a la protección y conservación y o para la recuperación de la naturaleza con un 17,20% que equivalen a una extensión de 3,30 ha y asociación a la zona de canteras en el costado norte del predio, para el tercer y último lugar se identifica la zona urbana con un 81,43% que definen un área de 15,63 ha y se circunscribe al área propuesta de desarrollo urbanístico. Ver Tabla 38 y Figura 72.

Tabla 38. Uso Potencial

Clases y Subclases Agrologicas	Símbolo s UCS	Principales características	Principales limitantes de uso	Usos recomendados	Símbolo	Área	
						Ha	%
8csp-1	MsL08e2	Clima extremadamente frío húmedo a frío seco relieve escarpado, superficial, excesivamente drenado, erosión moderada a severa, cenizas volcánicas texturas finas a medias, muy fuerte a fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja.	Climas extremos, Pendientes escarpadas erosión moderada, alta susceptibilidad a la erosión fuerte acidez, alta saturación de aluminio y fertilidad baja.	Estas tierras deben no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, por estas razones deben dedicarse exclusivamente a la protección y conservación y o para la recuperación de la naturaleza (CRE) Se recomienda prohibir todas las actividades agropecuarias, evitar la tala y quema de bosques, permitir la regeneración de la vegetación, reforestación con especies adaptadas al medio ecológico, conservación de los suelos, la cobertura vegetal, protección y conservación de la flora y fauna silvestre.	MsL08e2	0,26	1,37
8s-1	ME12f	Afloramientos rocosos en	Roca dura y las pendientes altas Afloramientos rocosos.	Debido a las limitaciones mencionadas, estas tierras deben no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, por estas razones deben dedicarse exclusivamente a la protección y conservación y o para la recuperación de la naturaleza	ME12f	3,30	17,20
Zonas Urbanas					ZU	15,63	81,34
Total						19,19	100

Fuente: Adaptado del POMCA del Río Bogotá por la Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 72. Uso potencial del suelo

Uso Actual de los suelos

Entendido como la expresión resultante de la dinámica tanto natural como socioeconómica y cultural del área, se presenta en este sentido el análisis del uso actual y la cobertura vegetal, como una herramienta para determinar el estado de referencia del medio natural, evaluar el desarrollo económico y paralelamente, el posible grado de deterioro ambiental del área de estudio.

En apoyo al desarrollo del presente análisis se identifica, la definición de mayor aceptación de Uso Actual: Con el término uso se aplica al empleo que el hombre de a los diferentes tipos de cobertura, “Cíclica o permanente, para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales” (Vink, 1975). Este concepto se asocia con la Cobertura vegetal, la cual se corresponde a los atributos derivados de ambientes naturales producto de la evolución ecológica (Bosques), o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el ser humano (cultivos, pastos y zonas urbanas, así como infraestructura (Enrique Vargas Gómez, IGAC 1992).

Con base en lo anterior se establece que la interacción de las características socioeconómicas y culturales, como consecuencia y en relación con la oferta ambiental, identifican los usos en el área de influencia del proyecto. Para adelantar la caracterización

de las unidades de uso y coberturas vegetales se utilizó la metodología propuesta por el IGAC en 1997 en las Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Municipal.

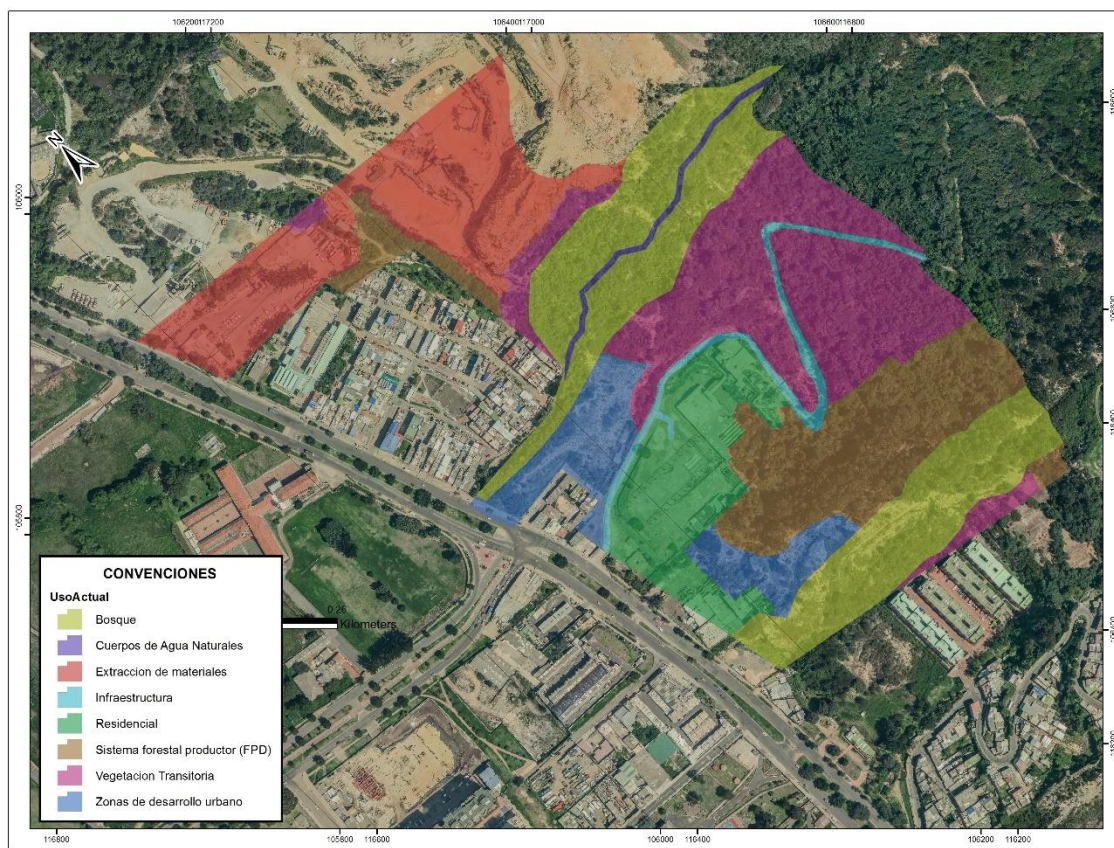
De esta forma el análisis cartográfico e interpretativo para la identificación del uso actual y la cobertura vegetal, se fundamenta en un proceso metodológico, el cual inicia con la actividad de fointerpretación de las aerofotografías disponibles para la zona y la validación de las unidades determinadas en las aerofotografías mediante trabajo de comprobación en campo, lo que permite confirmar los patrones de uso actual y/o cobertura vegetal identificados previamente en las fotografías aéreas. Se presenta en la siguiente tabla los usos actuales presentes en el área de influencia indirecta la cual se expresa en términos de área y porcentaje

Tabla 39 Uso actual del Suelo

Grupo Uso	Uso Actual	Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Agricultura	Vegetación Transitoria	Vegetación secundaria o en transición	4,25	22,12%
Asentamiento	Residencial	Tejido urbano continuo	2,01	10,47%
Conservación	Bosque	Bosque de galería y ripario	4,44	23,14%
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	Ríos (50 m)	0,17	0,87%
Forestal	Sistema forestal productor (FPD)	Plantación forestal	3,01	15,70%
Minería	Extracción de materiales	Zonas de extracción minera	3,35	17,45%
Tierras sin uso	Zonas de desarrollo urbano	Pastos enmalezados o enrastrados	1,51	7,87%
Transporte	Infraestructura	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,46	2,37%
Total			19,19	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

En este sentido el 23,14% (4,44 ha) presenta un uso actual del suelo de conservación asociado a coberturas de Bosque de galería y Ripario en la parte alta y el área circundante a las quebradas Serrezuela y El Encuentro, seguido del uso actual del suelo asociado a la agricultura con coberturas propias de Vegetación secundaria o en transición con una representatividad del 22,12% (4,25 ha), así mismo en tercer lugar se encuentran las zonas de extracción minera ocupando 3,35 ha (17,45%) del terreno, mientras que con una representatividad del 15,7% (3,01 ha) se encuentran las plantaciones forestales, de otra parte el 10,47% (2,01 ha) están ocupadas por tejido urbano continuo y el área restante presenta porcentajes de ocupación inferiores al 10% del área de interés. Ver Figura 73.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 73. Uso Actual del suelo

5.9 Atmosfera

Con el fin de determinar la calidad del aire en el área de influencia e inmediaciones del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto, se realizó monitoreo ambiental de calidad de aire, en el cual se implementó una remisión de trabajo desarrollada en tres (03) puntos en materia de calidad de aire a nivel de inmisión en una campaña de monitoreo del 16 de febrero al 05 de marzo de 2023, determinando las concentraciones de Material Particulado menor a 10 micrómetros (PM10) y Material Particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5) con muestreos diarios de 24 horas. Las mediciones se realizaron día continuo, dando cumplimiento a lo establecido en el Manual de diseño del Protocolo para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire.

5.9.1 Ubicación y descripción de los puntos de monitoreo

De la Tabla 40 a la Tabla 42 se realiza la descripción de los puntos de monitoreo dispuestos en el área de interés y en una segunda sección se describe el proceso metodológico para el desarrollo del monitoreo. Tanto los procedimientos de muestreo como los de laboratorio se realizaron teniendo en cuenta la metodología propuesta en los textos de la APHA-AWWA-WPCF; APHA (American Public Health Association), AWWA

(American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), descritos en el Standard Methods 23rd Edition (2017).

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de muestreo junto con datos de fecha, hora, códigos de muestras y códigos de identificación de puntos en campo.

Tabla 40. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 1.

INFORMACIÓN GENERAL									
Estación	E 1	Nomb re	Archivo	Departam ento	Cundinam arca	Municipi o	Bogota D.C	Vereda	N.A
Altitud (m.s.n.m.)		2589	COORD. GEOGRA F.	E (m)	74° 1'19.32"		Entor no local	Ubicada en terreno natural con barreras vivas lejanas pero visibles, cerca de postes de energía eléctrica que comunican el área de estudio y en cercanía de la avenida carrera 7ma	
Altura del suelo (m)		2		N (m)	4°44'45.48"				
TIPO DE ESTACIÓN									
Nivel I Área	Urbana			Nivel II Tiempo	Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes		Tráfico
INFORMACIÓN ADICIONAL									
Tráfico	Distancia al borde (m)	10,8	Industrial	Tipo de industria	N.A		Indicati vas	Tiempo de muestreo (días)	18
	Ancho de la vía (m)	15		Distancia fuentes (m)	N.A			Seco/Húm edo	Seco
	Vel. Promedio (Km/h)	60		Dirección	N/A			Fecha inicio	15/02/2 023
	Estado de la vía	Paviment ada						Fecha fin	4/03/20 23
Objetivo de la estación	Monitorear las concentraciones de PM10 y PM2.5 en área urbana influenciada por tráfico vehicular de la carrera 7ma				Descripc ión fuentes de emisión	La principal fuente es el tráfico vehicular de la zona, seguido por proyectos de construcción de viviendas que se encuentran en curso.			
CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN									
Parámet	Equipos monitoreo					Código			
PM10	Muestreador de alto volumen					ECO005			
PM2.5	Muestreador PM2.5					ECO002			

Registro Fotográfico



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S, 2023

Tabla 41. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 2

INFORMACIÓN GENERAL									
Estación	E2	Nombre	Tolvas	Departamento	Cundinamarca	Municipio	Bogotá D.C	Vereda	N.A
Altitud (m.s.n.m.)		2605	COORD. GEOGR. AF.	E (m)	74° 1'16.95"		Entorno local	Zona verde en cercanía de las instalaciones industriales abandonadas que corresponden a unas tolvas de procesamiento de material de excavación. Ubicada en cercanía del límite suburbano	
Altura del suelo		2		N (m)	4°44'47.13"				
Nivel I Área	Urbana			Nivel II Tiempo	Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes		De Fondo
INFORMACIÓN ADICIONAL									

Tráfico	Distancia al borde (m)	30	Industrial	Tipo de industria	N.A	Indicativas	Tiempo de muestreo (días)	18
	Ancho de la vía (m)	6		Distancia fuentes (m)	N.A		Seco/Húmedo	Seco
	Vel. Promedio (Km/h)	0					Fecha inicio	15/02/2023
	Estado de la vía						Fecha fin	4/03/2023

Objetivo de la estación	Monitorear las concentraciones de fondo producto de las actividades ajenas al proyecto de interés, teniendo en cuenta que en el predio no hay operación activa.	Descripción fuentes de emisión	Actividades de construcción y extracción de material natural ajenas y cercanas al predio de estudio junto con emisiones de fuentes móviles (automóviles y vehículos de carga)
-------------------------	---	--------------------------------	---

CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN

Parámetro	Equipos monitoreo	Código
PM10	Muestreador de alto volumen	ECO007
PM2.5	Muestreador PM2.5	ECO003

Registro Fotográfico





Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S, 2023

Tabla 42. Ficha de la estación de monitoreo de calidad del aire No 3.

INFORMACIÓN GENERAL										
Estación	E 3	Nombre	Caseta	Departamento	Cundinamarca	Municipio	Bogotá D.C		Vereda	N.A
Altitud (m.s.n.m.)	2596		COORD. GEOGR AF.	E (m)	74° 1'19.27"		Entorno local	Ubicada en terreno natural con barreras vivas lejanas pero visibles, cerca de postes de energía eléctrica que comunican el área de estudio		
Altura del suelo (m)	2			N (m)	4°44'48.44"					
TIPO DE ESTACIÓN										
Nivel I Área	Urbana			Nivel II Tiempo	Indicativa		Nivel III Emisiones Dominantes		Tráfico	
INFORMACIÓN ADICIONAL										
Tráfico	Distancia al borde (m)	15,3	Industrial	Tipo de industria	N.A		Indicativas	Tiempo de muestreo (días)	18	
	Ancho de la vía (m)	15		Distancia fuentes (m)	N.A			Seco/Húmedo	Seco	
	Vel. Promedio (Km/h)	60		Dirección	N/A			Fecha inicio	15/02/2023	
								Fecha fin		

	Estado de la vía	Pavimentada					4/03/2023
Objetivo de la estación	Monitorear las concentraciones de material particulado incidentes en las viviendas cercanas al predio de estudio en el costado norte teniendo en cuenta que actualmente SIMALTEC S.A.S no tiene operaciones.				Descripción fuentes de emisión	Emisiones de fuentes móviles (automóviles y vehículos de carga pesada), construcciones de vivienda y canteras externas.	

CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN

Parámetros	Equipos monitoreo	Código
PM10	Muestreador de alto volumen	ECO010
PM2.5	Muestreador PM2.5	ECO011

Registro Fotográfico



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S, 2023



Fuente: Google Earth Pro, 2023

Figura 74. Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad del aire

5.9.2 Material particulado menor a 10 micras - PM10

Las partículas de PM10 son contaminantes constituidos por material líquido y sólido que se encuentran en el medio y tienen diversas fuentes tanto artificiales como naturales, así mismo, se obtienen de fuentes móviles o estacionarias; la importancia de su medición radica en los efectos adversos que puede ocasionar a la salud humana como el deterioro de la función pulmonar, irritación ocular, entre otros. En la Tabla 30 se presentan los resultados de material particulado menor a 10 micrómetros (PM10) en los puntos de interés del estudio durante la campaña 2023, evidenciando que las concentraciones obtenidas cumplen a satisfacción con los límites máximos permisibles de la normatividad aplicable en el 96% de los datos, en este caso, la Resolución 2254 de 2017 al reportar valores inferiores a 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valor límite diario permisible), así mismo, se registraron 8 incumplimientos de la norma anual, cabe resaltar, se realiza de forma indicativa debido que para reportar un incumplimiento de la norma anual se debe realizar la comparación con concentraciones de 365 días según lo indican los protocolos de monitoreo de calidad de aire dispuestos en Colombia.

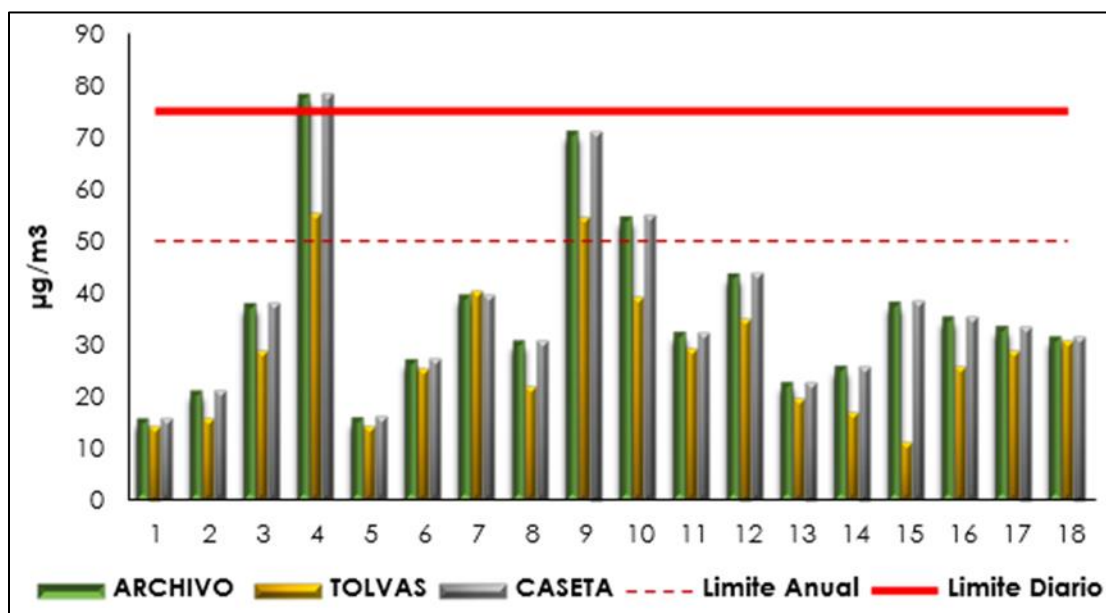
Conforme a las concentraciones obtenidas durante la campaña de 2023 permiten identificar que la estación 2 reportó las concentraciones más bajas, con respecto a las dos estaciones restantes, destacando la influencia de material particulado proveniente de actividades cercanas al predio como pueden ser la cantera y resuspensión de la vía cercana a las estaciones Archivo y Caseta.

Tabla 43. Resultados de PM10 en campaña 2023

PM10						
DÍA	FECHA	E1. Archivo µg/m3	E2. Tolvas µg/m3	E3. Caseta µg/m3	Máximo permisible diario*	Cumple
Día 1	15/02/2023	18,52	14,26	15,73	75	Si
Día 2	16/02/2023	22,94	15,68	21,13		Si
Día 3	17/02/2023	40,49	28,85	37,93		Si
Día 4	18/02/2023	110,83	55,23	78,39		No
Día 5	19/02/2023	18,16	14,22	15,92		Si
Día 6	20/02/2023	29,98	25,37	27,18		Si
Día 7	21/02/2023	38,18	40,11	39,64		Si
Día 8	22/02/2023	30,39	21,8	30,7		Si
Día 9	23/02/2023	65,48	54,32	71,21		Si
Día 10	24/02/2023	53,51	39,1	54,72		Si
Día 11	25/02/2023	36,96	29,24	32,35		Si
Día 12	26/02/2023	42,93	35,09	43,61		Si
Día 13	27/02/2023	23,58	19,53	22,8		Si
Día 14	28/02/2023	30,91	16,87	25,84		Si
Día 15	1/03/2023	22,31	10,92	38,27		Si
Día 16	2/03/2023	34,27	25,66	35,35		Si
Día 17	3/03/2023	38,41	28,75	33,55		Si
Día 18	4/03/2023	45,33	30,69	31,58		Si
Concentración Mínima µg/m3		18,16	10,92	15,73		
Concentración Máxima µg/m3		110,83	55,23	78,39		
Promedio Geométrico µg/m3		35,09	25,44	33,21		
Promedio Aritmético µg/m3		39,07	28,09	36,44		
Numero de Excedencias / 24 HORAS		1	0	1		
Porcentaje de Excedencias / 24 HORAS - %		5,55	0	5,55		
Numero de Excedencias / ANUAL		3	2	3		
Porcentaje de Excedencias / ANUAL - %		16,66	11,11	16,66		
% DE DATOS VALIDOS		100	100	100		

* Valor máximo permisible establecido en Resolución No. 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023

Figura 75. Concentraciones de material particulado PM10.

5.9.3 Material particulado menor a 2.5 micras – PM2.5

En la Tabla 44 se presentan los resultados de material particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5) en los puntos de monitoreo durante la campaña de monitoreo en el área de influencia del proyecto.

En el caso de los valores de material particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5) para el área de estudio, se presenta cumplimiento total según los límites máximos permisibles establecidos actualmente al reportarse valores por debajo de la norma diaria de 37 µg/m³, aplicable también al límite anual de 25 µg/m³ (Resolución 2254 de 2017 MADS), a excepción de la Estación 3, que superó la norma anual el día 28 de febrero. Las concentraciones obtenidas pueden atribuirse a la dinámica del tráfico en la zona de estudio, debido que en las fichas técnicas de cada estación se registró flujo vehicular, así como vehículos de carga pesada con transporte de material de obra, de igual forma, no se descarta la posibilidad de que concentraciones de fondo provenientes de fuentes fijas influyan en el reporte de concentraciones, esto se argumenta teniendo en cuenta el comportamiento de la rosa de vientos de la y las concentraciones obtenidas en la estación de fondo (Tolvas).

La estación 3 presenta una tendencia a reportar valores similares en cuanto a la estación 1 (Figura 7.2); en contraparte, los promedios aritméticos en las tres estaciones son similares y oscilan entre 8.24 µg/m³ y 11.79 µg/m³.

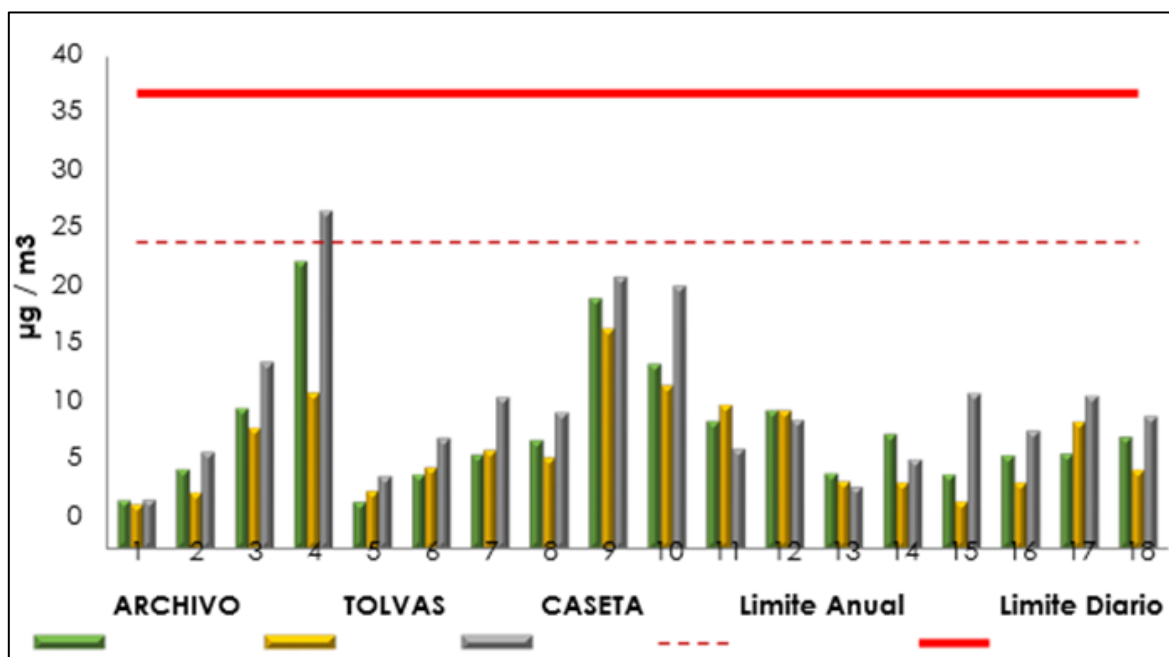
Es importante tener en cuenta que la comparación con la norma anual (25 µg/m³) se hace de manera indicativa, debido a que el valor real que debe compararse debe corresponder al promedio de 365 días de medición, sin embargo, se realiza la comparación de acuerdo

con lo establecido en el Numeral 5.7.4 del Manual de diseño del Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

Tabla 44. Resultados de PM_{2,5} en campaña 2023

PM _{2,5}						
DÍA	FECHA	E1. Archivo µg/m3	E2. Tolvas µg/m3	E3.Caseta µg/m3	Máximo permisible diario*	Cumple
Día 1	15/02/2023	3,9	3,58	3,95	37	Si
Día 2	16/02/2023	6,4	4,55	7,83		Si
Día 3	17/02/2023	11,36	9,82	15,16		Si
Día 4	18/02/2023	23,29	12,7	27,45		Si
Día 5	19/02/2023	3,8	4,7	5,88		Si
Día 6	20/02/2023	6,01	6,6	8,98		Si
Día 7	21/02/2023	7,62	8	12,3		Si
Día 8	22/02/2023	8,8	7,4	11,06		Si
Día 9	23/02/2023	20,32	17,91	22,08		Si
Día 10	24/02/2023	14,98	13,3	21,36		Si
Día 11	25/02/2023	10,35	11,7	8,1		Si
Día 12	26/02/2023	11,18	11,24	10,45		Si
Día 13	27/02/2023	6,11	5,48	5,02		Si
Día 14	28/02/2023	9,29	5,38	7,23		Si
Día 15	1/03/2023	6,01	3,81	12,61		Si
Día 16	2/03/2023	7,53	5,37	9,56		Si
Día 17	3/03/2023	7,67	10,34	12,42		Si
Día 18	4/03/2023	9,05	6,44	10,73		Si
Concentración Mínima µg/m3		3,8	3,58	3,95		
Concentración Máxima µg/m3		23,29	17,91	27,45		
Promedio Geométrico µg/m3		8,58	7,42	10,44		
Promedio Aritmético µg/m3		9,65	8,24	11,79		

Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023

Figura 76. Concentraciones de material particulado PM2.5.

5.9.4 Índice de Calidad del Aire (ICA)

El índice de Calidad del Aire (ICA) es un indicador de calidad del aire que permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire de las estaciones pertenecientes a un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA. El ICA corresponde a una escala numérica con una asignación de color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud; ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09- 001 de febrero de 2009.

El ICA se calcula de manera independiente para cada uno de los seis contaminantes criterio contemplados en la normatividad vigente (Resolución número 2254 del 01 de noviembre de 2017 (MADS)), los cuales corresponden a Ozono – O₃, Material Particulado menor a 10µm – PM₁₀, Material Particulado menor a 2.5µm – PM_{2.5}, Monóxido de Carbono – CO, Dióxido de Azufre – SO₂ y Dióxido de Nitrógeno –NO₂.

Teniendo en cuenta que el ICA tiene una correlación directa con los efectos en la salud, los puntos de corte del ICA son los límites correspondientes a efectos entre la salud y la calidad del aire, además, es un indicador adimensional y posee una escala de 0 a 500 que depende del grado de contaminación. Siendo así, en la se presenta la descripción general del Índice de Calidad del Aire y en la se exponen los puntos de corte del Índice de Calidad del Aire con respecto a los contaminantes criterio.

Tabla 45. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.

RANGO	COLOR	ESTADO	EFFECTOS
0-50	VERDE	BUENA	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
51-100	AMARILLO	ACEPTABLE	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.
101-150	NARANJA	DAÑINA A LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1) Ozono Troposférico: las personas con enfermedades pulmonares, niños, adultos mayores y las que constantemente realizan actividad física al aire libre, debe reducir su exposición a los contaminantes del aire. 2) Material particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151-200	ROJO	DAÑINA PARA LA SALUD	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201-300	PÚRPURA	MUY DAÑINA PARA LA SALUD	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301-500	MARRÓN	PELIGROSA	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

Fuente: Resolución 2254 de 2017, Artículo 18 – Tabla No. 5

Tabla 46. Descripción general del Índice de Calidad del Aire.

CATEGORIA	PM ₁₀ µg/m ³ 24 horas	PM _{2,5} µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 hora	NO µg/m ³ 1 hora	O µg/m ³ 8 horas
BUENA	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106
ACEPTABLE	55-154	13-57	5095-10819	94-197	101-189	107-138
DAÑINA A LA SALUD DE GRUPOS SENSIBLES	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167

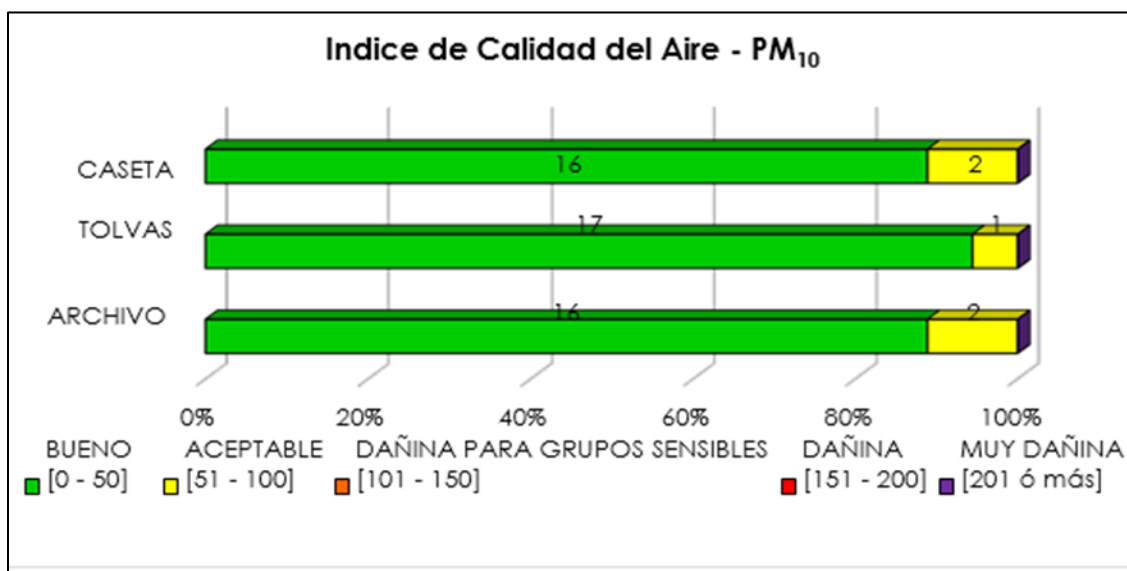
CATEGORIA	PM ₁₀ µg/m ³ 24 horas	PM _{2,5} µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 hora	NO µg/m ³ 1 hora	O µg/m ³ 8 horas
DAÑINA PARA LA SALUD	255-354	16-50	14255- 17688	487-797	678-1221	168-207
MUY DAÑINA PARA LA SALUD	355-424	151-250	17689- 34862	17689- 34862	1222- 2349	208-393
PELIGROSA	425-604	251-500	34863- 57703	34863- 57703	2350- 3853	394 *

Fuente: Resolución 2254 de 2017 (MADS), Artículo 20 – Tabla No. 6

5.9.5 Cálculo de los índices de Calidad del Aire (ICA)

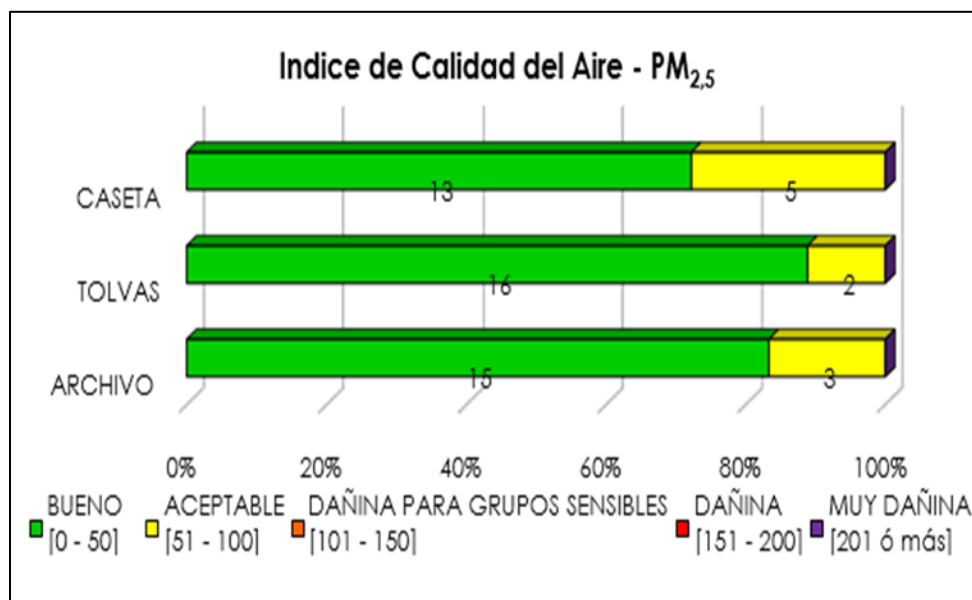
Según la información presentada en relación con el cálculo del ICA se procedió a calcular el índice para los contaminantes criterio: PM₁₀ y PM_{2.5}, con el fin de establecer como se encuentra la calidad del aire en el área de influencia del proyecto. Por lo que para cada contaminante criterio mencionado anteriormente se aplicó la fórmula anterior teniendo en cuenta los valores para los puntos de corte de cada contaminante.

Conforme a las figuras, los parámetros Material Particulado menor a 10 micrómetros (PM₁₀) y Material Particulado menor a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), presentan un ICA clasificado como calidad de aire “Buena” en la mayoría de los días monitoreados, por lo que según se establece en la tabla 35 del Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire, emitido por el IDEAM, no se establece ninguna acción preventiva. Es preciso señalar que el ICA en material particulado presentó pocos datos con una clasificación aceptable, no obstante, se deben a las mayores concentraciones presentadas durante el monitoreo causadas por actividad de la zona, pero no infiere una señal de alarma y según el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire, aunque si se recomienda que personas extremadamente sensibles con asma y adultos con enfermedad cardiocerebrovascular como hipertensión arterial, enfermedad isquémica del miocardio o pulmonar como asma, enfisema y bronquitis crónica deben reducir la actividad física fuerte o prolongada.



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023

Figura 77. Índice de calidad de aire – ICA para PM₁₀



Fuente: ECOMAS INGENIEROS S.A.S., 2023

Figura 78. Índice de calidad de aire – ICA para PM₁₀

6 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

El presente capítulo comprende el desarrollo de la caracterización para el medio biótico conforme la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del (ANLA, 2018). Su elaboración es el resultado de la recopilación de información secundaria, levantamiento de información primaria en campo, procesamiento, análisis y conclusiones de estos, con lo cual se determina de manera sistemática e integral la composición, dinámica y estructura de los ecosistemas terrestres (flora y fauna silvestre) presentes en el área de proyecto Plan Parcial Delta-Silical-Calicanto.

A continuación, se resumen los resultados de diferentes análisis desarrollados para el área de estudio.

6.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Para el análisis de los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas, se realizó el traslape de información cartográfica y normativa relacionada con Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas que se pudiesen presentar en el área de influencia e intervención del proyecto, como lo son: Sistema Nacional de áreas protegidas SINAP, Áreas complementarias para la conservación, Prioridades SINAP y Ecosistemas Sensibles. Esta información cartográfica fue obtenida de visores geográficos como el Sistema de Información Ambiental de Colombia_ SIAC, el Sistema de Información Geográfica Para la planeación y el Ordenamiento Territorial SIGOT del IGAC y el Visor Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente- SDA.

Los ecosistemas estratégicos, sensibles o áreas protegidas, están definidos como aquellos que son “altamente susceptibles al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos” (definición del Artículo 1 del Decreto 1753 de 1994). De igual manera, también se definen como ecosistemas en los que las condiciones de vida están en los límites de tolerancia; o aquellos que corren riesgo de destrucción por factores externos. Con base en lo anterior, se concluye que los ecosistemas de la zona pueden verse afectados por el desarrollo de algunas de las actividades del proyecto por su alta susceptibilidad y vulnerabilidad.

6.2 Estructura Ecológica Principal EEP

Para el análisis de la estructura ecológica principal se realizó la identificación, evaluación y análisis de la interferencia del proyecto y de su infraestructura asociada, en relación con los cuatro componentes de la Estructura Ecológica Principal EEP que corresponden a: 1. El Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, 2. Los Parques Urbanos de escala metropolitana y zonal, 3. Los corredores ecológicos y 4. El Área de Manejo Especial del Río Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 190 de 2004, 2004), la información cartográfica fue consultada en el Visor Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente- SDA con el fin de validar traslapes o componentes cercanos de la EEP con el proyecto.

El Decreto 190 del 22 de junio de 2004 por el cual se establece el Plan de Ordenamiento Territorial “y se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003” definen 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, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 619 de 2000, 2000). La finalidad de la Estructura Ecológica Principal es la conservación y recuperación de los recursos naturales, como la biodiversidad, el agua, el aire y, en general, del ambiente deseable para el hombre, la fauna y la flora.” (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 190 de 2004 , 2004).

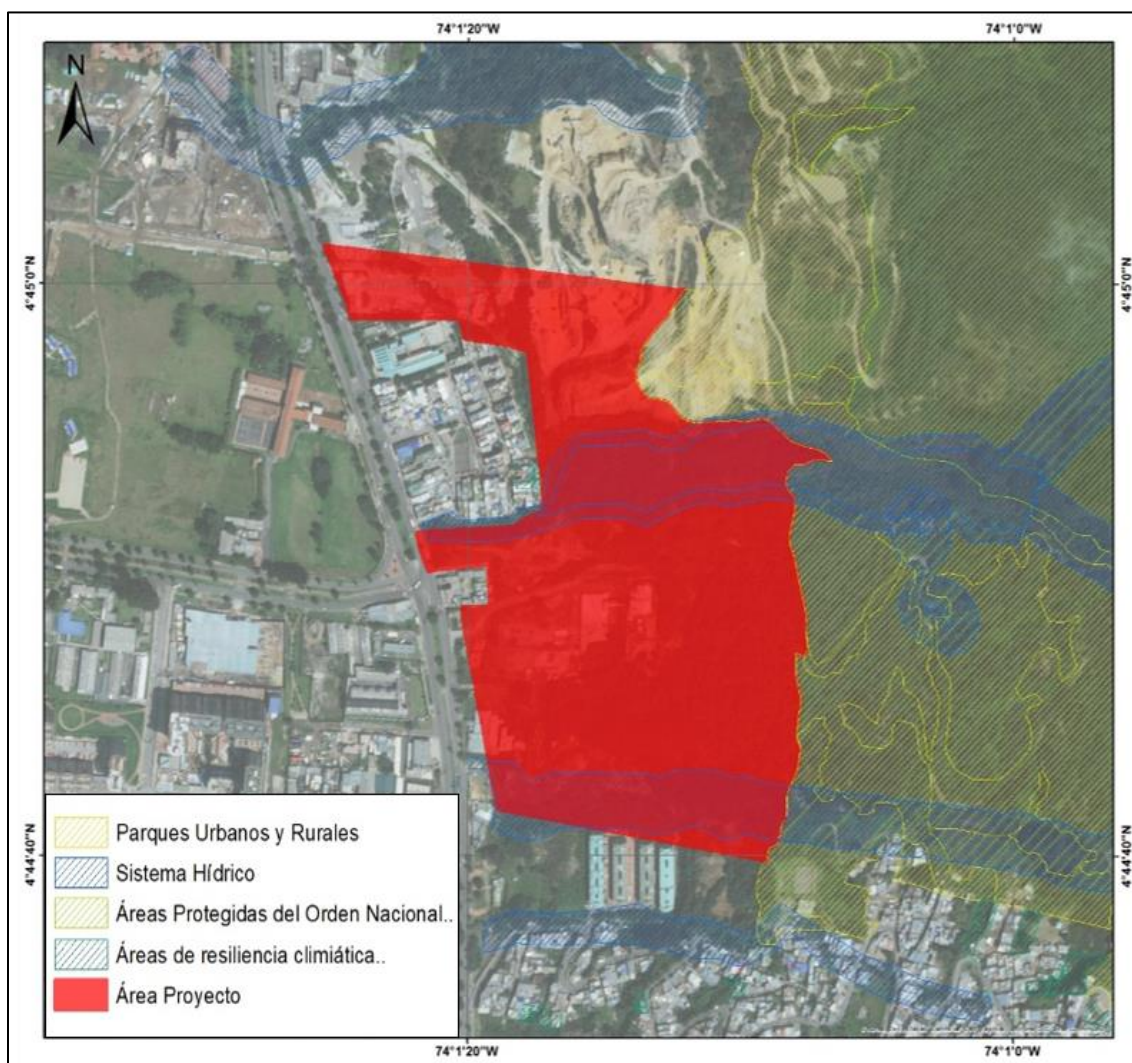
De acuerdo con el análisis realizado, el área del proyecto se traslapa con áreas de especial importancia ecosistémica, cuyas finalidades fueron definidas para “(i) asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica; (ii) garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano; y (iii) garantizar la permanencia del medio natural, o de alguno de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022).

El componente del proyecto corresponde a áreas de especial importancia ecológica, establecidos dentro del sistema hídrico. El primero de ellos corresponde a la quebrada El Encuentro, con un área de 1,93 Ha. Seguido de la quebrada Serrezuela, donde 1,67 ha corresponden a la subdivisión de ronda hidráulica, mientras que 1.01 ha se encuentra delimitado en Zona de manejo y preservación ambiental del río Bogotá conocido por sus siglas ZMPA, como se muestra en la Figura 79 y Tabla 47:

Tabla 47. Estructura Ecológica Principal en áreas del proyecto

Componente	Categoría	Elemento	Área Ambiental	Nombre	Acto Admin.	Área Ha
Áreas de especial importancia ecosistémica	Sistema Hídrico	Cuerpos de agua naturales	Ríos quebradas y sus rondas	Quebrada El Encuentro	Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021	1.93
				Quebrada Serrezuela (Ronda Hidráulica)	Res. 0412 de 2008	1.67
				Quebrada Serrezuela (ZMPA_ Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Río Bogotá)		1.01

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023, adaptado de mapas del plan de ordenamiento territorial 2022-2035.

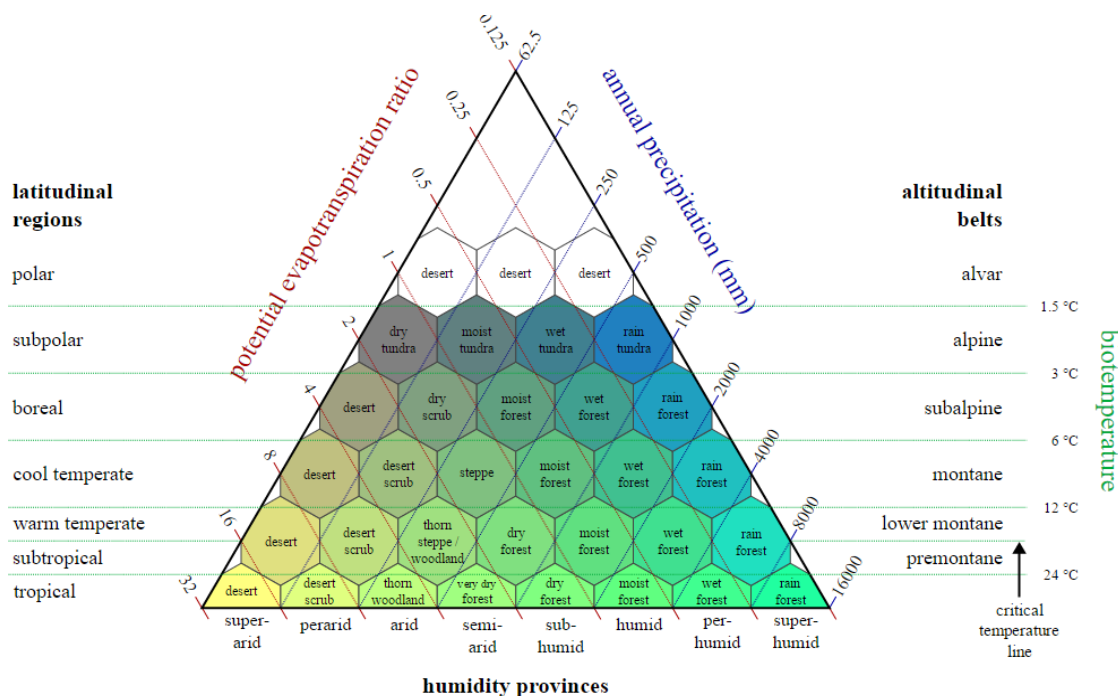


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 79. Distribución de estructura ecológica principal

6.3 Zonas de vida

La identificación de las zonas de vida o formaciones vegetales que hacen parte del área de influencia del proyecto se realizó según la clasificación del Dr. L. R. Holdridge representada en la Figura 80.



Fuente: Espinal y Montenegro (1997)

Figura 80. Clasificación de zona de vida por el Dr. Holdridge

Holdridge (1982) define las zonas de vida como agrupaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales, tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Los factores básicos que se tienen en cuenta para clasificar una región son los valores medios anuales de la biotemperatura, de lluvia y de evapotranspiración potencial. Así mismo según lo planteado por este mismo autor, existe una equivalencia entre los pisos altitudinales propuestos para las zonas de vida, con la denominación común de las zonas o pisos térmicos, los cuales aunados a ciertos límites de temperatura conforman las determinaciones de pisos térmicos en el país.

El área de proyecto Plan Parcial Delta-Silical-Calicanto. se ubica aproximadamente a los 2000 m a 2500 m de altitud, presentando temperaturas entre los 12° C a 18° C, con un promedio anual de lluvias entre 500 mm y 1000 mm, por lo cual puede ser incluida dentro de la zona de vida de Bosque seco montano bajo (bs-MB) según Holdridge, 1982 adaptado para Colombia por Espinal & Montenegro (Espinal L. & Montenegro, 1977).

6.4 Sistema Nacional de áreas protegidas, SINAP

Dentro del área de proyecto no se encontraron áreas naturales protegidas legalmente constituidas (Parques Nacionales/regionales, reserva Forestal protectora, distrito de manejo integrado o reservas Naturales de la sociedad Civil). El proyecto no se encuentra en esta categoría de áreas, se encuentra paralelo a la Reservas Forestales Protectoras Nacionales - Bosque Oriental de Bogotá.

6.4.1 Prioridades SINAP

De igual manera se consultó las áreas prioritarias para la conservación “In Situ” de La Biodiversidad Continental En Colombia, la cual es elaborada por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, a partir de la metodología propuesta por el MsC. Germán Corzo. De dicha consulta se concluye que: el área de influencia del no se traslapa con ninguna de las áreas mencionadas anteriormente. Así mismo no se considera el área de estudio como área de interés científico.

6.5 Áreas complementarias para la conservación

Se analizaron y revisaron las áreas, y como conclusión, se obtuvo que la zona de estudio no se traslapa con áreas complementarias para la conservación, tales como: páramos, y áreas de reserva de ley “2da de 1959, reservas de la Biosfera, humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención RAMSAR, tampoco presenta traslape con áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS), denominado como Humedales de la Sabana de Bogotá, declarada desde 2003 por el Instituto de Investigaciones de Recursos biológicos Alexander Von Humboldt y Bird Life International.

6.6 Ecosistemas Sensibles

Durante el desarrollo del estudio y en los recorridos realizados no se identificaron ecosistemas sensibles tales como Bosques de galería, a pesar de encontrarse sobre la ronda del río Bogotá, se evidencio áreas altamente intervenidas y con especies exóticas de plantación en los sistemas hídricos (Ríos quebradas y sus rondas) definidos en el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021 y Res. 0412 de 2008,

6.7 Gran Bioma y Biomas

Se define el bioma como "ambientes grandes y uniformes de geo-biósfera", los cuales corresponden a un área homogénea en términos biofísicos, ubicable dentro de un zonobioma, orobioma o pedobioma, cada uno de los cuales abarca un conjunto de ecosistemas más específicos, en el tratado sobre ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, (IDEAM I. I., 2007) definen tres grandes biomas para el país: gran bioma del desierto tropical; gran bioma del bosque seco tropical, y gran bioma del bosque húmedo tropical. Dentro de éstos se identificaron 34 biomas para todo el territorio nacional. Según esta clasificación, se determina que el área de intervención del proyecto pertenece al gran bioma Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, específicamente al Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, el cual se define a continuación:

6.7.1 Gran Bioma: Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical

Corresponde a los ambientes montañosos del país que van desde los 800 m. s. n. m hasta los 5775 m. s. n. m y que a su vez no presentan déficit hídrico que afecte la vegetación; para la identificación de los Orobiomas, se asumió de la clasificación climática de Caldas Lang: los pisos climáticos: templado, frio, muy frio, extremadamente frio y nival; para las provincias de humedad: húmedo, semihúmedo y superhúmedo.

6.8 Ecosistemas

Para la determinación de los ecosistemas presentes al interior del área del proyecto, se originó de la información contenida al interior del Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia – (IDEAM, 2017), donde a partir de la integración de información geopedológica, zonificación climática y coberturas de la tierra, las dos primeras dan origen a los grandes biomas de Colombia, la integración de los Distritos biogeográficos y las coberturas de la tierra dan origen a los ecosistemas continentales.

El proyecto cuenta con una extensión de 63,58 ha en el cual se identificó un (1) bioma y ocho (8) unidades de ecosistema, como se presenta en la Tabla 48, mediante la integración o cruce de la diferente información cartográfica obtenida en la elaboración de las líneas base de este estudio, con el fin de determinar la representatividad y sensibilidad de estas unidades ecosistémicas en el área de estudio.

El Bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental correspondiente a las zonas declaradas como ronda hídrica es el ecosistema con mayor representatividad, con 4.44 ha (23,14%), seguido de Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental con 4.25 ha equivalente a 22,12%.

En la Tabla 48 se puede evidenciar la distribución de los ecosistemas para el área de estudio.

Tabla 48. Distribución de Ecosistemas

Gran Bioma	Bioma	Nombre	Nomenci	Área (Ha)	% Área
Orobioma del Zonobioma a Húmedo Tropical	Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Tejido urbano continuo del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	TUCOA	2.01	10.47
		Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	RVOA	0.46	2.37
		Zonas de extracción minera del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	ZEMOA	3.35	17.45
		Pastos enmalezados o enrastrados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	PEOA	1.51	7.87
		Bosque de galería y ripario del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	BGOA	4.44	23.14
		Plantación forestal del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	PFOA	3.01	15.70
		Vegetación secundaria o en transición del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	VSOA	4.25	22.12

Gran Bioma	Bioma	Nombre	Nomenci	Área (Ha)	% Área
		Ríos (50 m) del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	ROA	0.17	0.87
Total general				19.19	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9 Coberturas de la tierra

Las coberturas se definieron para las áreas de influencia del proyecto, para lo cual se generó cartografía a una escala de presentación 1:10.000 y 1:25.000 con las unidades descritas por la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). La digitalización de las unidades de cobertura para cada área se realizó a partir de imágenes Raster y Rapideye. Posteriormente, se validaron estas coberturas mediante una visita de campo estableciendo puntos de control mediante la experiencia visual de cada profesional y ajustadas para el desarrollo de muestreos de flora y fauna.

La descripción conceptual de las coberturas se realizó a partir de los criterios definidos por el IDEAM (2010), los cuales se basan en la metodología Corine Land Cover. La identificación del estado general y características particulares de las unidades de cobertura para el área de Influencia se realizó a partir de recorridos de campo.

Las coberturas de la tierra fueron codificadas y descritas de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), mediante un proceso de digitalización directo de las imágenes satelitales.

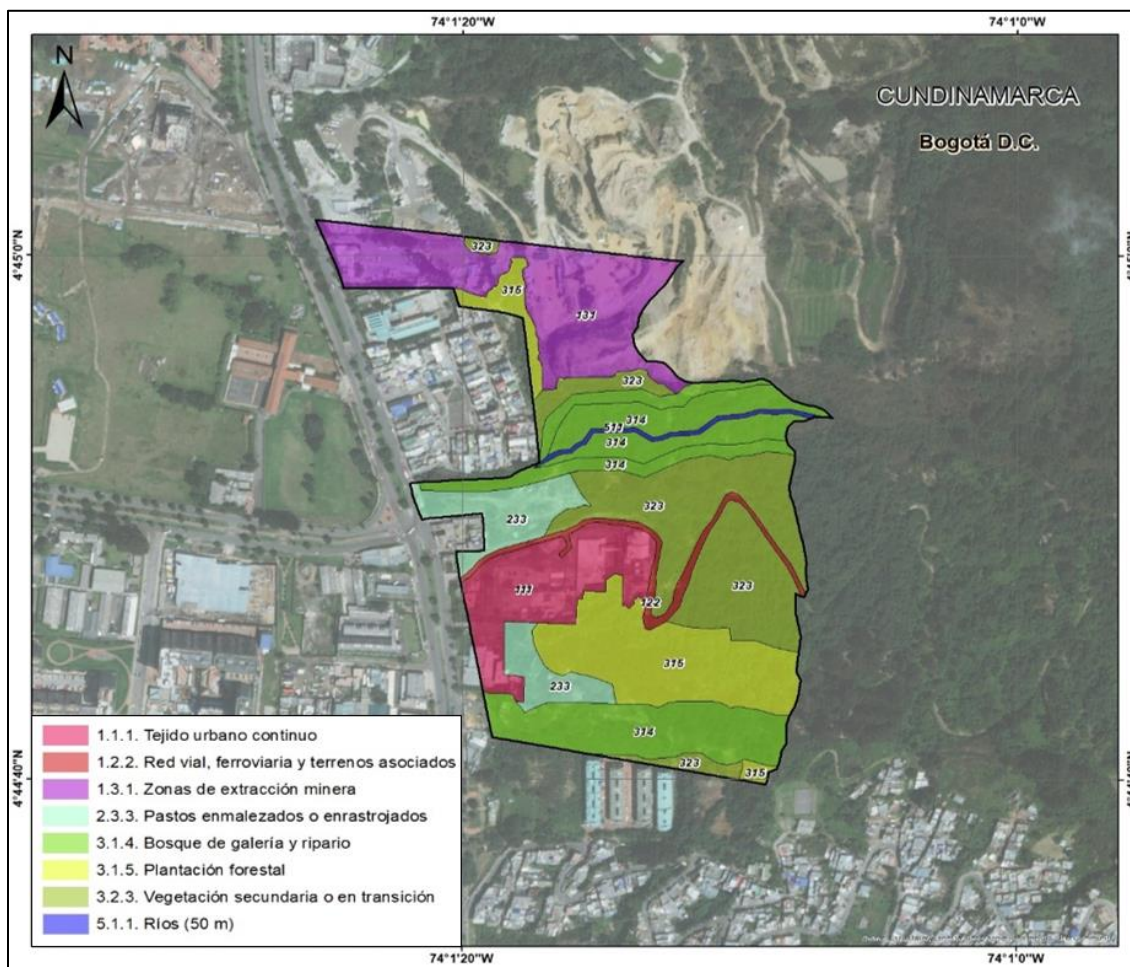
Una vez desarrollado el análisis en la zona, el área del proyecto cuenta con ocho (8) coberturas, siendo los bosques y áreas seminaturales las coberturas más representativas, seguido de los territorios artificializados y los territorios agrícolas. Tal como se presenta en la Tabla 49 y la Figura 81.

Tabla 49. Distribución de coberturas en área de influencia del proyecto

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Cod. Corine	Área (Ha)	Área %
Territorios Artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	111	2.01	10.47
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	122	0.46	2.37
	Zonas de extracción minera y escombreras	Zonas de extracción minera	131	3.35	17.45
Territorios Agrícolas	Pastos	Pastos enmalezados o enrastrados	233	1.51	7.87
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosques	Bosque de galería y ripario	314	4.44	23.14
		Plantación forestal	315	3.01	15.70

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Cod. Corine	Área (Ha)	Área %
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación secundaria o en transición	323	4.25	22.12
Superficies de Agua	Aguas continentales	Ríos (50 m)	511	0.17	0.87
Total General				19.19	100

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 81. Distribución de coberturas de tierras

6.9.1 Descripción de coberturas

A continuación, se resume la descripción de cada una de las coberturas de la tierra que fueron identificadas en la zona, en conjunto con un registro fotográfico de las mismas.

Nivel	Descripción	Registro Fotográfico
1. Territorios Artificializados		
	<u>Tejido urbano continuo</u> Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Corresponde a edificaciones de Bogotá.	 ByB
122	<u>Red vial, ferroviaria y terrenos asociados</u> Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes, terraplenes y áreas verdes. Se evidencian vías terciarias en un estado regular sin mantenimientos evidentes.	 ByB Caracterización F1 13.01.2023 09:14 4.74503 -74.02028 Gra. 7 #167D-68, Bogotá

Nivel	Descripción	Registro Fotográfico
131	<u>Zonas de extracción minera</u> Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto, correspondiente a canteras.	
2. Territorios agrícolas		
2.3.3	<u>Pastos Enmalezados</u> Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.	 ByB Caracterización F31 14.01.2023 09:07 4.74718, -74.02063 Cl. 170b #6-08 Bogotá
3. Bosques y áreas seminaturales		

Nivel	Descripción	Registro Fotográfico
3.1.4	<u>Bosque de Galería o Ripario</u> Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Esta cobertura bastante intervenida en la zona se evidencia como fragmentos de bosque de un ancho muy limitado ubicados a lado y lado de los drenajes y cauces de quebradas, donde la mayoría ha perdido su estructura y composición original. Esta cobertura fue delimitada a partir de las áreas delimitadas por la Estructura Ecológica Principal, correspondiente a las rondas hídricas. Sin embargo, se evidencian áreas desprovistas de vegetación, así como la presencia de especies de plantación.	
3.1.5	<u>Plantación forestal</u> Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. Para el proyecto se identificaron las especies de Eucalipto principalmente, seguido de Acacias y pino patula.	

Nivel	Descripción	Registro Fotográfico
3.2.3	<u>Vegetación Secundaria o en Transición</u> Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación. Natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. En esta cobertura se observa regeneración natural junto con especies introducidas debido a las plantaciones forestales evidenciadas en el sector.	
5. Superficies de agua		
5.1.1.	<u>Ríos (50 m)</u> Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable, en un lago o en otro río. Para el proyecto se realiza el cruce de información de Sistema Hídrico, identificando que la Quebrada Serrezuela presenta un caudal bajo y se encuentra rodeado de especies de plantación como lo es la acacia. La Quebrada El Encuentro no se encontró con caudal en las visitas de campo, se encuentra desprovista de vegetación en muchos de los sectores establecidos según el POT.	

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9.2 Ecosistemas terrestres

Para la identificación de los ecosistemas se trabajó a partir de información cartográfica a escala 1:500.000 previamente desarrollada para el territorio nacional, la cual se encuentra disponible en el documento “Ecosistemas continentales, costeros, y marinos de Colombia” realizado por IDEAM *et al.* (2017). A partir de las coberturas vegetales encontradas en el área de influencia y los distritos biogeográficos se obtuvieron los ecosistemas para la zona del proyecto.

6.9.3 Caracterización florística

La caracterización florística, se realizó basándose en área de intervención del proyecto, donde se tomaron parcelas de 0,1 ha en coberturas boscosas (Plantación, bosque de galería y vegetación secundaria) y para coberturas herbácea se realizaron parcelas de 1 metro cuadrado. El muestreo es simple al azar. Lo anterior se realizó contando con el acompañamiento de auxiliares forestales conocedores de especies de la zona quienes aportaron sus conocimientos de nombres comunes y características maderables de las diferentes especies y el nombre científico fue determinado por un especialista en el campo dendrológico.

La información colectada en campo fue digitalizada y compilada a través del paquete Excel, el tratamiento de datos fue orientado al análisis de la estructura y composición de los ecosistemas evaluados. Para realizar el análisis de la información se obtuvieron los siguientes datos:

1. Número de individuos: Corresponde al total de los individuos de cada estrato inventariados de manera general y por parcela.
2. Número de especies y familias: Se determinó el número total de especies identificadas en el área de estudio, así como las familias taxonómicas en las cuales se agrupan.

Así, se obtuvo información con respecto a la composición florística, la estructura horizontal, el índice de valor de importancia, entre otros. Por lo anterior, a continuación, se resumen las características que se analizaron:

- Composición florística

Relaciona la conformación, constitución y arreglo en el cual se encuentran los elementos de la vegetación de una zona, definiendo un inventario general de las familias, géneros y especies presentes en la unidad estudiada.

- Estructura horizontal

El análisis de estructura encierra la distribución espacial, la ordenación y el tamaño de los individuos arbóreos en un ecosistema o área de estudio definida. Se puede evaluar la estructura horizontal y vertical. La primera en términos de frecuencia, dominancia, abundancia e IVI (Índice de valor de importancia) y la segunda mediante al análisis de la altura que permite diferenciar estratos (Cárdenas 2014).

– **Índice de valor de importancia**

Es un índice estructural horizontal que se determina mediante el cálculo de la frecuencia relativa, dominancia y abundancia relativas de los individuos censados. Indica cuáles son las especies más importantes al interior del área de estudio (Ver Tabla 50).

Tabla 50. Ecuaciones para la estimación de IVI

Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia	Dominancia Relativa	IVI
$\left(\frac{Aa}{At}\right) * 100$	$\left(\frac{Fa}{Ft}\right) * 100$	$\left(\left(\frac{\pi}{4}\right) * DAP^2\right)$	$\left(\frac{Da}{Dt}\right) * 100$	$AR + FR + DR$

Fuente: cárdenas (2014)

Dónde:

Aa = Número de Individuos por especie en el área muestreada

At = Número de individuos total en el área muestreada

Fa= Frecuencia absoluta

Ft = Suma de las frecuencias absolutas

Da = Dominancia absoluta de cada especie (área basal)

Dt = Área Basal total en el área muestreada

– **Clases Diamétricas**

Se definen diez (10) clases diamétricas por encima de los 10 cm. de DAP que sugiere la Guía Técnica para el análisis de fustales. Cada clase diamétrica tiene una amplitud de 10 cm.

En la Tabla 51, se definen las clases diamétricas identificadas, en rangos de 10 centímetros cada una. La última clase diamétrica corresponde a los individuos que presentan una DAP por encima de los 100 cm.

Tabla 51. Clases diamétricas fustales

Clases Diamétricas	Rango DAP (cm)
I	10 - 19,9
II	20 - 29,9
III	30 - 39,9
IV	40 - 49,9
V	50 - 59,9
VI	60 - 69,9
VII	70-79,9
VIII	80-89,9
IX	90-99,9
X	>=100

Fuente: Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales (sf)

– **Posición Sociológica (PS)**

La posición sociológica relativa (PS%) está dada por la siguiente fórmula:

$$P\% = (A_{Es} * V_{Fes}) + (A_{Em} * V_{Fem}) + (A_{Ei} * V_{Fei})$$

Dónde:

A_{Es} = Abundancia Estrato superior

A_{Em} = Abundancia Estrato medio

A_{Ei} = Abundancia Estrato inferior

$$V_{Fe} = ((\sum A_i * 100) / A_t) / 10$$

– **Riqueza y diversidad de especies**

El análisis de diversidad se puede realizar por medio de varios índices, estos permiten comparar la diversidad entre ecosistemas y son de gran utilidad para obtener una idea sobre el estado de los ecosistemas. En este estudio se utilizaron los siguientes índices:

– **Coeficiente de mezcla (CM)**

El cálculo del CM pone a la vista el grado de mezcla de especies en el bosque, involucra el número total de especies y el número total de individuos y se expresa en porcentaje, cuanto más tienda a 100 se entiende que el ecosistema es más heterogeneo (Rangel y Velásquez 1997, citado en (Cárdenas 2014).

$$CM = \left(\frac{N_s}{N_a} \right) * 100$$

Donde:

N_s = Número de especies

N_a = Número de individuos

– **Índice estructural de diversidad de Shannon-Wiener (H)**

La estimación del índice de Shannon-Wiener permite describir la homogeneidad de una comunidad tomando como base el número de especies presentes y la abundancia relativa (Pla 2006).

$$H = - \sum (p_i * \ln p_i)$$

Donde:

p_i = Abundancia proporcional de cada una de las especies (n_i/N)

n_i = Número de individuos muestreados para la especie i

N = Número total de individuos muestreados

$\ln$ = Logaritmo natural

- Índice de equidad de Simpson (λ)

Es uno de los índices más utilizados, está basado en la abundancia proporcional de un grupo de especies, su cálculo indica que una comunidad es más diversa en tanto el valor calculado sea menor (Patil & Taille 1982, citado en Cardenas 2014).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

p_i = Abundancia proporcional de la especie i

El índice de Simpson se utiliza para cuantificar la diversidad de especies dependiendo de la dominancia de estas dentro del área inventariada, en cuanto menos dominancia tenga la distribución será más equitativa.

- Índice de riqueza de especies de Margalef (Dmg)

El índice de riqueza Dmg es una medida utilizada para la estimación de la biodiversidad en una comunidad, para su estimación se relaciona el número total de especies y el número total de individuos, los valores menores a 2 en este índice indican una baja diversidad, mientras que los superiores a 5 indican alta diversidad (Villarreal *et al.* 2004, citado en Cardenas 2014)

$$Dmg = S - 1 / \ln N$$

Dónde:

S = Número de especies
 N = Número total de individuos

- Estado sucesional

El estado sucesional para las categorías latizal y brinzal de las coberturas vegetales, se realizó determinando el parámetro de abundancia absoluta (A), Utilizando el número total de individuos pertenecientes a una determinada especie y a la participación de cada especie en porcentaje del número total de individuos en la muestra. De igual manera, determinando la composición florística y cantidades de individuos a remover para el área de interés del proyecto vial.

- Identificación de usos para especies de mayor importancia

La identificación de los usos más comunes asociados a cada especie se realiza con apoyo de auxiliares de campo de la zona, quienes con sus conocimientos tradicionales brindan información sobre el uso dado a las especies por parte de la comunidad.

- Identificación de especies en estado de amenaza o veda

Las especies reportadas con algún grado de amenaza o veda se identifican mediante la revisión de los listados de especies en veda a nivel nacional y regional emitidas por las entidades correspondientes, se evalúan también endemismos y especies en peligro crítico con base en las categorías establecidas por la UICN, libros rojos, CITES y la Resolución 0192 de 2017 del MAVDT.

Con base en lo anterior, a continuación, se describe la caracterización florística por cada una de las unidades de cobertura de tierra identificadas:

6.9.3.1 Caracterización florística por cobertura

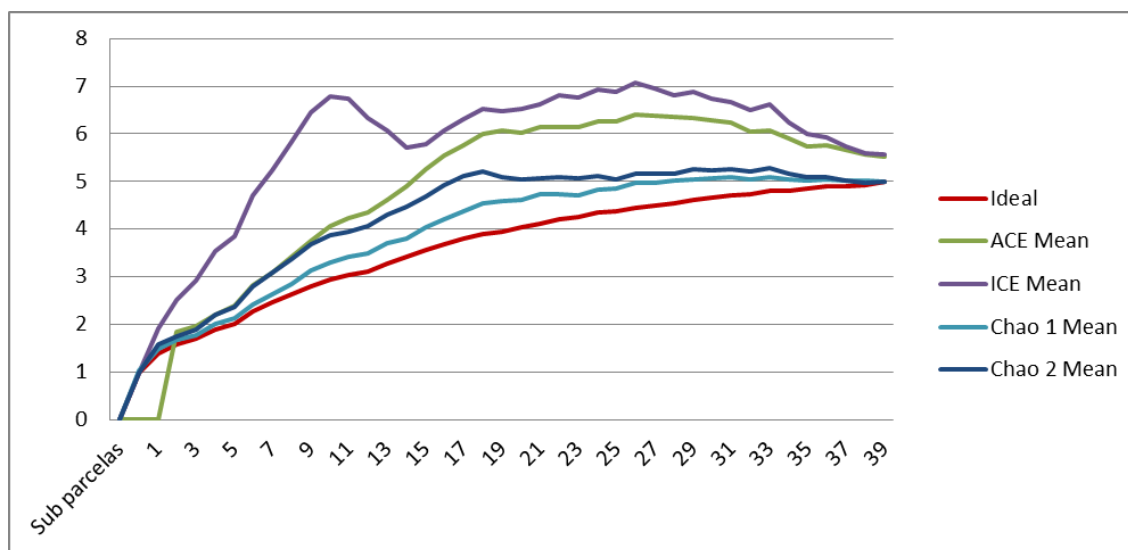
A partir de las parcelas realizadas por cobertura, se analizaron los datos levantados en cada una de estas y se obtuvo información de estructura, diversidad y funcionalidad de cada cobertura.

6.9.3.1.1 Unidad Plantación forestal

Se realizaron cuatro (4) parcelas de 0,1 ha cada una, dentro de las cuales se realizaron subparcelas de latizales y brinzales.

Esfuerzo de muestreo plantación forestal

En la Figura 82, se observa la curva de acumulación para la cobertura de plantación forestal con cuatro (4) indicadores y la curva de tendencia ideal para ese número de especies, donde se ve claramente que está totalmente estabilizada, además la comparación de los indicadores con la curva de tendencia ideal es alrededor del 90% de similitud en promedio, por lo tanto, se establece que el esfuerzo de muestreo de esta cobertura en el área fue correcta.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 82. Curva de acumulación plantación forestal

Composición florística plantación forestal

Dentro de la Tabla 52, se registra las familias, géneros, especies y nombres comunes de los individuos muestreados en la cobertura, donde se encontraron 264 individuos fustales, pertenecientes a cinco (5) especies, cuatro (4) géneros y tres (3) familias; por otro lado, la familia con mayor número de especies es la FABACEAE con tres (3) especies, pero la familia más abundante en número de individuos es la MYRTACEAE CON 253 individuos.

Lo anteriormente mencionado, es muy acorde con la cobertura, ya que es una plantación donde la cantidad de especies está limitada.

Tabla 52. Composición florística de la cobertura plantación forestal.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N. Ind
FABACEAE	Acacia	Acacia decurrens	Acacia azul	5
		Acacia melanoxylon	Acacia negra	3
	Paraserianthes	Paraserianthes lophantha	Acacia baratinga	2
MYRTACEAE	Eucalyptus	Eucalyptus globulus	Eucalipto	253
OLEACEAE	Fraxinus	Fraxinus chinensis	Urapan	1
Total				264

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Diversidad plantación forestal

En la Tabla 53, se reporta los índices de diversidad para la cobertura de plantación forestal, donde se encuentra una gran dominancia como lo dice el índice de Simpson (>91%) y el coeficiente de mezcla, donde cada que se mide 53 individuos se reporta una especie nueva, además el índice de Shannon indica que es baja diversidad y el de equidad dice que esta cobertura muestreada solo tiene el 14% del máximo esperado de diversidad para ese número de especies.

Tabla 53. Diversidad de la cobertura plantación forestal.

Índices	Valores
Taxa_S	5
Individuals	264
Dominance_D	0,919
Simpson_1-D	0,08104
Shannon_H	0,2249
Evenness_e^H/S	0,2504
Brillouin	0,204
Menhinick	0,3077
Margalef	0,7174
Equitability_J	0,1397
Fisher_alpha	0,8753
Berger-Parker	0,9583

Índices	Valores
Chao-1	5
Coefficiente de mezcla	0,01893939

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

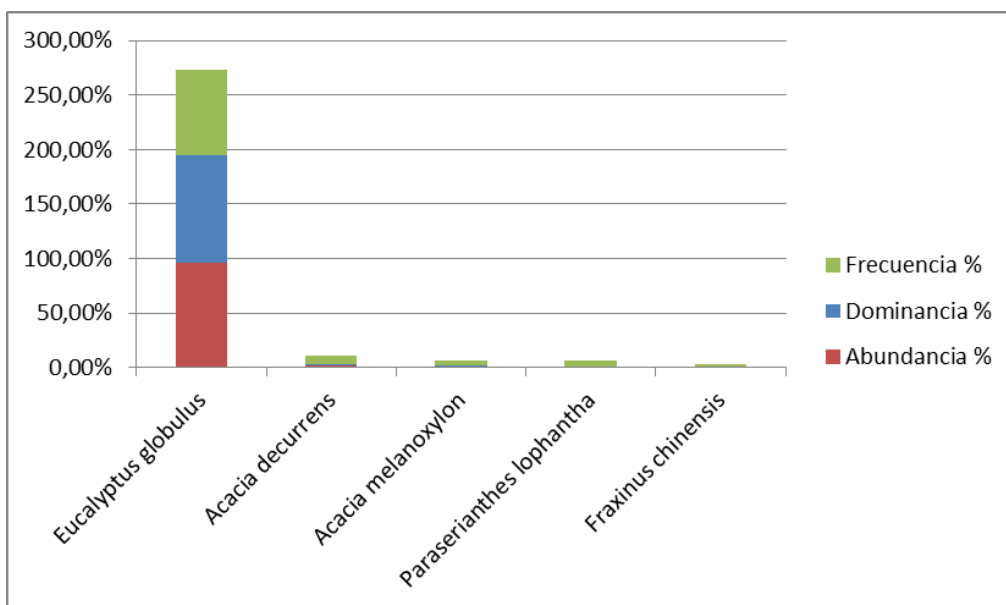
 Índice de valor de importancia de la cobertura Plantación forestal

Dentro de la Tabla 54 y Figura 83, se registra el Índice de valor de importancia ecológica por especie y discriminado por variable, donde es claro que la especie con mayor IVI es el *Eucalyptus globulus* con 273,79%, la cual sobresale en las tres (3) variables, Abundancia (95,83%), Dominancia (98,47%) y frecuencia (79,49%); todo lo anteriormente mencionado, es lógico para una plantación de eucalipto.

Tabla 54. IVI Plantaciones forestales

Espece	Abundancia	Abundancia %	Dominancia	Dominancia %	Frecuencia	Frecuencia %	IVI
<i>Eucalyptus globulus</i>	253	95,83%	21,28	98,47%	31	79,49%	273,79%
<i>Acacia decurrens</i>	5	1,89%	0,21	0,96%	3	7,69%	10,55%
<i>Acacia melanoxylon</i>	3	1,14%	0,09	0,43%	2	5,13%	6,70%
<i>Paraserianthes lophantha</i>	2	0,76%	0,02	0,10%	2	5,13%	5,99%
<i>Fraxinus chinensis</i>	1	0,38%	0,01	0,04%	1	2,56%	2,98%
Total	264	100,00%	21,61	100,00 %	39	100,00%	300%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

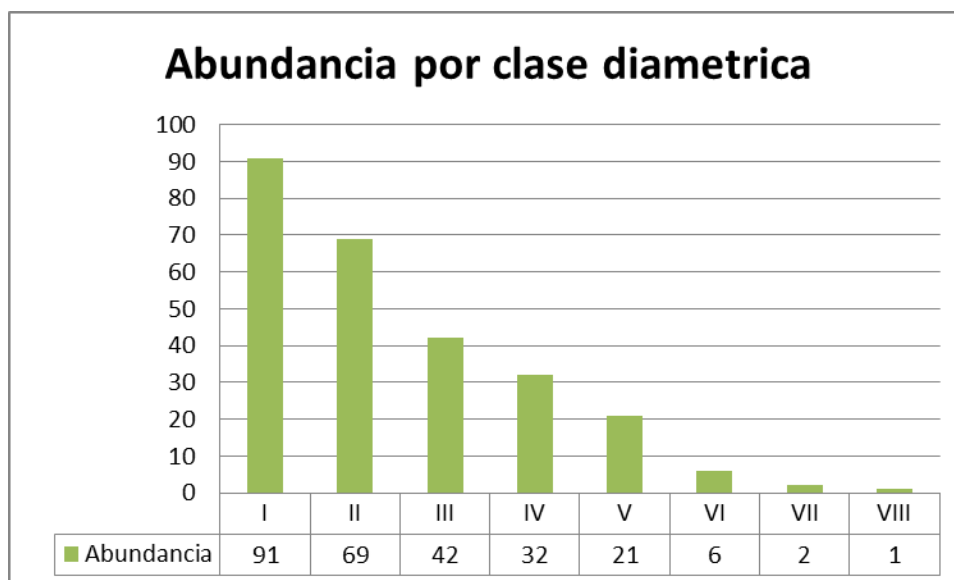


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 83. IVI por cada variable

Clases Diamétricas plantaciones forestales

Las clases diamétricas inician a partir de los 10 cm de DAP, es decir que aplica solo a los fustales, y el rango va cada 10 metros, en la Figura 84 se observa la abundancia por cada clase, donde se resalta la j invertida, indicador de que la regeneración va bien respecto a las especies representantes de esta cobertura.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 84. Abundancia por clase diamétrica

Volumen y Biomasa

Dentro de la Tabla 55, se registra los valores de volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono, donde la especie con mayor volumen es el Eucalipto con 313,66 metros cúbicos, siendo prácticamente el total.

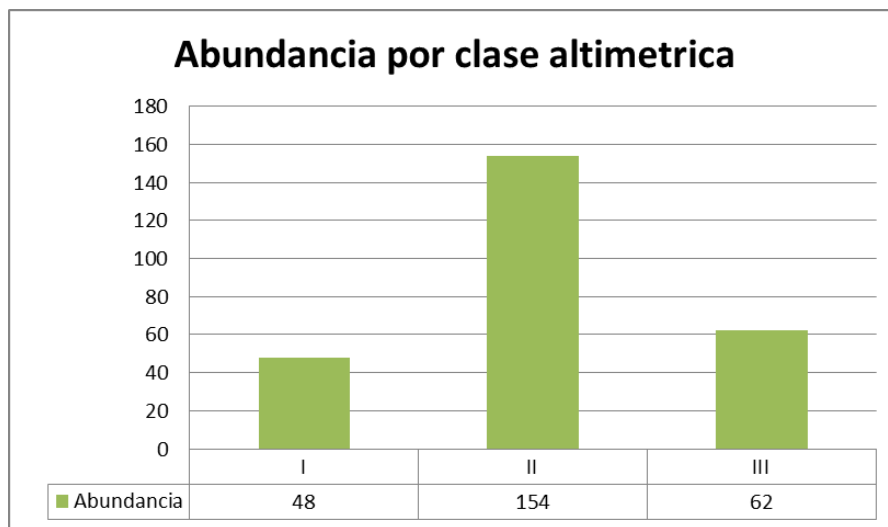
Tabla 55. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de PF

Espece	Volumen total	Volumen comercial	Biomasa	Carbono
<i>Eucalyptus globulus</i>	313,669174	241,672588	213819,388	106909,694
<i>Acacia decurrens</i>	1,72270902	1,32914749	1891,82746	945,913728
<i>Acacia melanoxylon</i>	1,43468473	1,19400346	699,366537	349,683268
<i>Paraserianthes lophantha</i>	0,1127955	0,07581457	135,432682	67,7163409
<i>Fraxinus chinensis</i>	0,03422468	0,00570411	49,7678858	24,8839429
Total general	316,973588	244,277257	216595,783	108297,891

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Clases altimétricas

En la Figura 85, se observa la abundancia por clase altimétrica, donde se indica que la mayor competencia por luz se encuentra entre los 15 y 20 m, es decir, zona donde se encuentran ubicados los árboles que empiezan a ser dominantes.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 85. Abundancia por clase altimétrica

Posición Sociológica plantación forestal

Dentro de la Tabla 56, muestras el índice de posición sociológica (PS) para las especies encontradas en la cobertura de plantación forestal del área del proyecto. La Posición Sociológica (PS) determina la composición florística por cada estrato de una comunidad vegetal y el papel que desempeña cada especie dentro de la dinámica de dicha comunidad, además permite dar una idea de la adaptabilidad de esta a su entorno y por ende su permanencia en cada estrato definido, de esta manera entender la dinámica sucesional del bosque, ya que, muestra cuando una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición de este, es decir, cuando se encuentra representada en los diferentes estratos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la probabilidad de permanecer en el ecosistema por la posición sociológica basada en la abundancia absoluta, en relación con las especies encontradas en la plantación es *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) que registra el mayor valor de PS con el 95,74% con una diferencia significativa respecto a las demás especies.

Tabla 56 .Posición sociológica de la cobertura plantación forestal.

VALOR FITOSOCIOLÓGICO DEL SUB-ESTRATO (PF)					
ESPECIE	0,18	0,58	0,23	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
	INFERIOR	MEDIO	ALTO	ABSOLUTA	RELATIVA
<i>Acacia decurrens</i>	1	4		2,5	2,23%
<i>Acacia melanoxylon</i>		3		1,74	1,55%
<i>Eucalyptus globulus</i>	44	147	62	107,44	95,74%
<i>Fraxinus chinensis</i>	1			0,18	0,16%
<i>Paraserianthes lophantha</i>	2			0,36	0,32%
Total	48	154	62	112,22	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Regeneración natural

- Latizales

Para el muestreo de los latizales, se realizaron cinco Subparcelas de 0,0025 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 20 parcelas de latizales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 57, se registra el total de individuos de latizos encontrados en la cobertura de plantación forestal, en las 20 subparcelas de latizos se encontraron 48 individuos, pertenecientes a 10 especies, nueve (9) géneros y siete (7) familias; donde la familia con mayores especies es FABACEAE con cuatro (4).

Tabla 57. Composición florística de Latizales de la cobertura plantación forestal.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	N. Ind
ASTERACEAE	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	16
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	6
		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	1
	Paraserianthes	<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia baratinga	1
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	8
MYRICACEAE	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hoji pequeño	1
MYRTACEAE	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	10
OLEACEAE	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	2
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	2
SOLANACEAE	Cestrum	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	1
Total				48

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

– Brinzales

Para el muestreo de los Brinzales, se realizaron cinco Subparcelas de 0,0004 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 20 parcelas de Brinzales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 58, se registra el total de individuos de Brinzales encontrados en la cobertura de plantación forestal, en las 20 subparcelas de brinzales se encontraron 36 individuos, pertenecientes a nueve (9) especies, nueve (9) géneros y ocho (8) familias; donde la familia con mayor especie es FABACEAE con dos (2).

Tabla 58. Composición florística de Brinzales de la cobertura plantación forestal.

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	N. IND
ASTERACEAE	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	1
FABACEAE	Genista	<i>Genista monspessulana</i>	Retamo liso	9
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	13
MYRTACEAE	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	8
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	1
PITTOSPORACEAE	Pittosporum	<i>Pittosporum undulatum</i>	Jazmin del cabo	1
POLYGALACEAE	Monnina	<i>Monnina aestuans</i>	Tinto	1
SOLANACEAE	Cestrum	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	1
VERBENACEAE	Lantana	<i>Lantana camara</i>	Veranera	1
Total				36

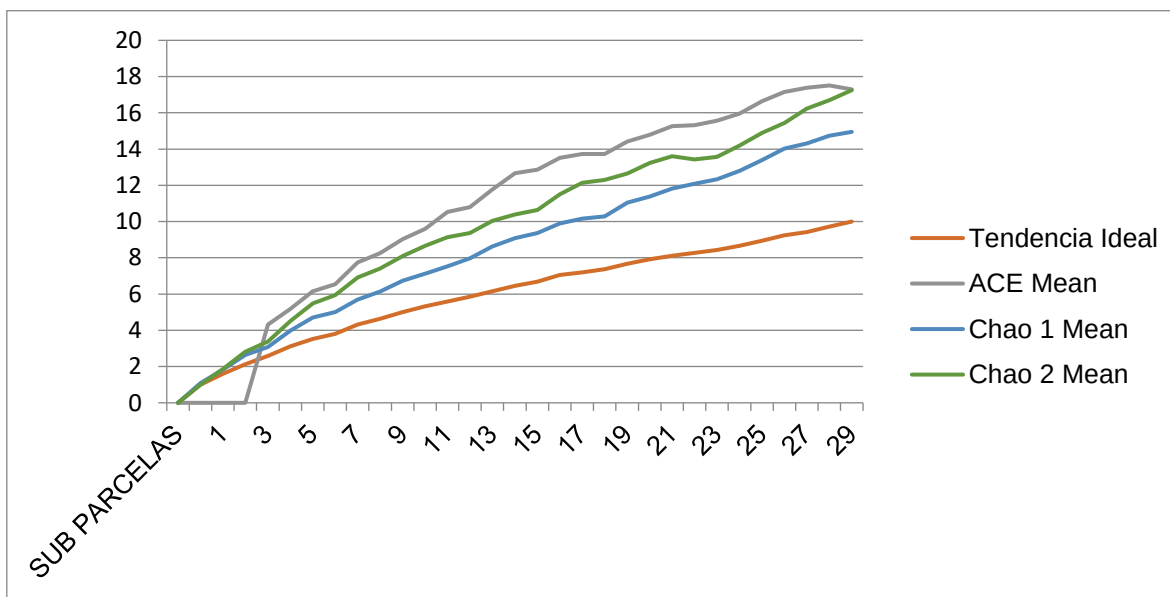
Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9.3.1.2 Unidad Bosque de galería

Se realizaron tres (3) parcelas de 0,1 ha cada una, dentro de las cuales se realizaron subparcelas de latizales y brinzales.

Esfuerzo de muestreo Bosque de galería

En la Figura 86, se observa la curva de acumulación para la cobertura de Bosque de galería con tres (3) indicadores y la curva de tendencia ideal para ese número de especies, donde se ve claramente que se inició a estabilizar, además la comparación de los indicadores con la curva de tendencia ideal es alrededor del 70% de similitud en promedio, por lo tanto, se establece que el esfuerzo de muestreo de esta cobertura en el área fue correcta.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 86. Curva de acumulación Bosque de galería

Composición florística Bosque de galería

Dentro de la Tabla 59, se registra las familias, géneros, especies y nombres comunes de los individuos muestreados en la cobertura, donde se encontraron 109 individuos fustales, pertenecientes a 10 especies, nueve (9) géneros y ocho (8) familias; por otro lado, las familias con mayor número de especies son FABACEAE y MYRTACEAE con dos (2) especies, pero la familia más abundante en número de individuos es la FABACEAE CON 86 individuos. Lo anteriormente mencionado, no es acorde a un bosque de galería típico, la mayoría de las especies encontradas son exóticas, ya las pocas de índole nativo, no son de las tradicionales para la cobertura en esta zona de vida.

Tabla 59. Composición florística de los Bosques de galería.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
ADOXACEAE	Viburnum	<i>Viburnum triphyllum</i>	Sauco de monte	1

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	4
CUPRESACEAE	Cupressus	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cipres	12
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	83
		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	3
MYRTACEAE	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1
	Myrcianthes	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	1
OLEACEAE	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	1
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	1
PITTOSPORACEAE	Pittosporum	<i>Pittosporum undulatum</i>	Jazmin del cabo	2
Total				109

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Diversidad Bosque de galería

En la Tabla 60, se reporta los índices de diversidad para la cobertura de Bosque de galería, donde se encuentra una gran dominancia como lo dice el índice de Simpson (>59%) y el coeficiente de mezcla, donde cada que se mide 11 individuos se reporta una especie nueva, además el índice de Shannon indica que es baja diversidad y el de equidad dice que esta cobertura muestreada solo tiene el 41% del máximo esperado de diversidad para ese número de especies.

Tabla 60. Índices de diversidad de los Bosques de galería.

Índices	Valores
Taxa_S	10
Individuals	109
Dominance_D	0,5948
Simpson_1-D	0,4052
Shannon_H	0,9591
Evenness_e^H/S	0,2609
Brillouin	0,8539
Menhinick	0,9578
Margalef	1,918
Equitability_J	0,4166
Fisher_alpha	2,681
Berger-Parker	0,7615
Chao-1	15
Coeficiente de mezcla	0,092

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

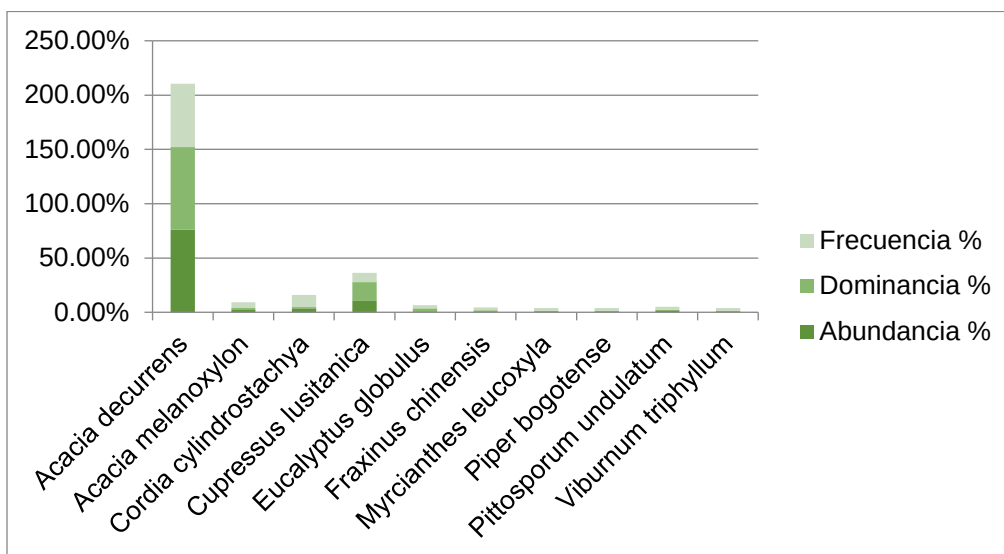
🌿 Índice de valor de importancia de la cobertura Bosque de galería

Dentro de Tabla 61 y Figura 87, se registra el Índice de valor de importancia ecológica por especie y discriminado por variable, donde es claro que la especie con mayor IVI es el *Acacia decurrens* con 210,47%, la cual sobresale en las tres (3) variables, Abundancia (76,15%), Dominancia (75,99%) y frecuencia (58,33%); todo lo anteriormente mencionado, indica que la cobertura tiene una alta dominancia y una composición restringida, por lo tanto, esta vegetación aledaña al río no es la típica de un bosque ripario.

Tabla 61. IVI Bosques de galería.

Especie	Abundancia	Abundancia %	Dominancia	Dominancia %	Frecuencia	Frecuencia %	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	83	76,15%	2,84	75,99%	21	58,33%	210,47%
<i>Acacia melanoxylon</i>	3	2,75%	0,04	1,02%	2	5,56%	9,32%
<i>Cordia cylindrostachya</i>	4	3,67%	0,04	1,20%	4	11,11%	15,98%
<i>Cupressus lusitanica</i>	12	11,01%	0,63	16,86%	3	8,33%	36,20%
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,92%	0,10	2,72%	1	2,78%	6,41%
<i>Fraxinus chinensis</i>	1	0,92%	0,03	0,84%	1	2,78%	4,54%
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	1	0,92%	0,01	0,28%	1	2,78%	3,97%
<i>Piper bogotense</i>	1	0,92%	0,01	0,23%	1	2,78%	3,93%
<i>Pittosporum undulatum</i>	2	1,83%	0,02	0,57%	1	2,78%	5,18%
<i>Viburnum triphyllum</i>	1	0,92%	0,01	0,29%	1	2,78%	3,99%
Total	109	100%	3,74	100%	36	100%	300%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

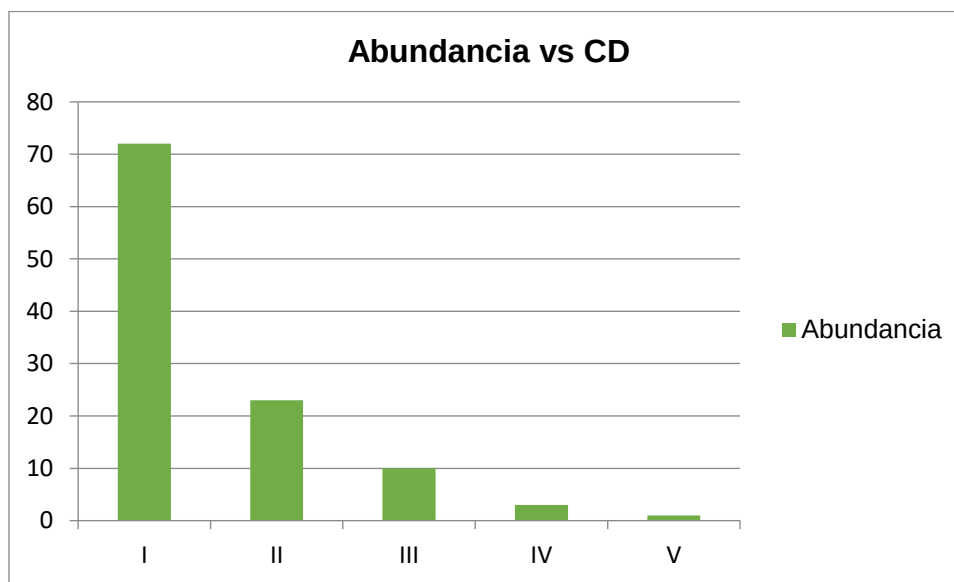


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 87. IVI bosque de galería por variable

Clases Diamétricas Bosque de galería

Las clases diamétricas inician a partir de los 10 cm de DAP, es decir que aplica solo a los fustales, y el rango va cada 10 metros, en la Figura 88 se observa la abundancia por cada clase, donde se resalta la j invertida, indicador de que la regeneración va bien respecto a las especies representantes de esta cobertura.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 88. Abundancia por clase diamétrica BG

Volumen y Biomasa Bosque de galería

Dentro de la Tabla 62, se registra los valores de volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono, donde la especie con mayor volumen es la Acacia azul con 23,48 metros cúbicos, siendo prácticamente el total.

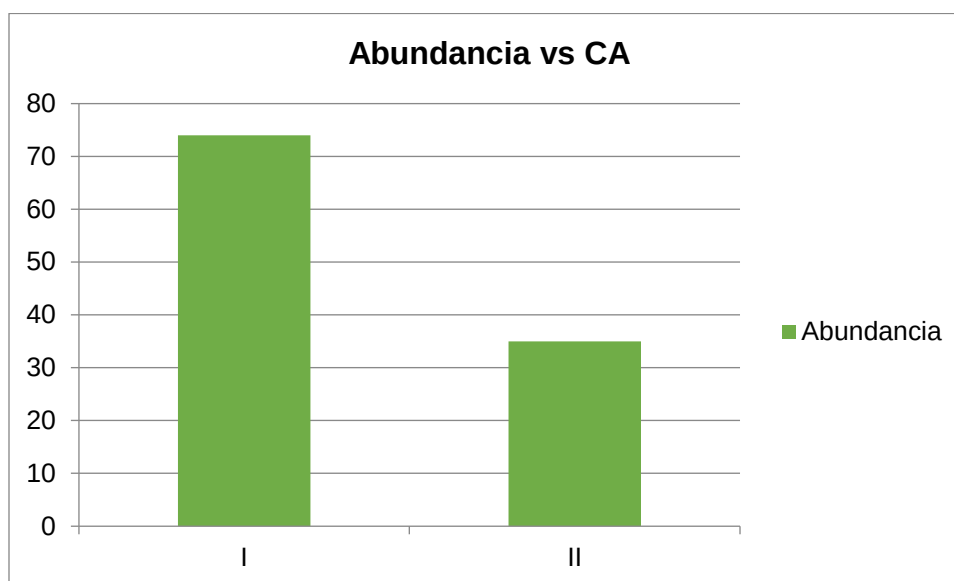
Tabla 62. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de BG

Especies	Volumen total	Volumen comercial	Biomasa	Carbono
<i>Acacia decurrens</i>	23,48	15,64	23853,43	11926,72
<i>Cupressus lusitanica</i>	6,89	4,90	5741,01	2870,50
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,92	0,71	981,15	490,58
<i>Cordia cylindrostachya</i>	0,25	0,11	283,88	141,94
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,24	0,15	245,17	122,59
<i>Fraxinus chinensis</i>	0,20	0,15	235,68	117,84
<i>Pittosporum undulatum</i>	0,10	0,06	134,14	67,07
<i>Viburnum triphyllum</i>	0,05	0,02	68,09	34,05
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	0,03	0,01	64,11	32,06
<i>Piper bogotense</i>	0,03	0,02	53,12	26,56
Total	32,18	21,78	31659,79	15829,90

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Clases altimétricas Bosque de galería

En la Figura 89, se observa la abundancia por clase altimétrica, donde se indica que la mayor competencia por luz se encuentra entre los 10 y 15 m, es decir, zonda donde se encuentran ubicados los árboles que empiezan a ser dominantes.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 89. Abundancia por clase altimétrica BG

🌳 Posición Sociológica Bosque de galería

Dentro de la Tabla 63, muestras el índice de posición sociológica (PS) para las especies encontradas en la cobertura de bosque de galería del área del proyecto. La Posición Sociológica (PS) determina la composición florística por cada estrato de una comunidad vegetal y el papel que desempeña cada especie dentro de la dinámica de dicha comunidad, además permite dar una idea de la adaptabilidad de esta a su entorno y por ende su permanencia en cada estrato definido, de esta manera entender la dinámica sucesional del bosque, ya que, muestra cuando una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición de este, es decir, cuando se encuentra representada en los diferentes estratos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la probabilidad de permanecer en el ecosistema por la posición sociológica basada en la abundancia absoluta, en relación con las especies encontradas en Bosque de galería es *Acacia decurrens* (Acacia azul) que registra el mayor valor de PS con el 74,78% con una diferencia significativa respecto a las demás especies.

Tabla 63 .Posición sociológica de la cobertura Bosque de galería.

Valor Fitosociológico Del Sub-Estrato (Bg)					
	0,68	0,32	0	Posición Sociológica	
Especie	Inferior	Medio	Alto	Absoluta	Relativa
<i>Acacia decurrens</i>	54	29		45,97	74,78%
<i>Acacia melanoxylon</i>	3			2,04	3,31%
<i>Cordia cylindrostachya</i>	4			2,72	4,42%
<i>Cupressus lusitanica</i>	7	5		6,36	10,34%

Valor Fitosociológico Del Sub-Estrato (Bg)					
	0,68	0,32	0	Posición Sociológica	
Especie	Inferior	Medio	Alto	Absoluta	Relativa
<i>Eucalyptus globulus</i>		1		0,32	0,52%
<i>Fraxinus chinensis</i>	1			0,68	1,10%
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	1			0,68	1,10%
<i>Piper bogotense</i>	1			0,68	1,10%
<i>Pittosporum undulatum</i>	2			1,36	2,21%
<i>Viburnum triphyllum</i>	1			0,68	1,10%
Total	74	35		61,48	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Regeneración natural

– Latizales

Para el muestreo de los latizales, se realizaron cinco Sub parcelas de 0,0025 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 15 parcelas de latizales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 64, se registra el total de individuos de latizos encontrados en la cobertura de bosque de galería, en las 15 sub parcelas de latizos se encontraron 41 individuos, pertenecientes a 11 especies, 11 géneros y nueve (9) familias; donde la familia con mayores especies es FABACEAE con tres (3).

Tabla 64. Composición florística de Latizales de la cobertura Bosque de galería.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N. Ind
ASPARAGACEAE	Cordyline	<i>Cordyline australis</i>	Cordyline	2
ASTERACEAE	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	5
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	1
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	20
	Genista	<i>Genista monspessulana</i>	Retamo liso	3
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	1
MYRICACEAE	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hoji pequeño	1
OLEACEAE	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	1
PAPAVERACEAE	Bocconia	<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto	2
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	1
PITTOSPORACEAE	Pittosporum	<i>Pittosporum undulatum</i>	Jazmin del cabo	4
Total				41

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

– Brinzales

Para el muestreo de los Brinzales, se realizaron cinco Sub parcelas de 0,0004 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 15 parcelas de Brinzales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 65, se registra el total de individuos de Brinzales encontrados en la cobertura de bosque de galería, en las 15 sub parcelas de brinzales se encontraron 22 individuos, pertenecientes a nueve (9) especies, nueve (9) géneros y siete (7) familias; donde la familia con mayor especie es FABACEAE con tres (3).

Tabla 65. Composición florística de Brinzales de la cobertura bosque de galería.

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	N.Ind
ASTERACEAE	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	4
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	4
	Genista	<i>Genista monspessulana</i>	Retamo liso	5
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	3
OLEACEAE	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	1
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	1
ROSACEAE	Rubus	<i>Rubus glaucus</i>	Mora	1
SOLANACEAE	Solanum	<i>Solanum sp</i>	Solanum	2
VERBENACEAE	Lantana	<i>Lantana camara</i>	Veranera	1
Total				22

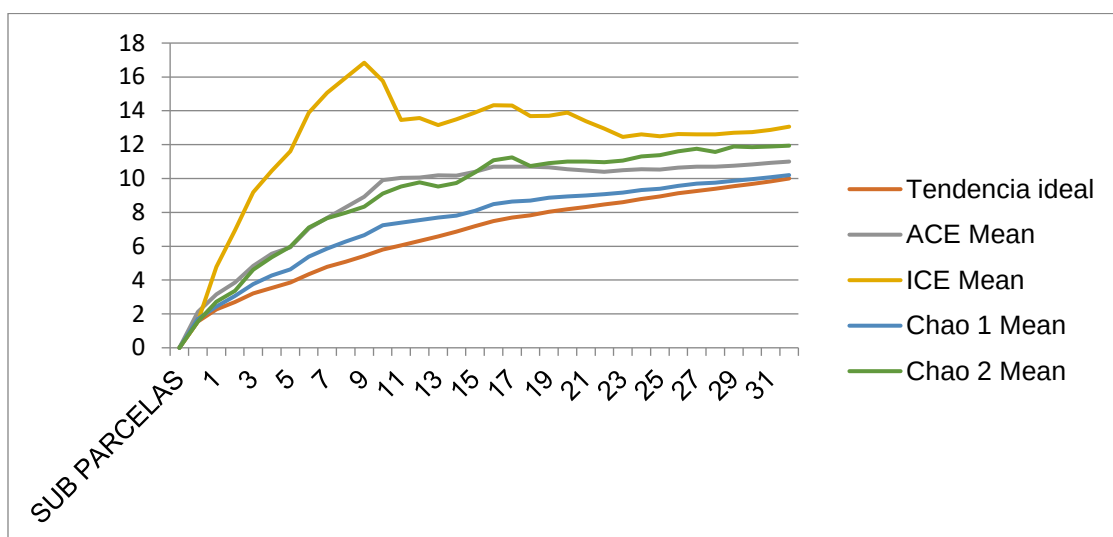
Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9.3.1.3 Unidad Vegetación secundaria

Se realizaron cuatro (4) parcelas de 0,1 ha cada una, dentro de las cuales se realizaron subparcelas de latizales y brinzales.

 Esfuerzo de muestreo vegetación secundaria

En la Figura 90, se observa la curva de acumulación para la cobertura de vegetación secundaria con cuatro (4) indicadores y la curva de tendencia ideal para ese número de especies, donde se ve claramente que se inició a estabilizar, además la comparación de los indicadores con la curva de tendencia ideal es alrededor del 80% de similitud en promedio, por lo tanto, se establece que el esfuerzo de muestreo de esta cobertura en el área fue correcta.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 90. Curva de acumulación Vegetación secundaria.

Composición florística Vegetación secundaria

Dentro de la Tabla 66, se registra las familias, géneros, especies y nombres comunes de los individuos muestreados en la cobertura, donde se encontraron 188 individuos fustales, pertenecientes a 10 especies, nueve (9) géneros y nueve (9) familias; por otro lado, la familia con mayor número de especies son FABACEAE con dos (2) especies, además es la más abundante en número de individuos con 158 individuos. Lo anteriormente mencionado, no es acorde a una vegetación secundaria, la mayoría de las especies encontradas son exóticas, ya las pocas de índole nativo, no son de las tradicionales para la cobertura en esta zona de vida.

Tabla 66. Composición florística de la vegetación secundaria.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
ASTERACEAE	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	2
BETULACEAE	Alnus	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	2
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	2
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	154
		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	4
MYRICACEAE	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hoji pequeño	2
MYRTACEAE	Eucalyptus	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1
OLEACEAE	Fraxinus	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapan	16
PINACEAE	Pinus	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	4
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	1
Total				188

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Diversidad

En la Tabla 67, se reporta los índices de diversidad para la cobertura de vegetación secundaria, donde se encuentra una gran dominancia como lo dice el índice de Simpson (>67%) y el coeficiente de mezcla, donde cada que se mide 19 individuos se reporta una especie nueva, además el índice de Shannon indica que es baja diversidad y el de equidad dice que esta cobertura muestreada solo tiene el 34% del máximo esperado de diversidad para ese número de especies.

Tabla 67. Índices de diversidad de la vegetación secundaria.

Índices	Valores
Taxa_S	10
Individuals	188
Dominance_D	0,6797
Simpson_1-D	0,3203
Shannon_H	0,786
Evenness_e^H/S	0,2195
Brillouin	0,7184
Menhinick	0,7293
Margalef	1,719
Equitability_J	0,3413
Fisher_alpha	2,255
Berger-Parker	0,8191
Chao-1	10,2
Coeficiente de mezcla	0,053

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

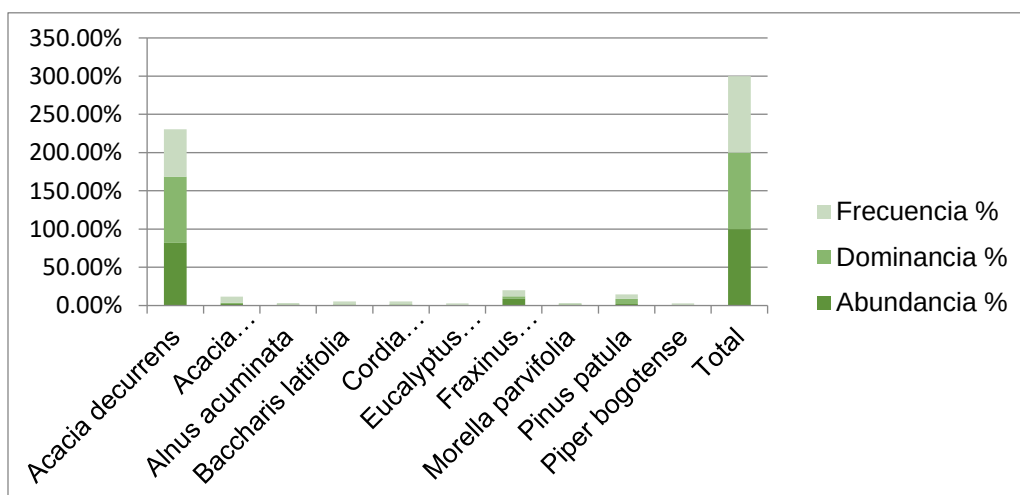
Índice de valor de importancia de la cobertura vegetación secundaria

Dentro de la Tabla 68, se registra el Índice de valor de importancia ecológica por especie y discriminado por variable, donde es claro que la especie con mayor IVI es el *Acacia decurrens* con 230,59%, la cual sobresale en las tres (3) variables, Abundancia (81,91%), Dominancia (86,67%) y frecuencia (62%); todo lo anteriormente mencionado, indica que la cobertura tiene una alta dominancia y una composición restringida, por lo tanto, esta vegetación no está en etapa inicial de recuperación, por motivos de dominios de especies exóticas.

Tabla 68. IVI Vegetación secundaria.

Especie	Abundancia	Abundancia %	Dominancia	Dominancia %	Frecuencia	Frecuencia %	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	154	81,91%	5,15	86,67%	31	62,00%	230,59%
<i>Acacia melanoxylon</i>	4	2,13%	0,08	1,37%	4	8,00%	11,50%
<i>Alnus acuminata</i>	2	1,06%	0,02	0,27%	1	2,00%	3,34%
<i>Baccharis latifolia</i>	2	1,06%	0,02	0,27%	2	4,00%	5,34%
<i>Cordia cylindrostachya</i>	2	1,06%	0,03	0,47%	2	4,00%	5,54%
<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,53%	0,02	0,36%	1	2,00%	2,89%
<i>Fraxinus chinensis</i>	16	8,51%	0,21	3,46%	4	8,00%	19,97%
<i>Morella parvifolia</i>	2	1,06%	0,02	0,34%	1	2,00%	3,40%
<i>Pinus patula</i>	4	2,13%	0,39	6,63%	3	6,00%	14,76%
<i>Piper bogotense</i>	1	0,53%	0,01	0,14%	1	2,00%	2,67%
Total	188	100,00%	5,94	100,00%	50	100,00%	300,00%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

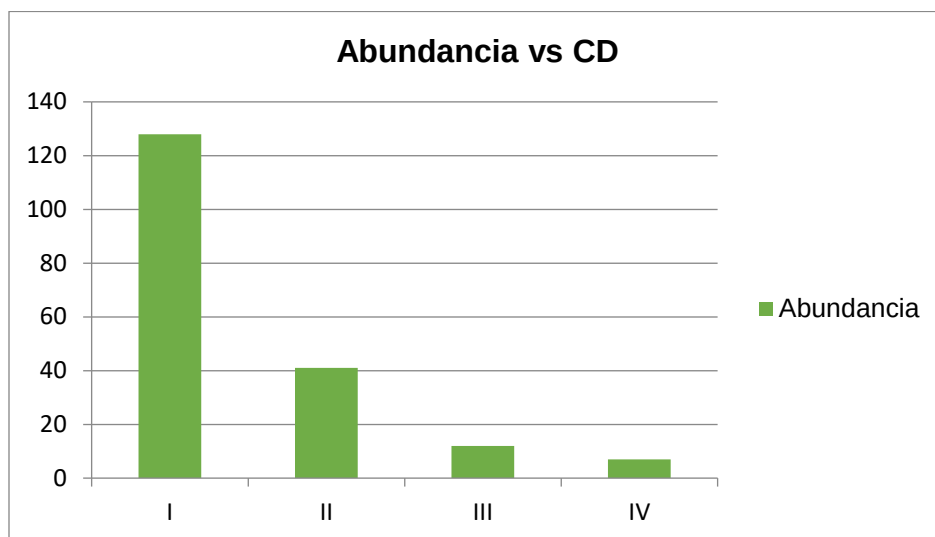


Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 91. IVI Vegetación secundaria por variable

Clases Diamétricas Vegetación secundaria

Las clases diamétricas inician a partir de los 10 cm de DAP, es decir que aplica solo a los fustales, y el rango va cada 10 metros, en la Figura 92 se observa la abundancia por cada clase, donde se resalta la j invertida, indicador de que la regeneración va bien respecto a las especies representantes de esta cobertura, cabe resaltar que la regeneración dominante es de especies exóticas.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 92. Abundancia por clase diamétrica VS

Volumen y Biomasa vegetación secundaria

Dentro de la Tabla 69, se registra los valores de volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono, donde la especie con mayor volumen es la Acacia azul con 40,76 metros cúbicos, siendo prácticamente el total.

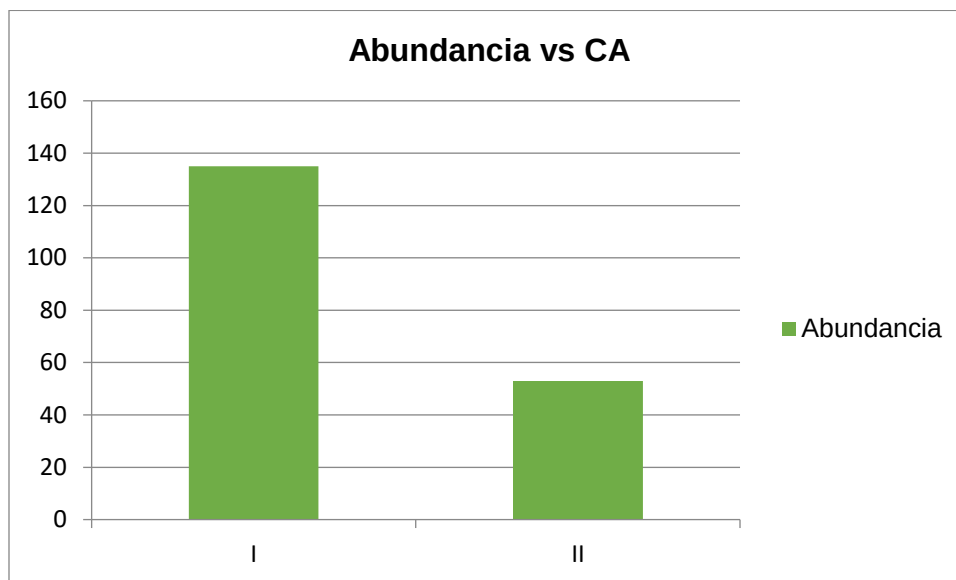
Tabla 69. Volumen total, volumen comercial, Biomasa y carbono de VS

Especies	Volumen total	Volumen comercial	Biomasa	Carbono
<i>Acacia decurrens</i>	40,76	28,14	43579,98	21789,99
<i>Pinus patula</i>	4,65	3,62	3909,75	1954,87
<i>Fraxinus chinensis</i>	1,53	0,87	1347,08	673,54
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,68	0,56	562,28	281,14
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,20	0,17	148,72	74,36
<i>Cordia cylindrostachya</i>	0,12	0,04	181,67	90,84
<i>Baccharis latifolia</i>	0,07	0,03	99,54	49,77
<i>Morella parvifolia</i>	0,07	0,04	125,36	62,68
<i>Alnus acuminata</i>	0,07	0,04	99,54	49,77
<i>Piper bogotense</i>	0,03	0,02	49,77	24,88
Total	48,19	33,52	50103,68	25051,84

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Clases altimétricas

En la Figura 93, se observa la abundancia por clase altimétrica, donde se indica que la mayor competencia por luz se encuentra entre los 10 y 15 m, es decir, zona donde se encuentran ubicados los árboles que empiezan a ser dominantes.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 93. Abundancia por clase altimétrica VS

Posición Sociológica

Dentro de la Tabla 70, muestras el índice de posición sociológica (PS) para las especies encontradas en la cobertura de vegetación secundaria del área del proyecto. La Posición Sociológica (PS) determina la composición florística por cada estrato de una comunidad vegetal y el papel que desempeña cada especie dentro de la dinámica de dicha comunidad, además permite dar una idea de la adaptabilidad de esta a su entorno y por ende su permanencia en cada estrato definido, de esta manera entender la dinámica sucesional del bosque, ya que, muestra cuando una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición de este, es decir, cuando se encuentra representada en los diferentes estratos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la probabilidad de permanecer en el ecosistema por la posición sociológica basada en la abundancia absoluta, en relación con las especies encontradas en Bosque de galería es *Acacia decurrens* (*Acacia azul*) que registra el mayor valor de PS con el 82,08% con una diferencia significativa respecto a las demás especies.

Tabla 70. Posición sociológica de la cobertura Bosque de galería.

Valor Fitosociológico Del Sub-Estrato (Vs)					
	0,72	0,28	0	POSICIÓN SOCIOLÓGICA	
Especie	Inferior	Medio	Alto	Absoluta	Relativa
<i>Acacia decurrens</i>	111	43		91,83	82,08%
<i>Acacia melanoxylon</i>	1	3		1,56	1,40%
<i>Alnus acuminata</i>	2			1,44	1,28%
<i>Baccharis latifolia</i>	2			1,44	1,28%
<i>Cordia cylindrostachya</i>	2			1,44	1,28%
<i>Eucalyptus globulus</i>		1		0,28	0,25%
<i>Fraxinus chinensis</i>	14	2		10,62	9,49%
<i>Morella parvifolia</i>	2			1,44	1,28%
<i>Pinus patula</i>		4		1,13	1,01%
<i>Piper bogotense</i>	1			0,72	0,64%
Total	135	53		111,88	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Regeneración natural

– Latizales

Para el muestreo de los latizales, se realizaron cinco Subparcelas de 0,0025 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 20 parcelas de latizales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 71, se registra el total de individuos de latizos encontrados en la cobertura de vegetación secundaria, en las 20 subparcelas de latizos se encontraron 37 individuos, pertenecientes a 13 especies, 12 géneros y 10 familias; donde la familia con mayores especies es FABACEAE con tres (3).

Tabla 71. Composición florística de Latizales de la cobertura vegetación secundaria.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	1
CARICACEAE	Vasconcellea	<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayuela	1
ERICACEAE	Macleania	<i>Macleania rupestris</i>	Uva camarona	1
FABACEAE	Acacia	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia azul	10
		<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	4
	Genista	<i>Genista monspessulana</i>	Retamo liso	1
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	2

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
MELASTIMATACEAE	Miconia	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	1
MYRICACEAE	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hoji pequeño	1
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	10
PRIMULACEAE	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i>	Cucharo	2
SAPINDACEAE	Dodonaea	<i>Dodonaea viscosa</i>	Hayuelo	1
SOLANACEAE	Solanum	<i>Solanum sp</i>	Solanum	2
Total				37

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

– Brinzales

Para el muestreo de los Brinzales, se realizaron cinco Subparcelas de 0,0004 ha por cada parcela de caracterización, en la cobertura de plantación forestal se hicieron un total de 20 parcelas de Brinzales.

• Composición florística

Dentro de la Tabla 72, se registra el total de individuos de Brinzales encontrados en la cobertura de vegetación secundaria, en las 15 sub parcelas de brinzales se encontraron 33 individuos, pertenecientes a nueve 11 especies, nueve 10 géneros y ocho (8) familias; donde las familias con mayor especies es FABACEAE y MELASTOMATACEAE con dos (2).

Tabla 72. Composición florística de Brinzales de la cobertura Vegetación secundaria.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun	N.Ind
ERICACEAE	Macleania	<i>Macleania rupestris</i>	Uva camarona	1
FABACEAE	Genista	<i>Genista monspessulana</i>	Retamo liso	1
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso	15
MELASTIMATACEAE	Miconia	<i>Miconia sp.</i>	Tuno	1
		<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	2
MYRICACEAE	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel hoji pequeño	1
ORCHIDACEAE	Epidendrum	<i>Epidendrum elongatum</i>	Orquidea	1
PIPERACEAE	Piper	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	3
SALICACEAE	Xylosma	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	1
SOLANACEAE	Cestrum	<i>Cestrum sp</i>	Tinto	1
	Solanum	<i>Solanum sp</i>	Solanum	6
Total				33

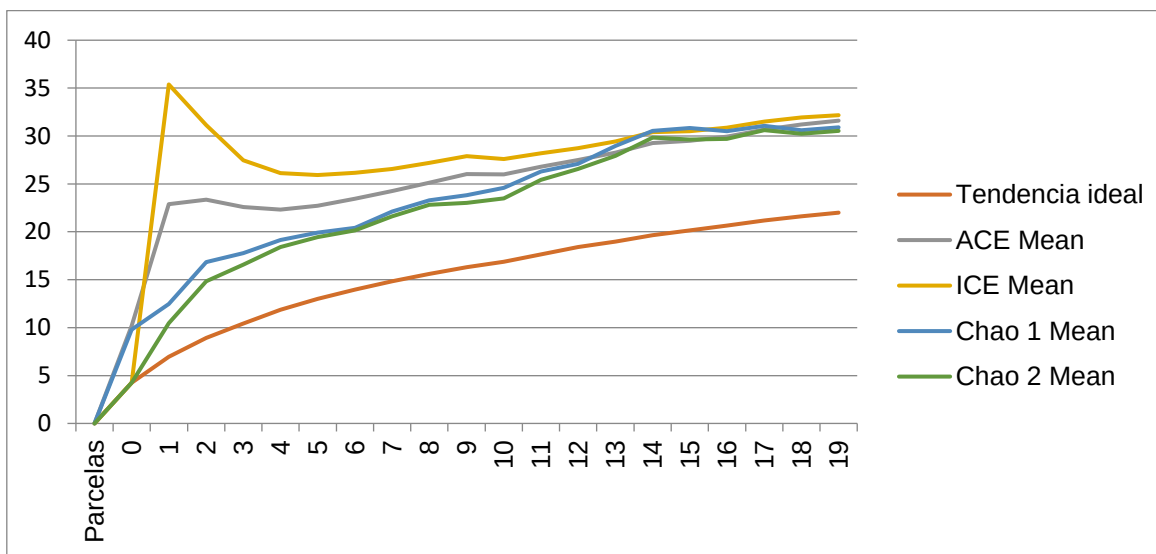
Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9.3.1.4 Unidad Pastos enmalezados

Se realizaron cuatro 20 parcelas de un metro cuadrado, donde se levantó la información de las especies encontradas y el área que ocupa por parcela.

Esfuerzo de muestreo

En la Figura 94, se observa la curva de acumulación para la cobertura de pastos enmalezados con cuatro (4) indicadores y la curva de tendencia ideal para ese número de especies, donde se ve claramente que se inició a estabilizar, además la comparación de los indicadores con la curva de tendencia ideal, es alrededor del 70% de similitud en promedio, por lo tanto, se establece que el esfuerzo de muestreo de esta cobertura en el área fue correcta.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 94. Curva de acumulación Pastos enmalezados.

Composición florística PE

Dentro de la Tabla 73, se registra las familias, géneros, especies y nombres comunes de los individuos muestreados en la cobertura, donde se encontraron 22 especies, nueve 22 géneros y 11 familias; por otro lado, la familia con mayor número de especies son ASTERACEAE con seis (6) especies.

Tabla 73. Composición florística de los pastos enmalezados.

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun
ACANTHACEAE	Thunbergia	<i>Thunbergia alata</i>	Ojo de poeta
ASTERACEAE	Bidens	<i>Bidens pilosa</i>	Cadillo
	Conyza	<i>Conyza sp.</i>	Rama negra
	Erigeron	<i>Erigeron karvinskianus</i>	Margarita cimarrona.
	Taraxacum	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de Leon
	Tripleurospermum	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	Manzanilla
		<i>Asteraceae sp1</i>	

Familia	Genero	Especie	Nombre Comun
COMMELIACEAE	Commelina	<i>Commelina diffusa</i>	
CUCURBITACEAE	Cucurbita	<i>Cucurbita pepo</i>	
CYPERACEAE	Cyperus	<i>Cyperus sp.</i>	
ERICACEAE	Macleania	<i>Macleania rupestris</i>	Uva camarona
	Morella	<i>Morella parvifolia</i>	
FABACEAE	Trifolium	<i>Trifolium pratense</i>	Carreton morado
	Ulex	<i>Ulex europaeus</i>	Retamo espinoso
OXALIDACEAE	Oxalis	<i>Oxalis sp.</i>	Mingota
PASSIFLORACEAE	Passiflora	<i>Passiflora sp.</i>	Curuba de monte
PINACEAE	Pinus	<i>Pinus patula</i>	Pino patula
	Anthoxanthum	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Pasto dorado
	Dactylis	<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto Azul
	Holcus	<i>Holcus lanatus</i>	Pasto Poa
	Pennisetum	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pasto kykuyo
POLYGONACEAE	Polygonum	<i>Polygonum capitatum</i>	Romasa

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Dominancia Pastos enmalezados

Dentro de la Tabla 74, se registra la dominancia absoluta y la dominancia relativa, donde la especie con mayor dominancia en la cobertura de pastos enmalezados es *Pennisetum clandestinum* (pasto Kikuyo) con el 38,38%.

Tabla 74. Dominancia de los pastos enmalezados.

Especie	Dominancia absoluta (cm2)	Dominancia relativa %
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2500	1,38%
<i>Asteraceae sp1</i>	3300	1,82%
<i>Bidens pilosa</i>	500	0,28%
<i>Commelina diffusa</i>	5000	2,76%
<i>Conyza sp.</i>	500	0,28%
<i>Cucurbita pepo</i>	4000	2,21%
<i>Cyperus sp.</i>	20000	11,04%
<i>Dactylis glomerata</i>	500	0,28%
<i>Erigeron karvinskianus</i>	11000	6,07%
<i>Holcus lanatus</i>	20500	11,32%
<i>Macleania rupestris</i>	3000	1,66%
<i>Morella parvifolia</i>	7000	3,87%

Especie	Dominancia absoluta (cm2)	Dominancia relativa %
<i>Oxalis sp.</i>	2000	1,10%
<i>Passiflora sp.</i>	500	0,28%
<i>Pennisetum clandestinum</i>	69500	38,38%
<i>Pinus patula</i>	1000	0,55%
<i>Polygonum capitatum</i>	1000	0,55%
<i>Taraxacum officinale</i>	2000	1,10%
<i>Thunbergia alata</i>	1000	0,55%
<i>Trifolium pratense</i>	10300	5,69%
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	5500	3,04%
<i>Ulex europaeus</i>	10500	5,80%
Total general	181100	100%

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.9.4 Caracterización y cuantificación de retamo espinoso

El retamo espinoso es un arbusto leñoso perteneciente a la familia de las leguminosas (Fabaceae), la cual se caracteriza por ser una planta perenne y siempre verde, que mantiene una profusa y espinosa ramificación, de ahí que en Colombia sea conocido con este nombre, es una especie oportunista, muy bien adaptada a ecosistemas disturbados (Hoshovsky 1989).

En dichos lugares, la planta tiende a invadir el terreno, dando origen a matorrales de alta densidad. Se reproduce de manera vegetativa a través de rebrotes de raíz y tallos adventicios, y sexualmente a través de semillas, siendo la dispersión de semillas el principal mecanismo de reproducción, movilización e invasión (Hoshovsky 1989, King et al. 1996). Además, la planta presenta una gran capacidad de rebrote a partir de raíces y tocones, las semillas pueden ser lanzadas entre 2 y 6 metros de distancia desde la planta madre, luego que la vaina explota.

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*) como especie exótica invasora, altera la estructura y composición de las comunidades biológicas y los ecosistemas terrestres, al competir con las especies nativas por espacio y alimento, modificando la composición, función y estructura, del ecosistema, desplazando las especies nativas de sus hábitats naturales e incluso extinguiéndolas, causando así disminución y pérdida de la biodiversidad.

Para el desarrollo de la caracterización y cuantificación del retamo espinoso presente en el área del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto se identificaron 12 polígonos distribuidos de la siguiente manera:

- Polígono 1: Ubicado en los predios de la esperanza 1, esperanza 2 y una mínima parte de calicanto se logro establecer que en esta parte es donde mayor cantidad de retamo espinoso hay con un área de 5854 m².

- Polígono 2: Ubicado en el predio la esperanza 2, se cuantifica un área de 286 m².
- Polígono 3: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 765 m².
- Polígono 4: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 293 m².
- Polígono 5: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 1245 m².
- Polígono 6: Ubicado en el predio Calicanto, se cuantifica un área de 232 m².
- Polígono 7: Ubicado en el predio Esperanza 2, se cuantifica un área de 2999 m².
- Polígono 8: Ubicado en el predio Calicanto, se cuantifica un área de 720 m².
- Polígono 9: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 206 m².
- Polígono 10: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 341 m².
- Polígono 11: Ubicado en el predio Delta, se cuantifica un área de 133 m².
- Polígono 12: Ubicado en los predios Delta y Silical, se cuantifica un área de 1059 m².

A continuación, se presenta la ubicación espacial de los polígonos donde se evidenció presencia de retamo espinoso dentro del área de delimitación del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023

Figura 95. Ubicación espacial del Retamo Espinoso

6.10 Fauna

Colombia ha sido clasificada como uno de los países del mundo en megadiversidad. Esta gran diversidad biótica es resultado de diferentes procesos evolutivos y de especiación que tuvieron como centros principales: la amazonia y la cordillera de los andes (Rangel-Ch & Aguilar, 1995). Sin embargo, la rápida degradación y pérdida de grandes áreas de bosque a lo largo de los diferentes ecosistemas que componen la geografía colombiana, amenaza toda nuestra biodiversidad y con ella toda importancia económica potencial que puede tener la misma (Baptiste-Ballera, y otros, 2002). Se han registrado un total de 63.303 especies silvestres en Colombia, con 7.044 especies endémicas de fauna y flora, dentro de las que se destacan 6.499 de líquenes y plantas, 401 de peces de agua dulce, 82 de aves y 62 de mamíferos, que habitan en los diferentes ecosistemas del territorio nacional; sin embargo, hay muchas especies que faltan por evaluar y descubrir (SIB, 2023).

Colombia se ubica a nivel mundial como el primer país en diversidad de aves, orquídeas y mariposas; el segundo en diversidad de anfibios, peces y plantas; el tercero en reptiles y palmas; y el sexto en mamíferos, que lo posicionan como una de las naciones más biodiversas del mundo, albergando buena parte de las especies registradas a nivel mundial (SIB, 2023). Así mismo, 673 especies de fauna han sido listadas en alguno de los apéndices establecidos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2022), la cual establece los lineamientos y restricciones para las especies que son utilizadas y comercializadas a lo largo del planeta, y cuyo uso desmedido pone en riesgo la preservación de sus poblaciones naturales viables.

El departamento de Cundinamarca comprende un territorio diverso en ecosistemas, debido a su alta variación altitudinal y por el modelamiento de importantes cuencas hidrográficas asociadas por ejemplo a la cuenca alta del Río Magdalena, la cuenca del Río Bogotá y el Río Negro entre otros. Posee un complejo de ecosistemas con combinación de estribaciones de montaña (representado en páramos como Sumapaz (el más grande del mundo), Chingaza, Rabanal y Guerrero), piedemonte (20%) y valles interandinos donde la biodiversidad históricamente ha compartido el territorio con la ganadería extensiva. En los pocos relictos de bosque seco que han logrado sobrevivir a la deforestación y la ganadería extensiva, habitan tigrillos, guacamayas, micos, loras y pericos, mientras que por los 380 kilómetros del río Bogotá, a pesar de sus altos grados de contaminación, los expertos han identificado especies cercanas a la extinción como la tingua bogotana y el cucarachero de pantano (Sib, 2023; (Sumapaz, 2023)).

En particular, en referencia en específico con la Sabana de Bogotá, las expresiones biológicas de la sabana se encuentran condicionadas por gradientes físicos como altitud, humedad del aire y drenaje de los suelos, factores variables zonalmente, desde el borde de los cerros que circundan la sabana, hasta las riberas del río Bogotá, sus sectores inundables y franjas semidesérticas (Bachaqueros). La biodiversidad ecosistémica de la región la caracterizan principalmente sus formaciones vegetales y según (Hammen, 1998) ésta se compone de las siguientes unidades: Páramo, Bosque andino alto, Bosque andino bajo, Zonas xerofíticas, Bosques inundables y Humedales.

Ante este panorama de megadiversidad, pero también de preocupación por la creciente amenaza y presión de extinción que experimentan las especies de fauna y los ecosistemas que habitan, es indispensable realizar estudios profundos y respónsales de las afectaciones y respuestas de la biodiversidad en el marco de proyectos necesarios para el desarrollo económico y social del país.

Con el fin de determinar las especies de fauna potencial en el área del proyecto, se realizó un análisis del contexto regional tomando como base información secundaria, con la cual se determinaron los listados de presencia para los diferentes grupos, los cuales se detallan a continuación:

6.10.1 Anfibios

La caracterización de este grupo se llevó a cabo teniendo en cuenta las metodologías estandarizadas mencionadas en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018) y las técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina (Angulo A. J.-A., 2006).

Para llevar a cabo la caracterización de Anfibios, se llevó a cabo el método de Detecciones mediante Encuentro Visual (VES), que consiste en la búsqueda libre, sin restricciones realizando observaciones y conteo de individuos a lo largo de recorridos de distancia aleatoria (en este proyecto se realizaron un total de cuatro (4) recorridos), generalmente durante un tiempo previamente definido (pico de actividad de anfibios de 6:00 am a 11:00 am). Asimismo, se realizaron entrevistas no formales a los habitantes de la zona.

En la Tabla 75 se presentan los transectos realizados para el registro de toda la fauna asociados a las coberturas vegetales identificados en el área de estudio, aplican para los cuatro grupos de vertebrados terrestres.

Tabla 75. Tabla de transectos de muestreo de fauna vertebrada terrestre.

ID	Cobertura	Coord. Inicio	Coord. Final
Track1	Tejido Urbano continuo; Vegetación secundaria o en transición	4° 44' 47,60" N – 74° 01' 13,70" O	4°44'46,45" N – 74°01'13,70" O
Track2	Bosque de galería; Tejido Urbano continuo; Plantacion forestal	4°44'42.44"N - 74° 1'8.46"O	4°44'46.22"N - 74° 1'18.99"O
Track3	Tejido Urbano continuo; Vegetación secundaria o en transición; Pastos enmalezados o enrastrajados	4°44'50,52" N – 74° 01' 02,96" O	4° 44' 46,88" – 74° 01' 13,96"
Track4	Pastos enmalezados o enrastrajados; Tejido Urbano continuo	4° 44' 48,74" – 74° 01' 12.13"	4° 44' 44,732" – 74° 01' 12,13"

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.10.1.1 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo desarrollado en el presente proyecto (ver Tabla 76) para los recorridos de observación libre para la fauna anfibia fue de 8 horas-hombre, durante 4 días efectivos de trabajo, correspondientes a un total de 32 horas/hombre. Como resultado de estos recorridos se lograron registrar 1 especie de anfibios.

Tabla 76. Esfuerzo de muestreo para la caracterización de herpetofauna en el AI del Área Delta-Silical-Calicanto

MÉTODO	DÍAS EFECTIVOS DE MUESTREO	HORAS DE MUESTREO POR DÍA	ESFUERZO DE MUESTREO
Técnica de inspección por encuentro visual (VES)	4	8	32 h/hombre

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Adicionalmente, se debe mencionar que no se realizaron análisis de diversidad ni riqueza de los resultados, al no existir matrices en el programa EstimateS 9.1.0, dado el hecho de que se registró una única especie de anfibio. Tampoco es matemáticamente posible calcular los estimadores CHAO 1, ACE, que según (VILLAREAL, 2006) son los más acertados cuando se tienen datos de abundancias, así como los estimadores ICE y CHAO 2 para datos de incidencia.

6.10.1.2 Composición y estructura

Durante 4 días de muestreo efectivos en campo se registró un total de dos (2) individuos, una (1) especie de anfibio, correspondiente a una (1) familia: Hylidae, un (1) género: Dendropsophus, (ver Tabla 77).

Tabla 77. Especies de anfibios registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	N COMÚN	ABUNDANCIA
ANURA	Hylidae	Dendropsophus	Dendropsophus molitor	Rana sabanera, Rana andina	3

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Esta especie de Rana es conocida como la Rana arbórea de puntos verdes, Rana sabanera o Rana andina, es la especie de anfibio más común en la sabana de Bogotá; encontrándose incluso dentro de la ciudad misma. Dendropsophus molitor (Schmidt, 1857), presento anteriormente los siguientes nombres anteriores: Dendropsophus labialis (Peters, 1863), Dendropsophus luddeckei Guarnizo, Escallón, Cannatella & Amézquita, 2012. Categorizada por la UICN red list como preocupación menor (LC).

A continuación, se resumen las características de esta especie de rana identificada en la zona:

Tabla 78. Ficha ecológica de Dendropsophus molitor, Rana sabanera

Dendropsophus molitor (Morales, 1994)	
Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Hylidae
Nombre común	Rana sabanera
Estado de Amenaza	LC (IUCN, 2023)
Endemismo	ENDÉMICA
Distribución	Bosques andinos, altoandinos, subpáramos y páramos, en ambas vertientes de la cordillera oriental con registros en los departamentos de Arauca, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander y Meta.
Intervalo altitudinal	1600-4200 msnm
Dieta	Insectívoro
Densidad de la especie	Es una especie abundante y extremadamente común, aunque su presencia está condicionada a la existencia de lagunas o estanques (naturales y artificiales).
Tendencia poblacional	Estable y no severamente fragmentada.
Áreas de importancia ecológica	Habita páramo, lagunas, pastizales (incluso artificiales), zonas urbanas y jardines. Se cría en lagunas o estanques, tanto naturales como artificiales.
Sitios de observación en campo	En el presente estudio, esta especie fue registrada en la cobertura de Tejido Urbano continuo, coordenadas: 4°44'48.70"N - 74° 1'17.27"O
	

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023; basado en Acosta Galvis, 2023 y IUCN, 2023.

6.10.1.3 Especies amenazadas o en veda

Dentro del área de estudio NO se reporta NINGUNA especie en categorías de amenazas guiando los criterios de la UICN, 2023; ni en la resolución 1912 del MADS, 2017; ni tampoco en los libros rojos de anfibios de Colombia.

6.10.1.4 Especies incluidas en apéndices de la CITES

Dentro de las especies de anfibios registradas en el presente muestreo, NINGUNA se encuentra incluida en los tres apéndices de la CITES.

6.10.1.5 Especies con valor ecológico, cultural y/o económico

Dada la dieta insectívora, todas las especies de anfibios cumplen el rol ecológico de control poblacional. Los anuros controlan las poblaciones de invertebrados, constituyendo individuos claves dentro de la red trófica (Blaustein, 1994). (Angulo A. R.-A.-M., 2006); son principal fuente de alimento para reptiles, pequeños mamíferos y aves, los cuales se benefician de su gran número de individuos. Finalmente, los anfibios proveen beneficios ambientales indirectos por ser bioindicadores de la calidad del medio en que habitan, por la vulnerabilidad a la contaminación, la pérdida del hábitat, degradación del ambiente y cambios climáticos.

6.10.1.6 Preferencias tróficas

Los disturbios en un hábitat específico pueden ser evaluados a través del análisis de gremios tróficos; un gremio trófico está conformado por especies que hacen uso del mismo recurso de una manera similar, por ejemplo, el recurso “alimento”. El estudio de esta característica es una manera de describir la estructura de las comunidades, pero también proporciona información de la forma como las especies hacen uso de los recursos (Van Valkenburgh, 1988.) Asimismo, determinar la dieta de un organismo, nos permite conocer las condiciones ambientales y los recursos que la especie necesitan para su supervivencia. Este tipo de información es útil para entender el papel que las diferentes especies desempeñan en el ecosistema objeto de estudio (Martínez-Coronel, 2011).

Para la fauna anfibia presente en el área de estudio, se reportaron especies pertenecientes al gremio insectívoro 93,75%, los insectívoros son considerados consumidores primarios y actúan como controladores biológicos de insectos y otros invertebrados con densidades poblacionales altas (Señaris, 2009).

Finalmente, *D. molitor*, es una especie generalista de alta montaña. De una perspectiva general, la especie se comporta como un depredador generalista al tener en cuenta la variedad de categorías de alimentos. El nicho trófico de *D. molitor* es amplio y las características que lo estructuran son determinantes en el éxito de la especie, a pesar de estar en ecosistemas que han sufrido cambios o han sido modificadas por perturbaciones antropogénicas establecidas para los sistemas de producción humana. A pesar de verificarse el estado generalista de la rana, se pudo observar oportunismo mediante el uso de diferentes presas presentes en el hábitat. La especie consume una gran variedad de insectos, pero con interacciones enfocadas en algunos grupos en mayor medida voladores y terrestres, como mosquitos, arañas y hormigas (Higuera-Rojas, 2021).

6.10.1.7 Asociación a unidades de cobertura (Hábitats)

Los individuos de la especie de anfibio se encontraron asociados a un pequeño pastizal encharcado frente a una construcción abandonada (antigua planta de Silical), dicho punto se ubica dentro de la cobertura de Tejido Urbano Continuo, sin embargo, se debe mencionar que esta cobertura dentro del predio presenta una fuerte conectividad con otras coberturas y que las obras de construcción humana han estado inactivas por varios años, lo cual permitió la recolonización de algunas especies de fauna.

La importancia de asociar las unidades de cobertura (hábitat), con las especies de anfibios, se fundamenta en torno a la relación del agua en el desarrollo embrionario de este tipo de especies, que usualmente se lleva a cabo en el agua. Además, la importancia del hábitat o de los microhábitats para las especies de anfibio también se relaciona con su piel altamente permeable, características estas que hacen de los anfibios organismos usualmente usados como bioindicadores.

Dendropsophus molitor es de hábitos heliotérmicos; los individuos termorregulan en áreas abiertas durante el día (Valdivieso y Tamsitt, 1974). Se han observado machos vocalizando desde antes del anochecer. Es una especie común en zonas intervenidas, como potreros, bordes de carreteras y centros poblados. Su reproducción se lleva a cabo en cuerpos de agua lénticos poco profundos, permanentes o semipermanentes (Lüddecke 1997), rodeados por pastizales y arbustos (Amézquita 1999), posiblemente, durante el mes de abril y entre octubre y diciembre (Lüddecke 2002). Los huevos se caracterizan por ser pigmentados (Navas 2006). Se ha documentado que los individuos tienen tamaños corporales más grandes a una mayor elevación (Navas 2006), y donde las hembras pueden poner un menor número de huevos, pero éstos son de mayor tamaño con relación a los de las poblaciones de elevaciones más bajas (Lüddecke y Sánchez 2002).

6.10.1.8 Potenciales presiones antrópicas sobre los anfibios del área de influencia del proyecto

Según lo observado en la fase de campo del presente estudio, encontramos que, en las circunstancias actuales del área de influencia físico-biótica, NO se presentan presiones antrópicas sobre las especies de anfibios reportados. Sin embargo, se debe comentar que su presencia está condicionada por la existencia de lagunas o charcas (naturales y artificiales), por lo que su conservación podría ser viable manteniendo estos cuerpos de agua, libres de contaminantes, dentro de su área de distribución.

6.10.2 Reptiles

La caracterización de la Fauna de Reptiles, se realizó teniendo en cuenta las metodologías estandarizadas mencionadas en los Términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (MADS, 2014) asimismo se tuvo en cuenta lo planteado en la (MADS, Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, 2017) y las técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina (Angulo A. J.-A., 2006).

Para llevar a cabo la caracterización de Reptiles se llevó a cabo el método de Detecciones mediante Encuentro Visual (VES), que consiste en la búsqueda libre, sin restricciones realizando observaciones y conteo de individuos a lo largo de recorridos de distancia variable, generalmente durante un tiempo previamente definido (pico de actividad de reptiles desde 7:00 am a 12:00m). Adicionalmente se realizaron entrevistas no formales a los habitantes de la zona, inquirendo por la presencia de especies de este grupo de fauna.

En consecuencia, se registraron 21 individuos de la clase Reptilia, representando el 17,07 % restante de la herpetofauna total. En el muestreo ejecutado, se reportaron 8 familias y 12 especies.

6.10.2.1 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo desarrollado en el presente proyecto para los recorridos de observación libre para las especies de Reptiles fue de 8 horas-hombre durante 10 días efectivos de trabajo, para un total de 160 horas/hombre, durante las cuales se lograron registrar 12 especies, como se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 79. Esfuerzo de muestreo de para la caracterización de herpetofauna en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto

MÉTODO	DÍAS EFECTIVOS DE MUESTREO	HORAS DE MUESTREO POR DÍA	ESFUERZO DE MUESTREO
Técnica de inspección de encuentro por visual (VES)	4	8	32 h/hombre

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Adicionalmente, se debe mencionar que no se realizaron análisis de diversidad ni riqueza de los resultados, al no existir matrices en el programa EstimateS 9.1.0, dado el hecho de que se registraron tan solo dos (2) especies de reptiles. Tampoco, es tiene sentido desde el punto de vista matemático ni biológico calcular los estimadores CHAO 1, ACE, que según (VILLAREAL, 2006) son los más acertados cuando se tienen datos de abundancias, así como los estimadores ICE y CHAO 2 para datos de incidencia.

6.10.2.2 Composición y estructura

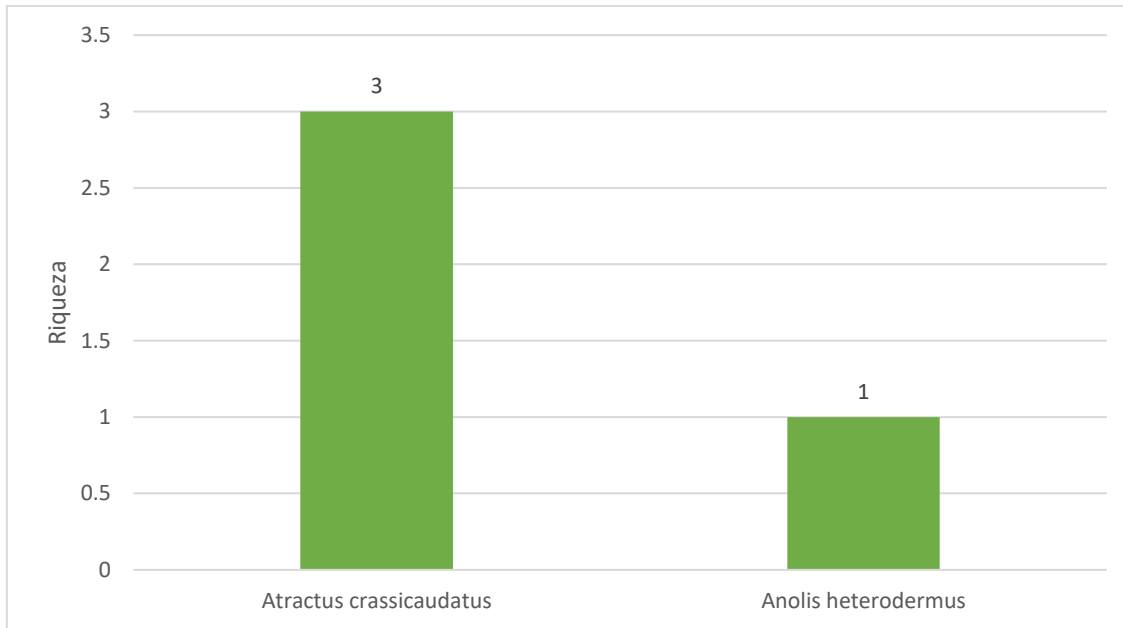
Como se mencionó anteriormente, se registraron seis (6) individuos pertenecientes a DOS (2) especies de reptiles, pertenecientes a dos (2) familias y dos (2) géneros. La familia más abundante fue la familia Dipsadidae con 3 individuos Tabla 80 y Figura 96. Asimismo, la especie más abundante fue *Atractus crassicaudatus* o serpiente sabanera o tierrera con tres (3) individuos.

Tabla 80. Especies de Reptiles registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	N_COMUN	ABUNDANCIA
SQUAMATA	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis heterodermus</i>	Camaleón andino	1

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	N_COMUN	ABUNDANCIA
	Dipsadidae	Atractus	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente tierrera	3

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 96. Riqueza del Área de influencia del Área Delta-Silical-Calicanto, en fauna de Reptiles. Departamento de Cundinamarca

6.10.2.3 Composición y estructura

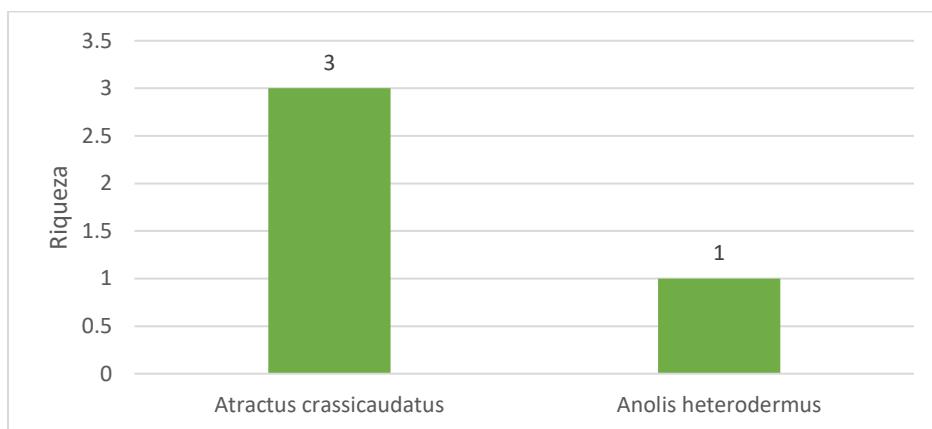
Como se mencionó anteriormente, se registraron seis (6) individuos pertenecientes a DOS (2) especies de reptiles, pertenecientes a dos (2) familias y dos (2) géneros. La familia más abundante fue la familia Dipsadidae con 3 individuos Tabla 81 y FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Asimismo, la especie más abundante fue *Atractus crassicaudatus* o serpiente sabanera o tierrera con tres (3) individuos.

Tabla 81. Especies de Reptiles registradas en el AI del Area Delta-Silical-Calicanto

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	N_COMUN	ABUNDANCIA
SQUAMATA	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis heterodermus</i>	Camaleón andino	1
	Dipsadidae	Atractus	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Serpiente tierrera	3

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 97. Riqueza del AI del Area Delta-Silical-Calicanto, en fauna de Reptiles. Departamento de Cundinamarca

En el presente muestreo las serpientes (Suborden: Serpentes) presentaron un gran número de registros. Con relación a la familia Dipsadidae, la familia más abundante de reptiles durante el presente estudio (Fotografía 16) cabe mencionar que es también la familia de serpientes más diversa en el territorio nacional de Colombia.



Fecha: 19/01/2023

Coordenadas: N4°44'50.82" O74° 1'10.12"

Fuente: Foto cortesía de Biólogo Victor Capera

Fotografía 15. *Anolis heterodermus*



Fecha: 24/01/2023

**Coordenadas: N4° 44'50.59''
O74°1'16.20''**

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Fotografía 16. *Atractus crassicaudatus*

En cuanto a las serpientes encontradas, *Atractus crassicaudatus*. Es una especie nocturna con forrajeo activo y de hábitos terrestres a fosoriales, (Duellman, 1978.) 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). Se encuentra en simpatría con *Atractus weneri* a elevaciones cercanas a 2000 m.s.n.m. en el flanco occidental de la cordillera oriental, en las localidades de Fusagasugá, San Francisco y San Antonio del Tequendama (Passos y Lynch, 2010).

Especie terrestre y excavadora, de movimientos lentos (Lynch y Rengifo 2001), que al sentirse 76 amenazada puede moverse rápidamente (amplias ondulaciones laterales del cuerpo) durante la 77 huida entrando bajo rizomas de pastos, escavando en sustratos suaves y disgregados (Dunn 78 1944a, Lynch y Rengifo 2001), o levantando alternadamente o al tiempo la cabeza y la cola. Los 79 periodos de actividad son variables, prefiriendo la noche o el crepúsculo (Sánchez et al. 1995), 80 siendo las horas de mayor movilidad entre 19:00 y 22:00 horas. Habita generalmente en 81 ambientes húmedos en cercanías a cuerpos de agua como humedales (Lynch y Rengifo 2001) y 82 quebradas, principalmente pastizales. Se puede encontrar debajo de piedras o estructuras de 83 concreto, bajo material vegetal acumulado y en descomposición, troncos caídos, y maderas 84 abandonadas. Es común encontrarlas cuando se está removiendo tierra en obras civiles o cuando 85 se está preparando la tierra en cultivos y jardines (DAMA 2003). No representa peligro para el 86 hombre ya que no posee veneno; cuando es manipulada libera un almizcle de olor desagradable 87 acompañado de un movimiento errático (Paternina y Capera, 2017).

Especie diurna que habita los estratos herbáceos, sotobosque y dosel de áreas abiertas, borde e interior de bosque. Se sugiere que el forrajeo es activo. Utiliza el estrato bajo arbustivo, encontrándose en arbustos y lianas hasta los 5 m de altura. Pernocita cabeza arriba en lianas. Esta lagartija para comunicarse con sus congéneres mueve la cabeza de arriba-abajo y lateralmente, despliega el pliegue gular, y hace flexiones pectorales. Las estrategias antidepredatorias son el camuflaje, botarse de la percha y esconderse en la vegetación densa. Morfotipo continental "ramita" (Ayala-Varela, F., Carvajal-Campos, A. 2022. *Anolis heterodermus* En: Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., Ayala-Varela, F. y Salazar-Valenzuela, D. 2021. *Reptiles del Ecuador*. Version 2022.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb/FichaEspecie/Anolis%20heterodermus>, acceso miércoles, 22 de febrero de 2023.).

6.10.2.4 Especies endémicas

En el área de influencia (AI) del Proyecto Delta-Silical-Calicanto, se registraron solo dos (2) especies endémicas de reptil (ver Tabla 82).

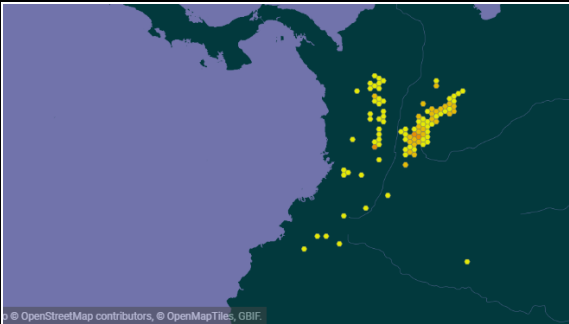
Tabla 82. Especies endémicas de Reptiles con presencia en el área de influencia del Area Delta-Silical-Calicanto

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
-------	---------	---------	--------------	---------

Squamata	Dipsadidae	Atractus crassicaudatus	Serpiente sabanera	Endémica
Squamata	Dactyloidae	Anolis heterodermus	Camaleón andino	Endémica

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Tabla 83. Ficha ecológica de Anolis heterodermus

Gonatodes riveroi (Morales, 1994)	
	
Clase	Reptilia
Orden	Squamata
Familia	Dactyloidae
Nombre común	Camaleon andino, Anolis andino
Estado de Amenaza	LC (IUCN, 2023)
Tipo de distribución	ENDÉMICA
Distribución	Bosques andinos y páramos, en las estribaciones de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de Colombia.
Intervalo altitudinal	1300-3600 msnm
Dieta	Insectívoro
Densidad de la especie	Se considera una especie común dentro de su área de distribución. Distribucion representada por un gran número de localidades.
Tendencia poblacional	Estable.
Áreas de importancia ecológica	Esta especie habita pastizales con vegetación arbustiva y en el límite entre pastizales y bosque secundario con densa cobertura de bejucos.
Sitios de observación en campo	En este estudio, la especie se registró en las coordenadas N4°44'50.82" O74° 1'10.12". En Vegetación secundaria o en transición (Vgs).

Fuente: IUCN, 2023, Uetz, 2023, GBIF.org, 2023.

Tabla 84. Ficha ecológica de Atractus crassicaudatus

Gonatodes riveroi (Morales, 1994)
--



Clase	Reptilia
Orden	Squamata
Familia	Dipsadidae
Nombre común	Serpiente sabanera – Serpiente tierrera
Estado de Amenaza	LC (IUCN, 2023)
Tipo de distribución	ENDÉMICA
Distribución	Esta especie se distribuye en el altiplano cundiboyacense, en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Bogotá D.C., y Meta.
Intervalo altitudinal	2000-3200 msnm
Dieta	Insectívoro
Densidad de la especie	Se considera una especie común dentro de su área de distribución, particularmente en los alrededores de la ciudad de Bogotá.
Tendencia poblacional	Estable.
Áreas de importancia ecológica	Esta especie habita en áreas herbazales con matorrales, incluidos los pastos. Se encuentra refugiado debajo de piedras y troncos y parece ocurrir en áreas algo perturbadas
Sitios de observación en campo	En este estudio, la especie se registró en las coordenadas E5047341.59 N2143247.46, E5047341.36 N2143255.09. En Bosque denso de tierra firme (Bdaf) y Bosque de galería (Bg).

Fuente: IUCN, 2023, Uetz, 2023, GBIF.org, 2023.

6.10.2.5 Especies amenazadas o en veda

Dentro del área de estudio NO se reportan especies de reptiles en categorías de amenaza.

6.10.2.6 Especies incluidas en apéndices de la CITES

Dentro de las especies de Reptiles registradas en el presente muestreo, NINGUNA se encuentra incluida en los tres apéndices de la CITES.

6.10.2.7 Especies con valor ecológico, cultural y/o económico

A continuación, se consideran especies que, por algún rasgo de historia de vida o historia natural, sean consideradas de especial interés ecológico.

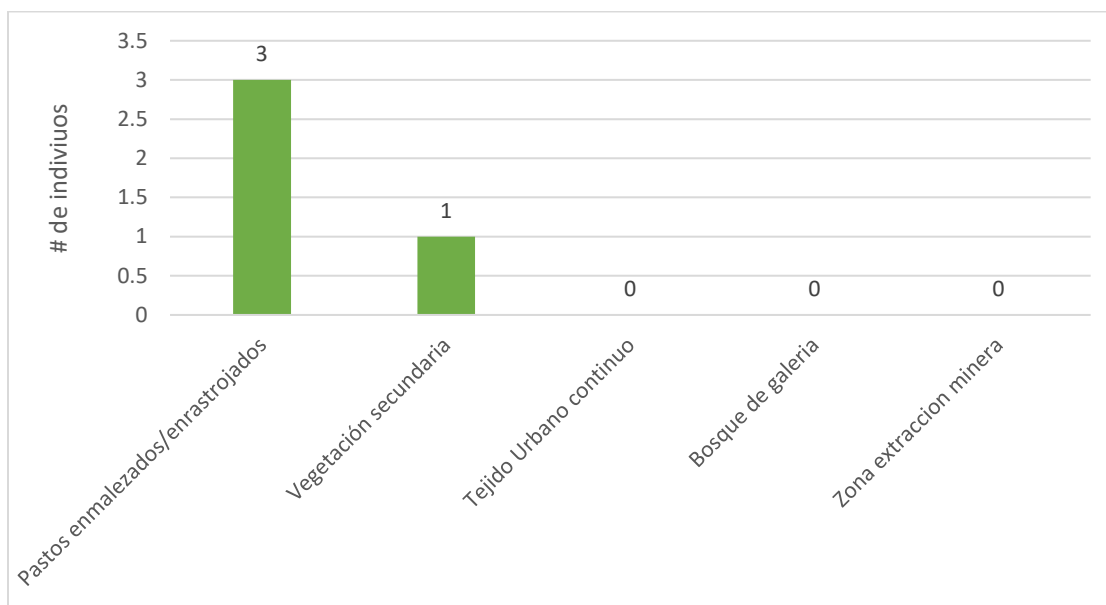
Se mencionará a la serpiente *Atractus crassicaudatus* por su importante presencia en el área de influencia (AI) del Proyecto Delta Silical Calicanto, presentó una abundancia significativa, hecho que llama la atención sobre su dinámica poblacional y sus características ecológicas. Entre los factores que amenazan el equilibrio de las poblaciones de *A. crassicaudatus*, se encuentran: 1) destrucción del hábitat, principalmente en localidades dentro de la ciudad de Bogotá o cerca de asentamientos humanos (humedales y sus alrededores); 2) potenciales cambios en su nicho térmico debido al cambio climático, ya que al ser especies ectotérmicas de alta montaña son susceptibles a este tipo de alteraciones en la temperatura; 3) la tradicional percepción negativa que las personas tienen de este tipo de organismos y que termina en el sacrificio injustificado de las serpientes. Estado de conservación Categoría global UICN: Menor preocupación, Tendencia poblacional: estable. Sin embargo algunos autores han sugerido categorizarla en datos insuficientes (DD), dado que no existe información ni datos adecuados del efecto de las amenazas anteriormente mencionadas sobre factores como la abundancia y permanencia en las poblaciones, para hacer una evaluación (Paternina y Capera, 2017).

6.10.2.8 Preferencias tróficas

Adicionalmente, la composición de la comunidad de Reptiles se analiza también desde la perspectiva de los gremios tróficos. Durante el presente muestreo, se encontró una predominancia de los Insectívoros (100%). Si bien, la serpiente sabanera, se alimenta de lombrices de tierra (Lynch y Rengifo 2001), aunque datos para otras especies del género sugieren que también puede consumir artrópodos como opiliones y otros invertebrados que se encuentren en su microhábitat. Según Dunn (1944) los dientes del maxilar son de longitud uniforme o decreciente posteriormente, indicando una dieta conformada principalmente por invertebrados.

6.10.2.9 Asociación a unidades de cobertura (Hábitats)

Una de las especies de reptiles se encontró asociada a la cobertura de Pastos Enmalezados o Enrastrados, estos fueron todos los individuos de la serpiente sabanera. Por su parte la cobertura de Vegetación secundaria o en transición (Vs) presentó un registro con la especie *Anolis heterodermus*. Finalmente, las otras coberturas muestreadas como Tejido urbano continuo, Bosque de galería y zona de extracción minera, NO presentaron registros de especies de Reptiles (Figura 98).



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 98. Asociación de las especies de reptiles registradas a las unidades de cobertura monitoreadas

La importancia de asociar las unidades de cobertura (hábitat), con las especies de reptiles, se fundamenta en torno a la relación del hábitat o de los microhábitats para las especies de reptiles, lo cual puede afectar sitios para la termorregulación y por ejemplo sitios de anidación (Huey, 1982). Por ejemplo, la presencia de la serpiente sabanera en la cobertura de pastos enmalezados puede estar fuertemente influenciada por la necesidad termorreguladores de la serpiente buscando hábitats abiertos, en los cuales la radiación solar, sea una fuente aprovechable de calor corporal.

6.10.2.10 Potenciales presiones antrópicas sobre los anfibios del área de influencia del proyecto

NO se evidenció impacto negativo sobre las poblaciones, en al área de influencia del proyecto.

6.10.3 Aves

Para la caracterización del componente aves se realizaron varias metodologías que consistieron en la ejecución de 4 transectos de longitud variable y tiempo restringido, con el fin de obtener registros de manera directa, ya sea por observación o vocalización, y de forma indirecta como rastros, plumas, nidos, heces, entre otros. Estos recorridos se realizaron en todas las coberturas vegetales definidas para el área de influencia, recorridos que fueron efectuados en horarios de alta y media actividad de las especies, esto es, en la mañana de 7:00 am a 10:00 am, y en la tarde de 12:00 m a 3:00 pm.

Con toda la información recopilada durante la fase de campo se realizó el cálculo del esfuerzo de muestreo para el componente, información presentada a continuación:

6.10.3.1 Esfuerzo de muestreo

Para la realización de la lista de especies en el área del proyecto AREA DELTA-SILICAL-CALICANTO se realizaron cuatro (4) días efectivos de campo, con la finalidad de buscar, capturar y registrar la mayor cantidad de especies de aves en la zona, para este propósito se efectuó una salida de campo entre los días 09 de mayo al 17 de mayo de 2023. Como resultado se obtiene una lista de 160 especies de aves reportadas a través de recorridos de observación, redes de niebla y entrevistas. A continuación, en la Tabla 85 se presenta el esfuerzo de muestreo para las diferentes metodologías en donde el esfuerzo de muestreo para recorridos de observación es el resultado de los 8 días efectivos de campo, multiplicado por el total de 6 horas diarias, con un esfuerzo total de muestreo de 24 horas/hombre.

Tabla 85. Cálculos del esfuerzo de muestreo para las diferentes técnicas de campo para las aves

MÉTODO	DÍAS EFFECTIVOS DE MUESTREO	HORAS DE MUESTREO POR DÍA	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos libres de observación	4	6	24 horas/hombre

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Se determinó la representatividad del muestreo para el grupo de las aves a través de una curva de acumulación de especies con base en los estimadores de riqueza. Se registraron un total de 25 especies de aves, para tener una idea clara de la efectividad del muestreo se realizaron ajustes a modelos que predicen el número de especies esperadas. En este caso se utilizaron los estimadores de Chao1, ACE Mean y Chao 2. En los tres casos la representatividad fue mayor al 97%; la más alta se obtuvo con el estimador de Chao 1 100% seguida de ACE Mean con aproximadamente un 98% y Chao 2 con un 97,5% (Tabla 86).

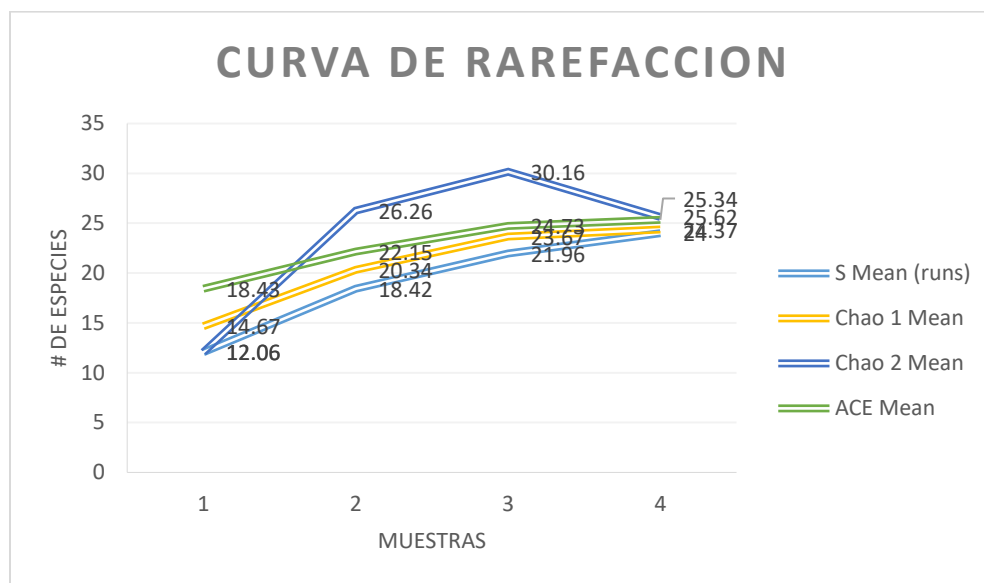
Tabla 86. Cálculo de la representatividad de muestreo con los estimadores de la curva de acumulación de especies

Estimadores	Chao 1	Ace Mean	Chao 2
ESPECIES REGISTRADAS	25 especies de Aves		
ESPECIES ESTIMADAS	24,67	25,34	25,62
REPRESENTATIVIDAD (%)	100%	98,5%	97,5%

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Para los tres casos según la curva de acumulación de especies (Figura 99) se observa como la curva comienza a estabilizarse, concluyendo que la riqueza de especies esperadas para el área de estudio estaba entre las 22 y las 26 especies de aves. En relación a las especies únicas y duplicadas, estas se comportaron de forma similar a lo observado, ya que al final del muestreo se puede notar cómo se empiezan a estabilizar, pero incluso en el último día de estudio aún se encuentran tanto especies únicas como dobles para la zona, lo que significaría que al incrementar las unidades de muestreo se podrá obtener nuevos

registros para la zona de estudio, esto debido a que la fase de campo fue un muestreo corto y en este tipo de caracterizaciones rápidas por lo regular las curvas no se estabilizan, además es de destacar que varias especies no fueron registradas como el caso de muchas de las especies migratorias por las condiciones ecosistémicas de la localidad en la que se realizó la fase de campo, pero esto no significa que los datos obtenidos no sean útiles para realizar inferencias sobre la composición, especies sensibles y demás de la comunidad de aves presente en la zona de estudio.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 99. Curva de acumulación de especies registradas de Aves

6.10.3.2 Composición y estructura

En total se registraron 25 especies de aves en el AREA DELTA-SILICAL-CALICANTO, repartidas en seis (6) órdenes, 13 familias y 101 individuos (Tabla 87).

La ornitofauna reportada en el área de influencia directa del proyecto está compuesta por avifauna típica de la Ciudad de Bogotá y algunas especies típicas de los cerros orientales (bosques andinos y alrededores de la sabana de Bogotá) y de ecosistemas fragmentados. Las especies que fueron identificadas en campo corresponden al 1.25% de la avifauna presente en Colombia y el 15.6% de las aves reportadas para la Sabana de Bogotá (Usma & Trujillo, 2011).

Tabla 87. Lista de aves registradas en el área de influencia del Area Delta-Silical-Calicanto

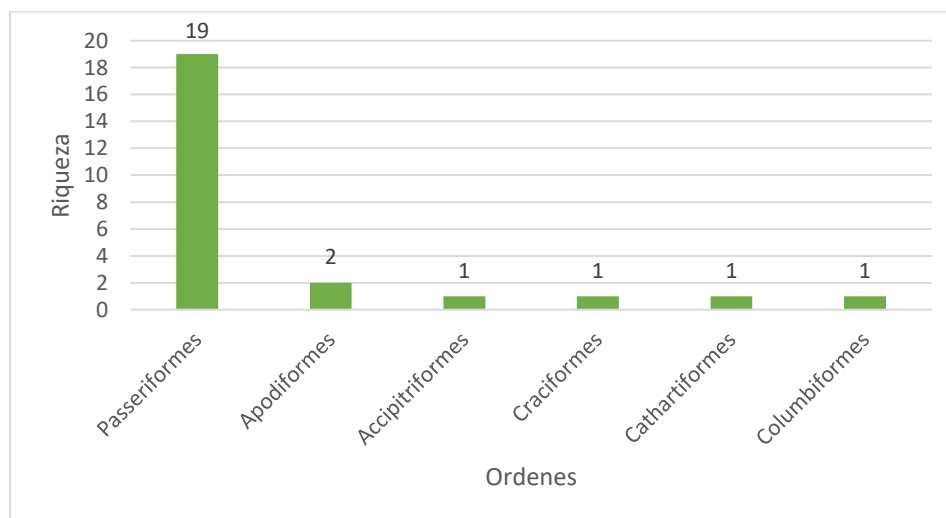
Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Abundancia
Passeriformes	Emberizidae	Arremon assimilis	Cerquero picofino	4
Passeriformes	Emberizidae	Atlapetes pallidinucha	Atlapetes nuquipalido	2

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Abundancia
Apodiformes	Trochilidae	Colibri coruscans	Colibrí rutilante	3
Columbiformes	Columbidae	Columba livia	Paloma	9
Passeriformes	Tyrannidae	Contopus cooperi	Pibí boreal	1
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo común	5
Passeriformes	Thraupidae	Diglossa albilatera	Pinchaflor flauquiblanco	5
Passeriformes	Thraupidae	Diglossa humeralis	Pinchaflor negro	2
Passeriformes	Tyrannidae	Elaenia frantzii	Fiofío montano	2
Passeriformes	Grallariidae	Grallaria ruficapilla	Comprapan	6
Passeriformes	Troglodytidae	Henicorhina leucophrys	Cucarachero pechigrís	1
Passeriformes	Icteridae	Icterus chrysater	Turpial	3
Apodiformes	Trochilidae	Lesbia nuna	Colibrí colilargo menor	1
Passeriformes	Tyrannidae	Mecocerculus leucophrys	Tiranuelo gorgiblanco	2
Passeriformes	Tyrannidae	Myiophobus fasciatus	Mosquero estriado	4
Passeriformes	Tyrannidae	Myiotheretes striaticollis	Atrapamoscas chiflaperro	2
Passeriformes	Tyrannidae	Ochthoeca fumicolor	Atrapamoscas ahumado	4
Craciformes	Cracidae	Penelope montagnii	Pava andina	2
Passeriformes	Cardinalidae	Pheucticus aureoventris	Picogrueso dorsinegro	3
Passeriformes	Cardinalidae	Piranga rubra	Tángara roja migratoria	1
Accipitriformes	Accipitridae	Rupornis magnirostris	Gavilán caminero	3
Passeriformes	Troglodytidae	Troglodytes aedon	Cucarachero común	5

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Abundancia
Passeriformes	Turdidae	Turdus fuscater	Mirra gigante	22
Passeriformes	Columbidae	Zenaida auriculata	Tórtola	7
Passeriformes	Emberizidae	Zonotrichia capensis	Gorrión andino	1

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

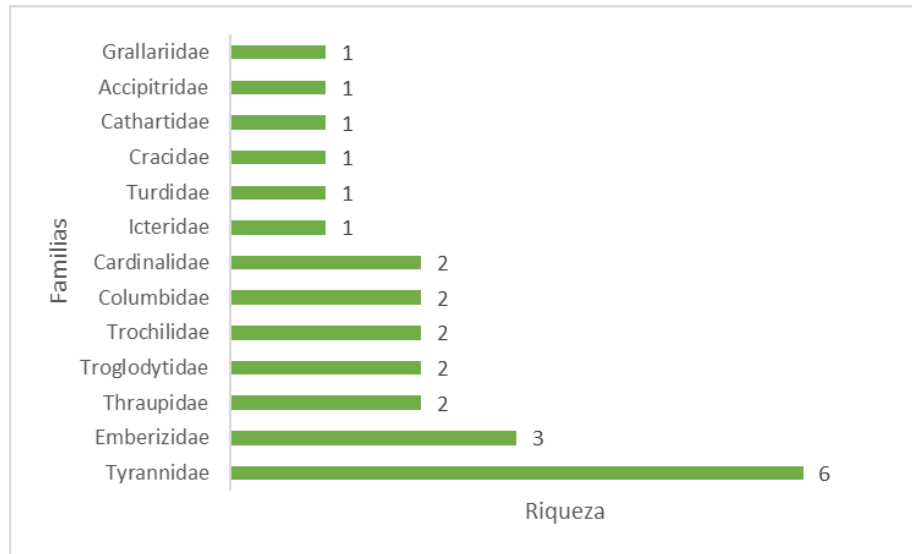
A nivel general para ordenes se encontró a Passeriformes como el más diverso con 19 especies, distribuidas en nueve (9) familias y 77 individuos (Figura 97). La mayor representatividad para este orden está relacionada con la presencia de una mayor diversidad de especies de aves conocidas en el mundo, con cerca de un 60% de todas las aves conocidas actualmente (del Hoyo, 2020). Ordenes como Apodiformes (Vencejos y Colibríes) con dos (2) especies y cuatro (4) individuos fueron representados por más de una especie, en el área de estudio.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 100. Número de especies por cada orden de aves registradas en el área de influencia del proyecto

En relación con la diversidad y abundancia por familias se encontró que, dentro del orden de los Passeriformes, Tyrannidae (Atrapamoscas) es la más diversa con seis (6) especies y 15 individuos (Figura 101). Esta riqueza está relacionada con la distribución de la familia ya que es exclusiva del continente americano y ocupa ecosistemas muy variados (AOU, 1998). Además, según autores como (Traylor, 1977) esta familia es una de las más importantes con relación a la riqueza de especies, siendo la más diversa de las aves en el neotrópico y en Colombia. Otras familias con una alta diversidad incluidas dentro del orden Passeriformes fueron la familia Emberizidae (Gorriones), con los cuales se suman tres (3) especies y siete (7) individuos; y por último vale la pena destacar a la familia Thraupidae (Tangaras) 2 especies y siete (7) individuos.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 101. Especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto, distribuidas por familia

A continuación, se presenta una breve descripción de las familias de aves más representativas y fotos de las especies de aves que se incluyen en cada una de ellas:

6.10.3.2.1 Orden Passeriformes

Familia Tyrannidae

Las especies que pertenecen a esta familia se caracterizan por presentar una dieta principalmente insectívora, algunas frugívoras, presentan un forrajeo que consiste en cazar al aire sus presas y regresar a una percha. El pico es generalmente recto, o triangular si se le observa desde arriba, las cerdas peribucuales son bien desarrolladas. El cuerpo presenta una coloración generalmente verde oliva, café o gris. A esta familia pertenecen muchas especies migratorias, que llegan a Colombia entre los meses de agosto – marzo para hibernar y migran nuevamente a sus territorios de anidación a mediados de abril. En Colombia, se encuentran 210 especies con registro confirmado, las cuales se distribuyen a lo largo de todas las regiones del país (Hilty & Brown, 2009), (Ayerbe-Quiñones, 2018).

En relación con este grupo de aves estuvieron representados con seis (6) especies, entre las especies identificadas se encuentran el Pibí boreal (*Contopus cooperi*) con 13 individuos, además del Fiofio montano (*Elaenia frantzii*), identificado en cuatro (4) ocasiones, el Tiranuelo gorgiblanco (*Mecocerculus leucophrys*) (Figura 102) con tres (3) individuos y el Mosquero estriado (*Myiophobus fasciatus*) observada en una ocasión.



Fecha: 20-01-2023

Coordenadas: N4° 44' 48.80" O74° 01' 16,42"

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 102. Tiranuelo gorgiblanco (Mecocerculus leucophrys)

6.10.3.3 Especies Endémicas

Colombia es el país más diverso de aves, así mismo cuenta con 87 especies endémicas, 193 se consideran como casi endémicas de las cuales y 16 carecen de información para ser incluidas para darles un estatus (Chaparro et al, 2013.). A toda esta diversidad de especies se le suma la alta tasa de endemismos o exclusividad de ciertas regiones que según autores como Renjifo y colaboradores (Renjifo et al, 2014) y (Renjifo et al, 2016) reportan para el país 140 especies amenazadas y 28 casi-amenazadas. Dentro de las especies amenazadas, 14 especies se encuentran en peligro crítico (CR), 56 en peligro (EN), 66 vulnerables (VU) y 28 como casi amenazadas (NT). Entre las principales causas de amenaza se presenta la destrucción de los hábitats a causa de la extracción de madera, actividades agrícolas y pecuarias a gran escala, urbanización y minería (Renjifo et al, 2014). Desafortunadamente en el país la cantidad de especies amenazadas ha venido aumentando progresivamente, desde hace una década cuando se inició el monitoreo de las especies amenazadas (Salaman et al, 2009).

El concepto de endemismo ha sido definido utilizando diferentes criterios y desde varias perspectivas. Las dos definiciones más comúnmente utilizadas invocan área de distribución total y límites políticos. La primera define una especie como endémica si su área de distribución es pequeña (inferior a 50.000 km²). Mientras que la segunda se define basado en si la distribución geográfica de la especie se encuentra restringida a los límites políticos de un país o nación (Chaparro et al, 2013). Al realizar una revisión a la lista de aves

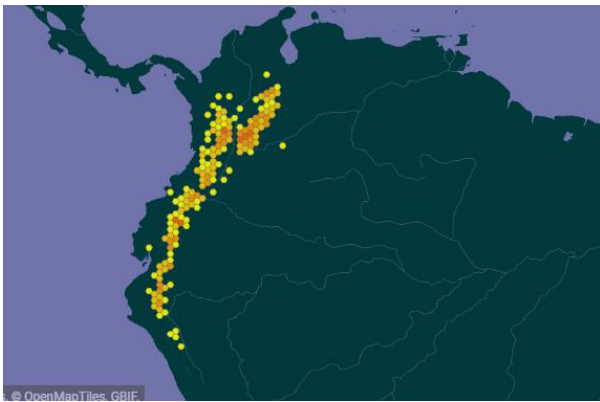
endémicas y casi endémicas de Colombia (Chaparro, et al, 2013), se registran cuatro (4) especies con una distribución restringida y clasificadas como casi endémicas.

Tabla 88. Especies casi-endémicas registradas en el área de influencia del proyecto.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Passeriformes	Grallaridae	<i>Grallaria ruficapilla</i>	Comprapan	Casi endémica
	Thraupidae	<i>Diglossa albilatera</i>	Pinchaflor flanquiblanco	Casi Endémica
	Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflor negro	Casi endémica
	Emberizidae	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	Atlapetes nuquipalido	Casi Endémica

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

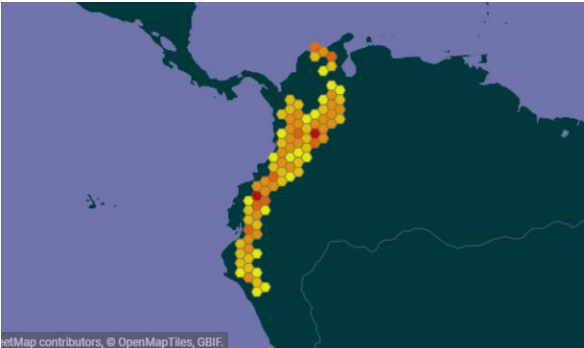
Tabla 89. Ficha descriptiva de la subespecie Colibrí de buffon (Chalybura buffonii caeruleogaster)

ATLAPETES NUQUIPALIDO (<i>Atlapetes pallidinucha</i>) (Gould, 1847)		
		
Fecha: 19-01-2023 Coordenadas N4° 44' 60,55" O74° 01' 16,42" Fuente: Foto eBIRD-Peter Hawrylyshyn.		Fuente: www.gbif.org/ (2023)
Clase	Aves	
Orden	Passeriformes	
Familia	Emberizidae	
Especie	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	
Nombre común	Atlapetes nuquipálido	
Estado de amenaza	IUCN	Preocupación menor (LC)
	Res. 1912 de 2017	No incluida
	Libro Rojo	No incluida

Tipo de distribución	Casi Endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Ecuador y norte de Perú
Distribución en Colombia	Se encuentra en el centro y sur de Colombia, específicamente en la cordillera oriental y central.
Distribución altitudinal	2800 a 3600 msnm
Sitios de observación en campo y posibles rutas de desplazamiento	Se registran dos (2) individuos en las coberturas Vegetación Secundaria. Con base en los registros, se observa una preferencia por las coberturas con presencia de árboles y arbustos que provean un buen refugio.
Densidad de la especie	Común
Estado poblacional	Estable

Fuente: propia, 2023. Basado En: (Hilty J. , 2021) y (IUCN, IUCN, 2023)

Tabla 90. Ficha descriptiva del Pinchaflor negro (Diglossa humeralis)

Diglossa humeralis (Lafresnaye, 1948)		
 Fecha: 20-01-2023 Fuente: propia, 2023.		 (GBIF, 2023)
Clase	Aves	
Orden	Passeriformes	
Familia	Thraupidae	
Especie	Diglossa humeralis	
Nombre común	Pinchaflor negro	
Estado de amenaza	IUCN	LC
	Res. 1912 de 2017	No incluida
	Libro Rojo	No incluida

Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Ecuador y Norte de Perú
Distribución en Colombia	Se encuentra distribuida en la zona andina del país y al norte en la Sierra Nevada de Santa Marta (Ayerbe-Quiñones, 2018)
Distribución altitudinal	2300-3800
Sitios de observación en campo y posibles rutas de desplazamiento	Se registraron dos (2) individuos, Tanto en la vegetación secundaria o en transición como en el Tejido Urbano, sin embargo, siempre manteniéndose cerca a individuos arbóreos. Con base en los registros, no se observa una preferencia por coberturas en particular, pero podría denominarse una especie de borde.
Densidad de la especie	Común
Estado poblacional	No se ha cuantificado el tamaño de la población mundial, pero esta especie se describe como "bastante común".

Fuente: propia, 2023. Basado En: (Hilty J. , 2021) y (IUCN, 2022)

6.10.3.4 Especies amenazadas o en veda

Actualmente, la diversidad de las especies de aves en Colombia se encuentra seriamente amenazada; algunos factores como la destrucción y fragmentación de hábitats, la contaminación y la cacería han colocado a un creciente número de especies en algún grado de amenaza (Renjifo et al, 2014) y (Renjifo et al, 2016). Por tal motivo se hace necesario, ampliar los conocimientos de la distribución de las diferentes poblaciones que habitan en Colombia. Debido al deterioro en la extensión y calidad de los hábitats naturales, así como un aumento en otras amenazas para la avifauna, las especies con un mayor interés para la conservación son necesariamente aquellas que presentan algún grado inmediato de amenaza. Para conocer las categorías de amenaza de cada una de ellas, se revisó la página de la Red List of the Threatened Species de la (IUCN, 2022), dando como resultado la presencia de una especie en la categoría Casi amenazado (NT), se trata del Pibí boreal (*Contopus cooperii*) (Tabla 91). Por último, al revisar los libros rojos de aves de Colombia y la resolución 1912 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”, no se reportaron especies bajo alguna categoría de amenaza.

Tabla 91. Especies registradas de aves incluidas en alguna categoría de amenaza nacional y/o global

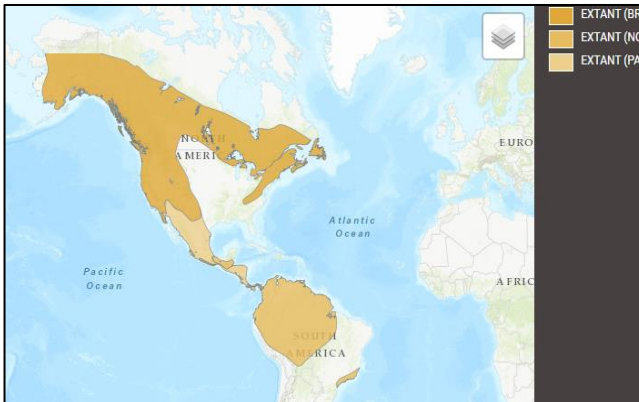
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IUCN (2021)	LIBROS	RES.
-------	---------	-------------------	--------------	-------------	--------	------

PASSERIFOR MES	TYRANNI DAE	CONTOPUS COOPERI	PIBÍ BOREAL	CASI AMENAZADA (NT)	-	-

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023; Basado En: (IUCN, 2022), (Renjifo, y otros, 2014), (Renjifo, et al, 2016) y (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

A continuación, en la Tabla 92 se presentan datos relevantes de la especie mencionada anteriormente, presentando aspectos de historia natural.

Tabla 92. Ficha descriptiva de la especie bajo alguna categoría de amenaza

<i>Pibí boreal (Contopus cooperii)</i>		
		
Fecha: 24-01-2023 Fuente: Propia, 2023		(IUCN, IUCN, 2023)
Clase		Aves
Orden		Passeriformes
Familia		Tyrannidae
Especie		Contopus cooperii
Nombre común		Pibí boreal
Estado de amenaza	IUCN	NT
	Res. 1912 de 2017	No incluida
	Libro Rojo	No incluida
Tipo de distribución		Migratoria boreal
Distribución en el mundo		Se distribuye desde el este de norte América localmente hasta Venezuela, Guayanas y norte de

	Brasil. Se ha reportado en la cordillera Oriental hasta los 3500 metros.
Distribución en Colombia	Se encuentra desde la Sierra Nevada de Santa Marta hasta la base oeste de la Cordillera Oriental cerca de Aguachica. Desde tierras altas de la Cordillera Oriental sur hasta las cabeceras del Valle del Magdalena en San Agustín. También se encuentra en la vertiente este de la Cordillera Central en el parque nacional natural Puracé, este de los Andes sur hasta el sur del Meta.
Distribución altitudinal	En Colombia se encuentra desde la Sierra Nevada de Santa Marta (hasta 2700 metros), hasta la base oeste de la Cordillera Oriental cerca de Aguachica. Desde tierras altas de la Cordillera Oriental sur hasta las cabeceras del Valle del Magdalena en San Agustín. También se encuentra en la vertiente este de la Cordillera Central en el parque nacional natural Puracé, este de los Andes sur hasta el sur del Meta. Se ha reportado en la cordillera Oriental hasta los 3500 metros.
Sitios de observación en campo y posibles rutas de desplazamiento	En el área de influencia del proyecto, esta especie se registró mediante observación directa y por vocalizaciones, en las siguientes coberturas: Pastos limpios Pastos arbolados En borde del Bosque denso alto de tierra firme Con base en los registros, se observa una preferencia por las coberturas de pastos, áreas idóneas según aspectos de su ecología.
Densidad de la especie	Relativamente común
Estado poblacional	Decreciendo. Esta especie ha experimentado una disminución grande y estadísticamente significativa durante los últimos 40 años en América del Norte (disminución del 76,3 % durante 40 años, lo que equivale a una disminución del 30,2 % por década;

	datos del Estudio de aves reproductoras y/o Conteo navideño de aves (Butcher and Niven 2007).
--	---

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023; Basado En: (IUCN, IUCN, 2023), (Renjifo et al, 2016) y (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

6.10.3.5 Especies incluidas en apéndices de la CITES

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2023) en vigor a partir del 22 de junio, se reportan tres (3) especies dentro de la categoría II, lugar en el que se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. A este apéndice pertenecen especies de las familias Accipitridae y Trochilidae (Tabla 93).

Tabla 93. Especies registradas de aves incluidas en alguno de los Apéndices CITES

Apéndice s Cites	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
II	Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Colibri rutilante
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia nuna</i>	Colibri oqueño de cola larga
	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023; Basado En: (CITES, 2023)

A nivel general se registraron dos (2) especies de la familia Trochilidae (Colibríes) y una (1) de la familia Accipitridae (*Rupornis magnirostris*)

Figura 103. De esta manera, en el Apéndice II se incluyen las especies de estas familias que en general han sido sometidas a la presión de caza y/o comercio legal e ilegal históricamente y en varios países. Por ende, actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de aves silvestres, debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES y en el territorio nacional mediante las autoridades ambientales (MADS y CARS).



Fecha: 24-01-2023

Coordenadas N4° 44' 49.03" O74° 01' 16.42"

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 103 Gavilán caminero (Rupornis magnirostris) especie registrada en la categoría II de Cites.

6.10.3.6 Especies con valor ecológico, cultural y/o económico

Uno de los países con la mayor diversidad del mundo es Colombia, además es considerado como uno de los lugares donde el tráfico ilegal de fauna silvestre es considerablemente grande y común (Cruz Antía & Gomez, 2011); además, presenta grandes vacíos de información y de controles que permitan desarrollar acciones de manejo adecuados frente al tema (Baptiste, y otros, 2010). Como consecuencia al tráfico ilegal de fauna silvestre en el país se están comprometiendo la estabilidad y dinámica ecosistémica, los procesos ecológicos, aumentando el riesgo de extinción de las especies, constituyéndose así en otra amenaza más para la biodiversidad (Mancera-Rodríguez & Reyes, 2008). De hecho, en muchos países el número de individuos de algunas especies han decrecido en los últimos años a causa de estos procesos, donde Latinoamérica y Colombia no serían la excepción (Rodríguez, 2000). Por tales motivos, el tráfico de fauna silvestre actualmente se considera como uno de los principales problemas de conservación, siendo el tercer negocio ilícito más grande del mundo después de las armas y las drogas (Agarwal, 2015).

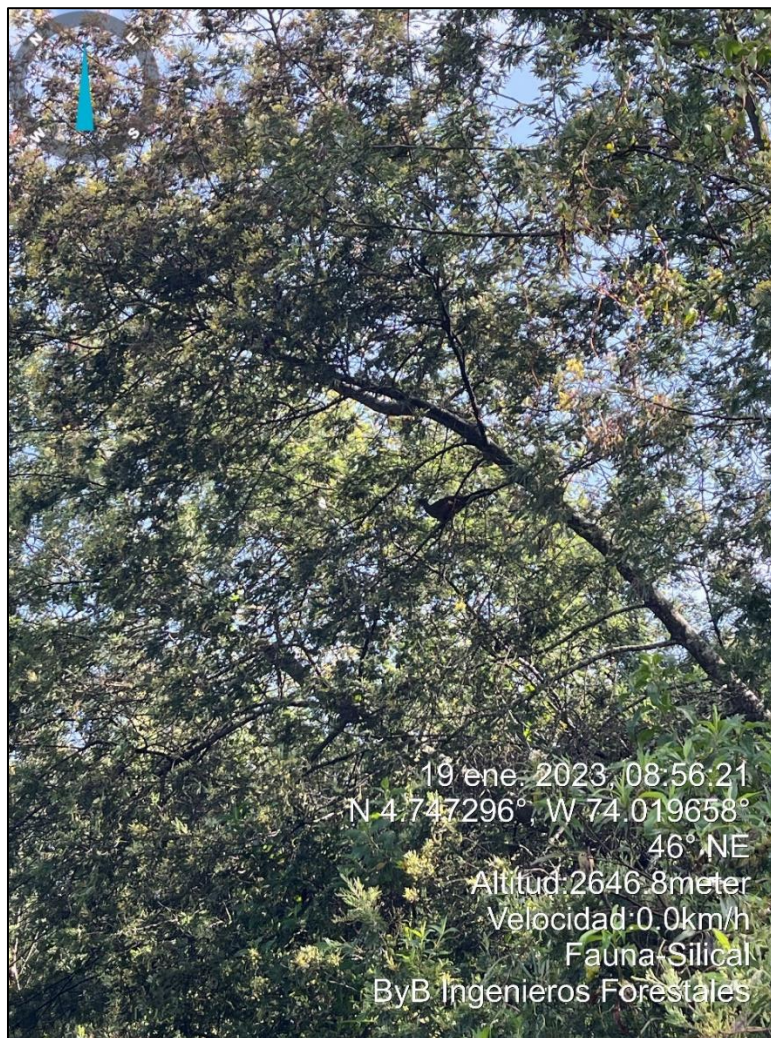
Para el área se reporta solo una (1) especie con potencial importancia cultural (Tabla 94), representante de la familia Cracidae, aves utilizadas para el consumo en algunas zonas de la región andina, tal es el caso de la Pava andina (*Penelope montagnii*) (

Figura 104) que es cazada en el área y tenida como mascota.

Tabla 94. Uso antrópico de especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Uso antrópico
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Chico	Consumo
Galliformes	Cracidae	<i>OPenelope montagnii</i>	Pava andina	Consumo- Mascota

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.



Fecha: 19-01-2023

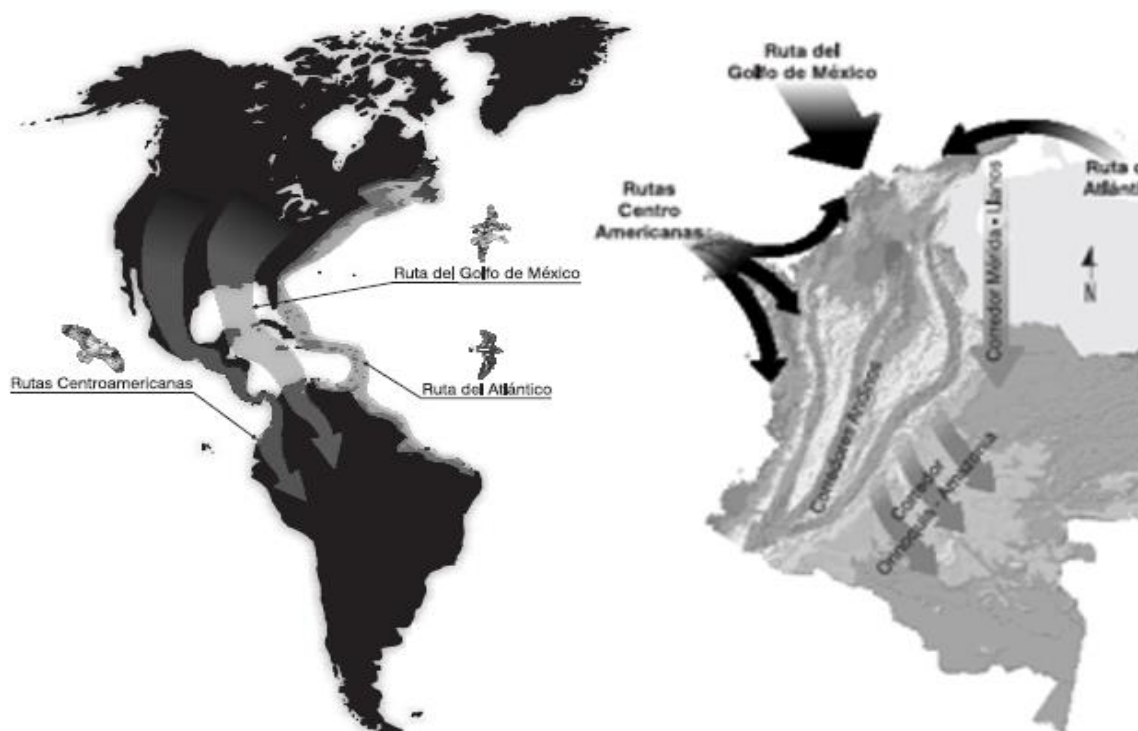
FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 104. Pava andina (*Penelope montagnii*) especie consumida y mantenida como mascota

6.10.3.7 Especies migratorias

Todos los años, millones de aves realizan un desplazamiento masivo desde el norte del continente americano, pasando por el mar Caribe o Centroamérica para llegar a zonas tropicales, este desplazamiento es conocido como migración latitudinal boreal incluyéndose su viaje de regreso (Naranjo et al, 2012). No todas las especies migran de la misma forma, algunas pueden realizar viajes de larga distancia y otras no (Gill F. B., 2007) de esta forma muchas se detienen en sitios específicos llamados sitios de parada, en los cuales las especies de aves que no pueden acumular reservas de grasa suficientes para un vuelo continuo, toman un descanso y se recuperan energéticamente (recuperan reservas de grasa y peso), para poder continuar su desplazamiento (Ma et al, 2013). Ciertas especies presentan un patrón de migración diferencial en cuanto a órdenes de llegada a dichos sitios de parada, algunos machos por ejemplo migran antes que las hembras en su viaje de retorno para llegar primero a sus territorios de reproducción, mientras que en otros casos las hembras se detectan más tempranamente en éstas áreas debido a que son ellas quienes llegan primero (Stewart et al, 2002).

Dada su posición geográfica, Colombia es un sitio obligado de paso de las aves migratorias, y como resultado de esto, muchas regiones de nuestro país reciben especies todos los años, en la (Figura 105) se muestran las rutas migratorias de las aves que residen en Colombia durante la migración. Para el territorio nacional muchas de las especies presentan una migración de tipo latitudinal y en muchos casos, transfronteriza. Se estima que en Colombia cerca de 275 especies presentan comportamientos migratorios recurrentes y cíclicos (Naranjo et al, 2012), en este grupo hay especies migratorias latitudinales de larga distancia, en su mayoría transfronterizas y migratorias locales, altitudinales o transfronterizas de nivel regional. Entre las migratorias latitudinales, cerca de 154 especies vienen del noroccidente, centro u oriente de Norteamérica, 23 llegan del sur de Suramérica, principalmente a la Amazonia colombiana y 25 son aves marinas que viajan extensamente, en muchos casos sin tocar la costa.



Fuente: Tomado y adaptado de Resnatur y colaboradores. 2004.

Figura 105. Principales rutas y corredores de migración de las aves

Para este estudio se registraron dos (2) especies migratorias (*Tabla 95*), estas son el Pibí boreal (*Contopus cooperi*) migratoria boreal y Tangara roja migratoria (*Piranga rubra*).

Tabla 95. Especies de aves migratorias registradas

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Tipo de migración
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal	Boreal
Passeriformes	Thraupidae	<i>Piranga rubra</i>	Tamgara roja migratoria	Boreal

Fuente: (Naranjo et al, 2012)

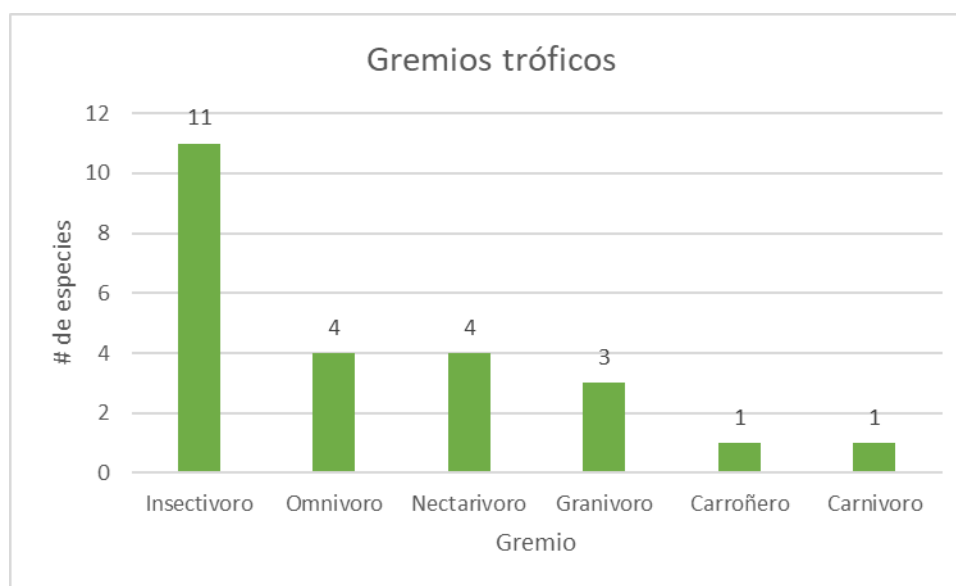
6.10.3.8 Preferencias tróficas

La identificación y el análisis de gremios ecológicos han sido fundamentales para entender los procesos que determinan la estructura y organización de las comunidades. Sin embargo, revisando los estudios que han clasificado las especies en gremios, encontramos que tales clasificaciones están basadas en diferentes criterios; como consecuencia, una especie puede tener varias designaciones gremiales, limitando su precisión y aplicabilidad. Es por este motivo que para fijar un punto de convergencia se parte entonces de que la estructura en gremios de una comunidad se define como la expresión de las similitudes y

diferencias entre los patrones de uso de recursos de las especies que lo componen. En este contexto, determinar la estructura gremial consiste en separar a las especies en grupos sobre la base de su utilización de los recursos y analizar dicha estructura es explorar cómo utilizan los recursos las especies de cada grupo (Lopez de Casenave, 2001).

Es por esta razón que las adaptaciones para la alimentación en las aves son una característica importante en la evolución de este grupo. Entre estas adaptaciones se incluyen modos de locomoción empleadas durante el proceso de alimentación, forma, tamaño del pico y sistema digestivo especializado para el procesamiento del alimento (Gill F. B., 1990). Todas estas características hacen que este grupo de organismos se adapten y si especialicen al tipo de alimento que consumen y la forma como lo manipulan.

Partiendo de las agrupaciones propuestas por (Gill F. B., 1990) para este estudio se establecieron ocho (8) categorías de gremios como son: Omnívoras, Insectívoras, Carnívoras, Frugívoras, Piscívoras, Granívoras, Carroñeras y Nectarívoras-Insectívoras (Figura 106).



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023; Basado En: (Gill F. B., 1990)

Figura 106. Distribución de especies registradas de aves por gremios tróficos

Para los gremios tróficos reportados para las aves, se encontró que, de las 25 especies, el 44% (11) especies presentaron una dieta Insectívora (Figura 106), destacándose especies de las familias Tyrannidae, Emberizidae y Thraupidae. Todas las especies con este tipo de dieta son de importancia ecológica, ya son los controladores naturales de plagas que pueden afectar los ecosistemas debido a sus hábitos alimenticios entomófagos (comedores de insectos), ayudando al control de plagas que pueden ser perjudiciales para los seres humanos, animales domésticos y cultivos (Mols et al, 2005).

El segundo grupo representativo para el área constituido con cuatro (4) especies (Figura 106), están aves fueron reportadas en diferentes coberturas vegetales, tal es el caso de la

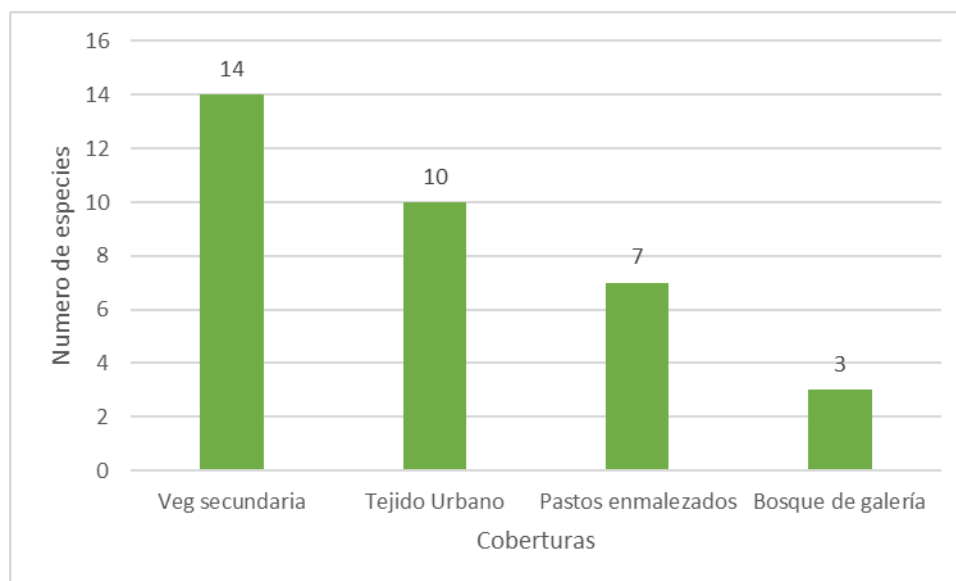
Mirla gigante (*Turdus fuscater*) de la familia Turdidae, que pueden incluir dentro de su dieta semillas, frutos, insectos, larvas e incluso polluelos de aves de diferentes tamaños.

Así mismo, con el gremio trófico nectarívoro-Insectívoro se encontraron cuatro (4) especies de aves (Figura 106). Dentro de este gremio se encuentran los colibríes de la familia Trochilidae, aves muy pequeñas y altas demandas energéticas como el Colibrí rutilante (*Colibri coruscans*) habitante común de la ciudad de Bogotá y el colibrí colilargo menor (*Lesbia nuna*), aves que muestran el mayor grado de especialización en su morfología y comportamiento y son los nectarívoros más especializados en toda la clase Aves (Stiles, 1981). Debido a que este grupo ha desarrollado características morfológicas, fisiológicas y ecológicas que les permite suplir sus requerimientos energéticos principalmente a base de néctar floral, necesitan suplir sus necesidades de alimento con el consumo diario de pequeños artrópodos (Stiles, 1995). Además de ser un grupo prioritario en los procesos de polinización de muchas especies de plantas (Ollerton et al, 2011), llegando a polinizar el 15% de las angiospermas de los bosques (Buzato et al, 2000).

6.10.3.9 Asociación a unidades de cobertura (Hábitats)

El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick, 1992).

La caracterización efectuada en el presente estudio permitió identificar la presencia de aves tanto en coberturas naturales como antrópicas. Entre las coberturas vegetales a las que se asocian las aves se destacan los Vegetación secundaria o en transición, los pastos enmalezados y desde luego, para el presente estudio el Tejido Urbano Continuo (Figura 107).



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 107. Riqueza de especies de aves asociadas a las unidades de cobertura monitoreadas

La cobertura de bosque de galería o ripario presentó una baja diversidad con tan solo (3) tres especies y cuatro individuos (Figura 107), esta área presenta una baja diversidad debido a la poca disponibilidad de recursos para las aves y la continua presencia humana, al ser una cobertura con un área muy reducida dentro del área de influencia, y adicionalmente, encontrarse en cercanía a una arteria vial principal de la ciudad como la carrera 7ª.

6.10.3.10 Potenciales presiones antrópicas sobre los anfibios del área de influencia del proyecto

En el área de influencia se pueden apreciar amenazas que se ciernen sobre las poblaciones de aves; entre estas se encuentra, principalmente la fragmentación y pérdida de hábitats boscosos (bosques de galería, bosque denso alto de tierra firme y vegetación secundaria alta).

6.10.4 Mamíferos

En el análisis realizado para las especies de mamíferos registradas en el Área Delta-Silical-Calicanto se desarrollaron los parámetros establecidos en las metodologías propuestas. Para el levantamiento de información en campo de este grupo, se utilizaron principalmente métodos indirectos que se relacionan con los rastros e indicios de presencia de las especies potenciales en el área de influencia del Área Delta-Silical-Calicanto que no se registraron mediante los métodos directos. Adicionalmente se emplearon métodos directos, en donde se realizaron cuatro (4) transectos; luego se tomaron los datos más relevantes de los individuos registrados o capturados para su posterior identificación taxonómica.

6.10.4.1 Esfuerzo de muestreo

Durante el muestreo ejecutado en el Área Delta-Silical-Calicanto se aplicaron las técnicas registradas de la Tabla 96, con el fin de recolectar la mayor cantidad de información relacionada con la diversidad mastofaunística y el esfuerzo de muestreo aplicado en la fase de campo.

Tabla 96. Cálculo del esfuerzo de muestreo aplicado mediante transectos de observación y entrevistas durante la caracterización de la mastofauna registrada en el Area Delta-Silical-Calicanto

Grupo de fauna estudiado	Método de registro	Esfuerzo de muestreo
Mamíferos	Realización de 4 Transectos de observación	32 horas-hombre
	Entrevistas	1

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.10.4.2 Composición y estructura

Para el Área Delta-Silical-Calicanto se registraron 2 especies, todas ellas registradas en encuesta. Aunque para el caso de una de estas se cuenta con registro fotográfico. Lo cual se explicará a detalle más adelante.

En la Tabla 97 se listan las especies de mamíferos y las características relevantes como el número de registros, los biomas, las coberturas vegetales asociadas, los gremios, la red trófica, el rol ecológico y el periodo de actividad. El orden más abundante fue Primates, seguido de los órdenes Cingulata (armadillos) y Rodentia (roedores); respecto a la lista oficial de la mastofauna reportada para Colombia (Ramírez-Chaves, y otros, 2021), se registró el 4,05 % de las especies.

Tabla 97. Lista de especies de mamíferos registrados en el Area Delta-Silical-Calicanto con número de registros, biomas, coberturas vegetales asociadas, gremios, red trófica, rol ecológico y periodo de actividad

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	No. de registros	Gremio	Red trófica	Rol ecológico	Periodo de actividad
RODENTIA	Sciuridae	<i>Syntheosciurus granatensis</i>	Ardilla	1	Fr	CP	FR	D

CARNIVOR A	Procyonidae	<i>Nasua olivacea</i>	Cusumbo, Runcho, Solino	1	Om n	CT	CP, FR	D
2 géneros	2 familias	2 spp.	Totales	2				

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Dentro del orden Rodentia, se registró la familia Sciuridae. Para el orden Carnivora, se registró una especie de la familia Procyonidae. Por último, se debe aclarar que para el orden Chiroptera no se generaron datos dada la imposibilidad de realizar trabajos con redes de niebla nocturnos, por temas de orden público en el sector.

Las especies que se reportaron para los predios Delta-Silical-Calicanto fueron la ardilla (*Syntheosciurus granatensis*) la cual, según los guardas de seguridad, que llevan varios años trabajando en el predio Silical, se encuentran en la parte más alta del mismo donde se encuentran también coberturas de tipo boscoso (o vegetación secundaria o en transición). La otra especie es el Cusumbo o coatí (*Nasua olivacea*), el individuo registrado fue avistado en el predio Silical (parte alta), apenas una semana antes de iniciar la caracterización de fauna, y fue avistado por trabajadores del proyecto actual. Se realizó el respectivo reporte a la Secretaría distrital del Ambiente, cuyos funcionarios acudieron al predio para movilizar al individuo.

Los órdenes y familias representativas en cuanto a riqueza y abundancia se comentan a continuación, destacando sus características relevantes de acuerdo con la relación a la cobertura en la que se observaron las especies.

6.10.4.2.1 Orden Rodentia

Este es el orden más numeroso en cuanto a especies (40% de los mamíferos vivos). Son de tamaño pequeño a mediano. Actualmente se registran más de 2.000 especies agrupadas en unas 30 familias. Su dentición se encuentra sumamente especializada en la función de roer, los incisivos no tienen raíz y tienen crecimiento continuo. En general poseen cola larga (excepto las especies mayores) y orejas pequeñas (Tirira, 2007).

Familia Sciuridae

La familia Sciuridae registró una especie (*Syntheosciurus granatensis*) (

Figura 108). Esta especie ampliamente distribuida se encuentra en Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Venezuela y Trinidad y Tobago. Rangos de 0 a 3.000 m de elevación. Esta ardilla habita en muchos tipos de bosques desde el nivel del mar hasta montano (Nitikmann 1985), y desde lugares de picnic hasta buenos bosques (UICN, 2023).



Fecha: Enero-2023

FUENTE: Unión Temporal B&B –
SILMATEC, 2023.

Figura 108. Ardilla (Syntheosciurus granatensis)

6.10.4.2.2 Orden Carnívora

Los representantes de este orden tienen tamaño medio a grande, con denso pelaje que frecuentemente muestra diseños (rayas, manchas, bandas, entre otros). En muchos casos presentan una cola larga, ojos grandes y orejas de variado tamaño (Tirira, 2007).

Familia Procyonidae

Son animales de tamaño mediano a pequeño. Su cuerpo es alargado y el pelaje uniforme. Las patas son cortas y están provistas en todos los casos de cinco dedos no retractiles. La pisada es plantígrada o semiplantígrada. De manera general su dieta es omnívora; comen tanto frutos como invertebrados y pequeños vertebrados. Tienen costumbres terrestres y arborícolas, son solitarios o gregarios (Tirira, 2007). En el área de estudio esta familia estuvo representada por una (1) especie (*Nasua olivacea*) registrada por medio de observación directa una semana antes del presente muestreo y posterior captura por parte de funcionarios de la SDA (Secretaría Distrital de Ambiente) (Figura 109).



Fecha: Enero-2023

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 109. Cusumbo, registrado en vegetación secundaria dominada por pinos en predio Silical (Nasua olivacea)

6.10.4.3 Especies endémicas

Una especie (o taxón) es endémica a un área si sólo se encuentra allí y no en otro lugar (Gaston & Spicer, 1998); existen niveles de endemismo que responden a diferentes criterios como las áreas de distribución y límites políticos (Chaparro-Herrera, y otros, 2013). Según los últimos listados de especies de mamíferos para el país, en Colombia se encuentran 62 especies endémicas (Ramírez-Chaves, y otros, 2021), de estas, en el área del proyecto se reporta una (1) especie Casi endémica, el cusumbo de montaña (*Nasuella olivacea*) (Tabla 98).

Tabla 98. Especie de mamífero endémica registrada durante la caracterización realizada en el Área Delta-Silical-Calicanto

Orden	CARNIVORA	Familia	Procyonidae
--------------	------------------	----------------	--------------------

Especie	Nasuela olivácea		Nombre común	Cusumbo
				
https://www.iucnredlist.org/search?searchType=species				
Fuente: Propia, 2023				
Distribución	Se distribuye en la toda la zona Andina colombiana, en departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Cundinamarca, Santander, Antioquia, Caldas, Meta, entre otros. Se limita altitudinalmente a a los bosques andinos, subparamos y paramos, a altitudes entre 1300 y 4260 msnm.			
Hábitat	Bosques primarios, secundarios, intervenidos, bordes de bosque y áreas de cultivos recientes o abandonados.			
Refugio	Huecos de troncos, agujeros en el suelo, vegetación espesa.			
Sitios de observación en campo	Se registró 1 individuo en el predio Silical.			
Dieta	Invertebrados, pequeños vertebrados y Frutos.			
Estado conservación	Libro Rojo (Rodríguez-M., y otros, 2006)	-		
	Res. 1912 de 2017	-		
	IUCN (2023)	NT		
	CITES (2023)	-		

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

6.10.4.4 Especies amenazadas y especies de interés

Se registró una (1) especie dentro de la categoría de amenaza Casi amenazado (NT) (IUCN, 2023), siendo el mismo cusumbo o coatí de montaña (*Nasua olivacea*). No se registraron especies amenazadas según el Libro Rojo de los Mamíferos Colombianos, ni según la Resolución 1912 (MADS, Resolución 1912 de 2017 “Por la cual se establece el

listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera”, 2017).

6.10.4.5 Especies con valor económico, ecológico y/o cultural

Para los habitantes del área de influencia del proyecto no existen especies con valor económico, son personas con un perfil urbano y en la mayoría de los casos, desconocen totalmente la Fauna que se registra en los predios en cuestión.

6.10.4.6 Especies migratorias

La migración se define como el desplazamiento persistente de una población o de grupo de individuos de la misma especie, que tiene una duración y alcance muy superior a las que tienen normalmente durante los recorridos rutinarios alrededor de un ámbito doméstico; además consiste en un movimiento directo, a diferencia de los desplazamientos habituales que son erráticos y cambian de dirección constantemente; por otra parte, se produce la inhibición de respuestas a estímulos y durante su viaje, los animales suspenden algunos comportamientos, así cuentan con las condiciones necesarias para llevarlos a cabo, por ejemplo, no se aparean, ni construyen nidos, ni producen crías, incluso en algunos casos, no se alimentan. Otro atributo de la migración es el desarrollo de patrones de actividad particulares, antes de la salida, durante los recorridos o al llegar a sus destinos. Finalmente, se debe considerar que los animales migratorios, realizan ajustes fisiológicos, anatómicos y conductuales, como la acumulación de reservas de grasa que es metabolizada durante la migración, lo que permite los largos desplazamientos (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

De acuerdo con el Plan Nacional de Especies Nacionales (Naranjo & Amaya-Espinel, 2009) y a la Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia (Amaya-Espinel & Zapata, 2014), de las 22 especies registradas en el área de influencia del proyecto no se registraron especies migratorias.

6.10.4.7 Preferencias tróficas

La diversidad mastofaunística registrada durante el muestreo en el Área Delta-Silical-Calicanto se agrupó en dos (2) gremios tróficos, a saber, herbivoría para la ardilla y omnivoría para el cusumbo, ya que esta última especie demuestra más de una preferencia alimentaria.

Las preferencias tróficas que dominaron dentro de la comunidad registrada fueron la frugivoría, la insectivoría y omnivoría; este resultado se explica por el registro de roedores, y de una especie del orden Carnívora que es ampliamente flexible en su dieta. Estos son grupos taxonómicos altamente diversos y ampliamente distribuidos que incluye muchas especies que consumen frutos y gran variedad de insectos.

6.10.4.8 Asociación a unidades de cobertura (Hábitats)

La diversidad mastofaunística registrada para el área de influencia del proyecto solo se puede asociar a coberturas de una forma teórica, ya que los registros de su presencia no fueron registros directos, sino a partir de terceros. De la especie *Nasua olivacea*, se sabe que se registró en la parte alta del Predio Silical, cercano a las antiguas instalaciones de la

cantera, por lo cual y analizando la foto tomada por el personal presente ese día, esto corresponde a Vegetación secundaria o en transición. Este tiene sentido a la luz de que estos mamíferos suelen ser especies esquivas, que tienden a evitar coberturas abiertas (e.g. pastos limpios), aun mas en zonas donde se sabe la presencia del ser humano.

Para el caso de la ardilla de cola roja, se reportan avistamientos en la parte más alta del Predio Silical, la cual se caracteriza por presentar coberturas arboladas o “boscosas”, por lo cual se asume este registro como en Vegetación secundaria. Las ardillas suelen llevar la mayor parte de su vida en árboles, son una especie arborícola y de ahí esa preferencia de hábitat.

6.10.4.9 Potenciales presiones sobre las especies de mamíferos en el área de influencia del proyecto

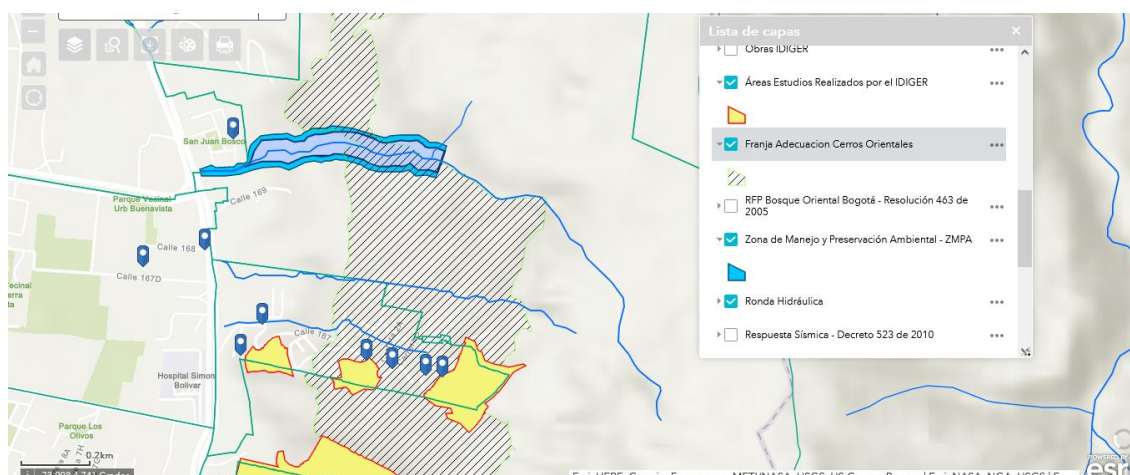
Durante esta etapa pre-operativa del proyecto, No se identifican presiones significativas sobre la Fauna mamífera, a parte de las ya existentes desde el momento de la explotación minera que solía haber en estos predios y el cambio de coberturas asociado a la actividad humana.

7 AMENAZAS NATURALES

Colombia es un país altamente susceptible a eventos amenazantes por fenómenos naturales, que pueden convertirse en desastre, dadas sus variables geoambientales y sus variables intrínsecas, tales como la geología del territorio, la geomorfología y los diferentes grados de pendientes del terreno; las condiciones externas como los cambios climáticos, las variables hidrometeorológicas y las condiciones antrópicas, como la degradación ambiental. Todo lo anterior contribuye a que los territorios del país sean susceptibles a movimientos en masa, inundaciones, incendios forestales y avenidas torrenciales, las cuales, aunadas a condiciones socioculturales y económicas generan exposición en la población y en la infraestructura, convirtiéndolas en variables que inciden directamente en la materialización del riesgo con gran afectación a la vida de las personas y al territorio. Por tanto, la gestión del riesgo se convierte en un tema de desarrollo, puesto que cuando un desastre se presenta las condiciones de desarrollo del territorio se ven afectadas notoriamente.

El estado en el marco de la Política Nacional de gestión del riesgo de desastres establece una serie de procesos sociales, ambientales y de gestión del riesgo orientado a preservar la vida y bienes, mediante la realización de planes programas y proyectos para la atención, reducción y manejo de desastres. La política de gestión de riesgo se constituye en un elemento de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e interese colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones, en el marco de esta política se establece como uno de sus componentes , el conocimiento del riesgo, en desarrollo de este objetivo se deben adelantar estudios que permitan valorar, estimar y establecer áreas y zonas en condición de amenaza y riesgo , al igual que establecer medidas de mitigación.

Se ha realizado la revisión y análisis de antecedentes (estudios, conceptos, informes y/o diagnósticos técnicos, cartografía, fotografías aéreas, imágenes satelitales, entre otros), con énfasis en los antecedentes históricos y estudios precedentes de zonificación e inestabilidad en el sitio, que sirvieron de base para la incorporación del área específica dentro de una zona de amenaza media o alta. La información de diagnósticos cercanos tomada de los archivos de IDIGER es la siguiente:



FUENTE: (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021)

Figura 110. Localización Diagnósticos de emergencias cercanos al área del proyecto - IDIGER

Tabla 99. Diagnósticos reportados por el IDIGER cercanos al área de proyecto del Plan Parcial

Diagnóstico	Barrio	Tipo
<u>DI-11503</u>	LA GRANJA NORTE	Diagnóstico de Emergencias
<u>DI-8072</u>	LA CITA	Diagnóstico de Emergencias
<u>DI-11364</u>	SANTA TERESA	Riesgos Estructurales
<u>DI-4520</u>	SORATAMA	Diagnóstico de Emergencias
<u>DI-10407</u>	LA CITA	Remoción en Masa
<u>DI-11658</u>	LA CITA	Remoción en Masa
<u>DI-13347</u>	LA CITA	Remoción en Masa
<u>DI-7871</u>	LA CITA	Riesgos Estructurales
<u>DI-14106</u>	LA CITA	Riesgos Estructurales

FUENTE: TOMADO DEL IDIGER – MODIFICADO POR LFO INGENIEROS DE SUELOS S.A.S, 2023

7.1 Amenaza por movimientos en masa

Los movimientos en masa son una de las ocurrencias naturales más comunes en Colombia. Esto se debe a la amplia presencia de terrenos con pendientes abruptas dentro del territorio, la degradación ambiental, pérdida de coberturas de La Tierra, y baja resistencia de los materiales en superficie; tan solo por nombrar algunos factores. La presencia de los condicionantes mencionados anteriormente junto a factores detonantes como los sismos y las lluvias, tienden a provocar eventos naturales de tipo movimiento en masa.

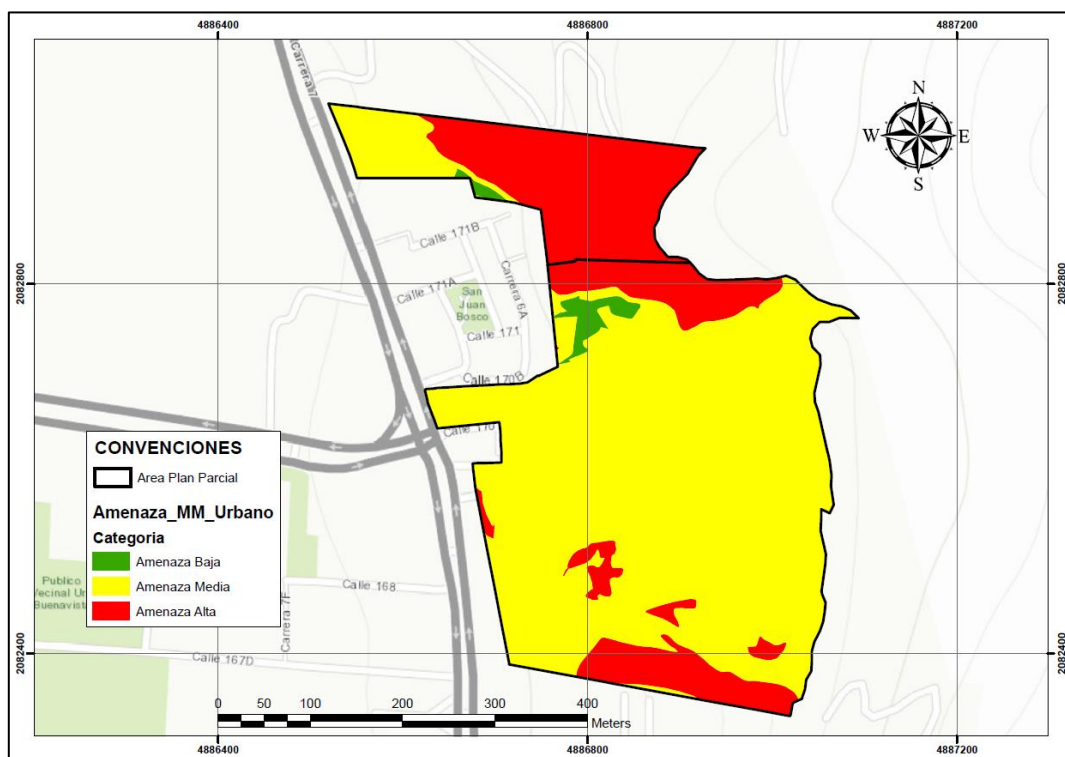
Un análisis de amenaza por movimientos en masa que permita establecer características espaciales, temporales y de intensidad, depende principalmente de la disponibilidad de inventarios de movimientos en masa multitemporales, en los que se pueda establecer una relación entre la ocurrencia del evento y el detonante asociado para realizar un análisis magnitud-frecuencia (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

Según el IDIGER, para entender en dónde predomina y en qué sectores se presenta esta amenaza, es importante mencionar que, desde el punto de vista físico, la ciudad de Bogotá (Suelos urbano y de expansión) está conformada por dos zonas con relieve relevantes. La primera, es una zona plana hacia la parte centro y noroccidental que concentra la mayor parte de la población, donde predominan los valles aluviales y terrazas del río Bogotá, sus afluentes y sistema de humedales asociados. La segunda, es una zona de relieve montañoso que enmarca la ciudad por el lado sur y oriental principalmente. En la segunda zona se destacan los cerros orientales, que constituyen en gran parte el territorio de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santafé, Usme, Rafael Uribe Uribe y San Cristóbal. Así mismo, por los costados sur y suroccidente existen cerros límite que se caracterizan por su ocupación con infraestructuras propias de la ciudad, y que conforman el territorio de las localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Sumapaz. (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021)

Es así entonces como el IDIGER, dentro del marco del proyecto de actualización del componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria del plan de ordenamiento territorial de Bogotá D.C. realiza el análisis técnico para la actualización del mapa normativo de amenaza por movimientos en masa para las zonas urbanas y de expansión escala 1:5000.

De este análisis y basados en la combinación de la metodología de taludes naturales (MTN) y la metodología del Sistema de Evaluación Semicuantitativo de Estabilidad (SES), siendo la primera de tipo probabilístico y la segunda de tipo heurístico, se logra involucrar de manera adecuada los procesos predominantes en la inestabilidad del terreno en la ciudad y el factor antrópico como importante detonante de la amenaza. (Plan de ordenamiento Territorial Bogotá Reverdece, 2021)

Ahora bien, para la zona de análisis urbana referente al área proyectada el Plan Parcial Delta, Calical Y Calicanto, la zonificación de la amenaza por movimientos en masa se representa de la siguiente forma.



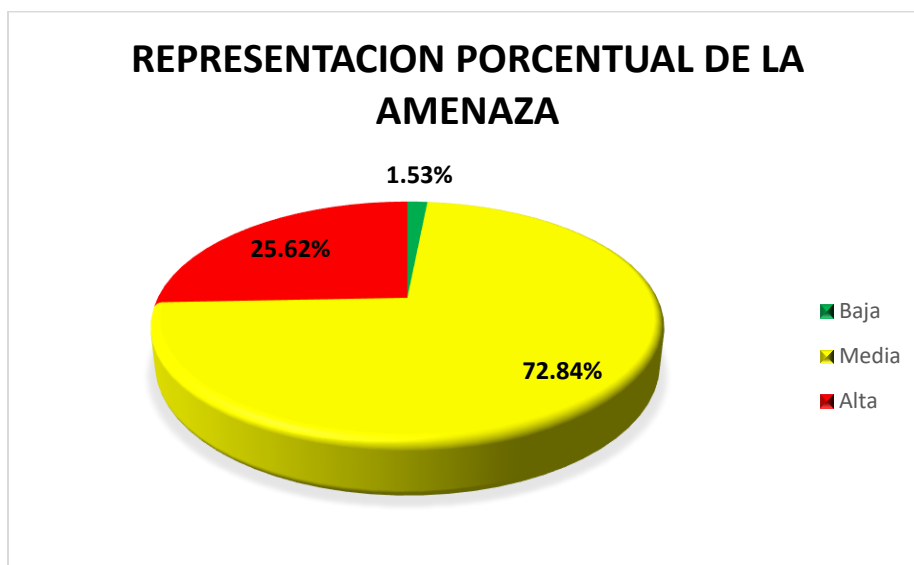
FUENTE: TOMADO DE (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021) Y MODIFICADO POR AUTORES, 2023

Figura 111. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el Área de estudio del Plan Parcial

De acuerdo con lo expuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá del 2021, el suelo urbano y de expansión urbana se categoriza en tres niveles de amenaza por movimientos en masa tal y como se describe a continuación:

- Amenaza Alta. Son zonas donde existe una probabilidad mayor al 44% de que se presente un movimiento en masa en un periodo de 12 años, con factor de seguridad menor de 1,1.
- Amenaza Media. Son zonas donde existe una probabilidad entre el 12% y 44% de que se presente un movimiento en masa en un periodo de 12 años, con factor de seguridad mayor o igual que 1,1 y menor de 1,9.
- Amenaza Baja. Son zonas donde existe probabilidad menor al 12 % de que se presente un movimiento en masa en un periodo de 12 años con factor de seguridad mayor o igual a 1,9.

Del mapa de zonificación de amenazas de la Figura 111 para la zona del Plan parcial, se puede concluir que las zonas con categoría baja por movimientos en masa corresponde al 1.53%(0.29 Ha) del área del Plan parcial; La categoría media por movimientos en masa, representa el 72.84% de la totalidad del área proyectada del Plan parcial; Finalmente la categoría con amenaza alta por movimientos en masa, corresponde al 25.62%(4.92 ha) del área total del Plan Parcial.



FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 112. Representación porcentual de las categorías de amenaza por movimientos en masa dentro del área del proyecto de Plan Parcial

Tabla 100. Distribución porcentual y de extensión para las categorías amenaza por movimientos en masa dentro del Proyecto de Plan parcial

AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA		
Categoría	Área (Ha)	Área (%)
Baja	0.29	1.53%
Media	13.98	72.84%
Alta	4.92	25.62%
TOTAL	19.19	100%

FUENTE: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Ahora bien, dentro de la ejecución del proyecto del Plan Parcial, se realizó un análisis de amenaza para este tipo de evento, el cual y a partir de factores de seguridad se categorizaron los diferentes niveles de amenaza presente en el área de estudio para los escenarios actuales del terreno y con proyecto.

Tabla 101. Categorización de la amenaza por rangos de factor de seguridad (FS) - Condición normal

Categoría de amenaza	Factor de Seguridad
Amenaza baja	$FS \geq 1.50$
Amenaza media	$1.10 \leq FS < 1.50$
Amenaza Alta	$FS < 1.10$

FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

Tabla 102. Categorización de la amenaza por rangos de factor de seguridad (FS) - Condición Extrema

Categoría de amenaza	Factor de Seguridad
Amenaza baja	$FS \geq 1.10$
Amenaza media	$1.00 \leq FS < 1.1$
Amenaza Alta	$FS < 1.00$

FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

Se han tomado dos secciones longitudinales ortogonales a las líneas de nivel para las cuales se han elaborado los cortes geológicos. La roca de la formación Guadalupe (Kg) y sus subgrupos se referencian en los cortes geológicos con la nomenclatura establecida por la resolución para el capítulo Geología para Ingeniería.

Dentro de estos cortes se tienen secciones de análisis en sitios de trincheras para las cuales se ha extraído la topografía, las características geológicas y la foto correspondiente. Se aclara que dentro del plano de geomorfología y procesos no se encuentran movimientos en masa, los escarpes identificados son frentes de explotación minera antiguos y en cada uno de ellos se ha elaborado el análisis de estabilidad correspondiente.

Se han utilizado métodos de análisis y cálculo de reconocida validez, aplicables a los mecanismos de falla identificados, y cuyos requerimientos de información de entrada, son coherentes con los parámetros geotécnicos obtenidos mediante los trabajos realizados.

7.1.1 Amenaza actual por movimientos en masa del terreno

La evaluación de la amenaza se realizó para el escenario actual del terreno considerando los procesos identificados como parte del modelo geológico-geotécnico propuesto para los distintos sectores: este análisis se realizó para dos condiciones: a) sin sismo y con la condición actual de agua y b) con sismo y condiciones extremas de agua, definidas con base en los resultados de los estudios básicos de sismología y drenaje superficial.

Tabla 103. Resultado de los análisis de amenaza para la condición actual del terreno

ESCENARIO ACTUAL CORTE A-A' FALLA ROTACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
10.229	10.266	10.179	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	

5.1755	5.2004	5.1414	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE B-B' FALLA ROTACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
10.418	10.426	10.408	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
5.7931	5.7983	5.786	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE C-C' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
186,780	362,510	22,101	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
115,521	216,277	14,418	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE A-A' FALLA TRANSLACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
10.934	10.956	10.903	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
5.1835	5.1961	5.1664	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE B-B' FALLA TRANSLACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza

Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
10.549	10.556	10.54	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
5.4701	5.4842	5.4508	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE D-D' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
213,137	413,523	25,502	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
132,342	256,632	15,067	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE E-E' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
200,736	389,521	23,902	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
126,255	244,853	15,137	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE F-F' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			

básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
223,824	434,209	26,881	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
137,188	265,985	14,233	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE G-G' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
142,769	277,328	16,422	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
91,392	177,423	10,721	0,0	BAJA
ESCENARIO ACTUAL CORTE H-H' FALLA PLANAR				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
290,476	563,211	30,996	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
290,476	346,649	13,075	0,0	BAJA

FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

7.1.2 Amenaza por movimientos en masa para el escenario con proyecto

Este análisis se llevó a cabo para el Escenario con proyecto, acorde con las situaciones generadas por el cambio de uso, incluyendo las obras de urbanismo y el plan de construcciones más probable. Se ha tenido en cuenta en cada caso, los cortes, las excavaciones, los rellenos, las sobrecargas y las modificaciones del drenaje.

En cada corte inicial evaluado para la situación actual se han incluido las obras descritas y se ha realizado el análisis de estabilidad con el fin de determinar se existen probabilidad de movimientos en masa, inducidos durante y después de la construcción de las obras en el área de estudio. Este análisis se realizó para las mismas condiciones de agua y sismo definidas en el escenario de situación actual, incluyendo los abatimientos producidos por la construcción de obras de contención y su respectivo drenaje.

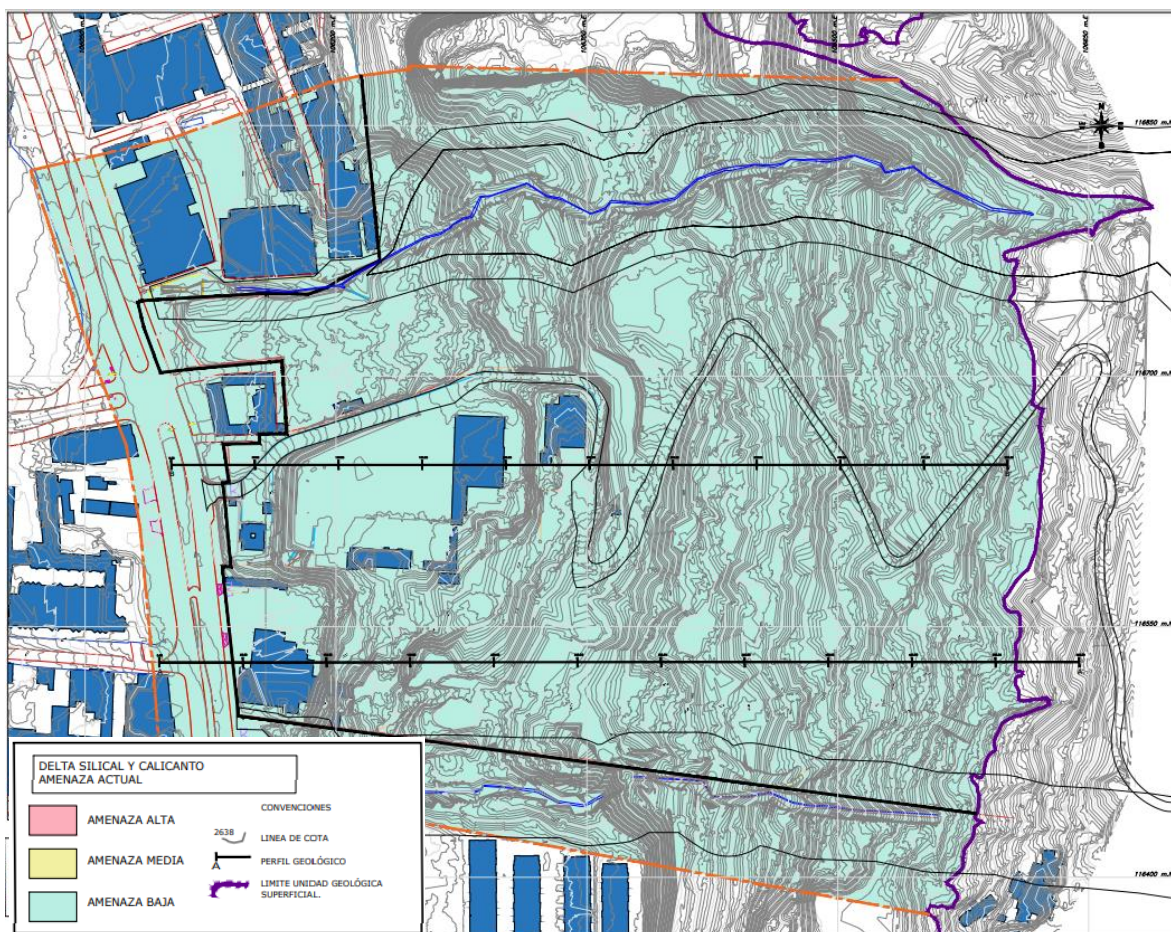
Tabla 104. Resultado de los análisis de amenaza para la condición con proyecto

ESCENARIO PROYECTO CORTE A-A' FALLA ROTACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
100,650	100,990	100,180	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
51,442	51,693	51,101	0,0	BAJA
ESCENARIO PROYECTO CORTE B-B' FALLA ROTACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
105,150	105,220	105,050	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
58,161	58,208	58,096	0,0	BAJA
ESCENARIO PROYECTO CORTE A-A' FALLA TRANSLACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S. Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
106,890	107,100	106,600	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				

Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
52,432	52,561	52,256	0,0	BAJA
ESCENARIO PROYECTO CORTE B-B' FALLA TRANSLACIONAL				
Parámetros Criterio 1 (NORMAL)				Amenaza
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
95,335	95,390	95,260	0,00	BAJA
Parámetros Criterio 2 (CRÍTICO)				
Factor de seguridad	Montecarlo			
básico	F.S Máx.	F.S. Min.	Probabilidad %	
55,008	55,113	54,865	0,0	BAJA

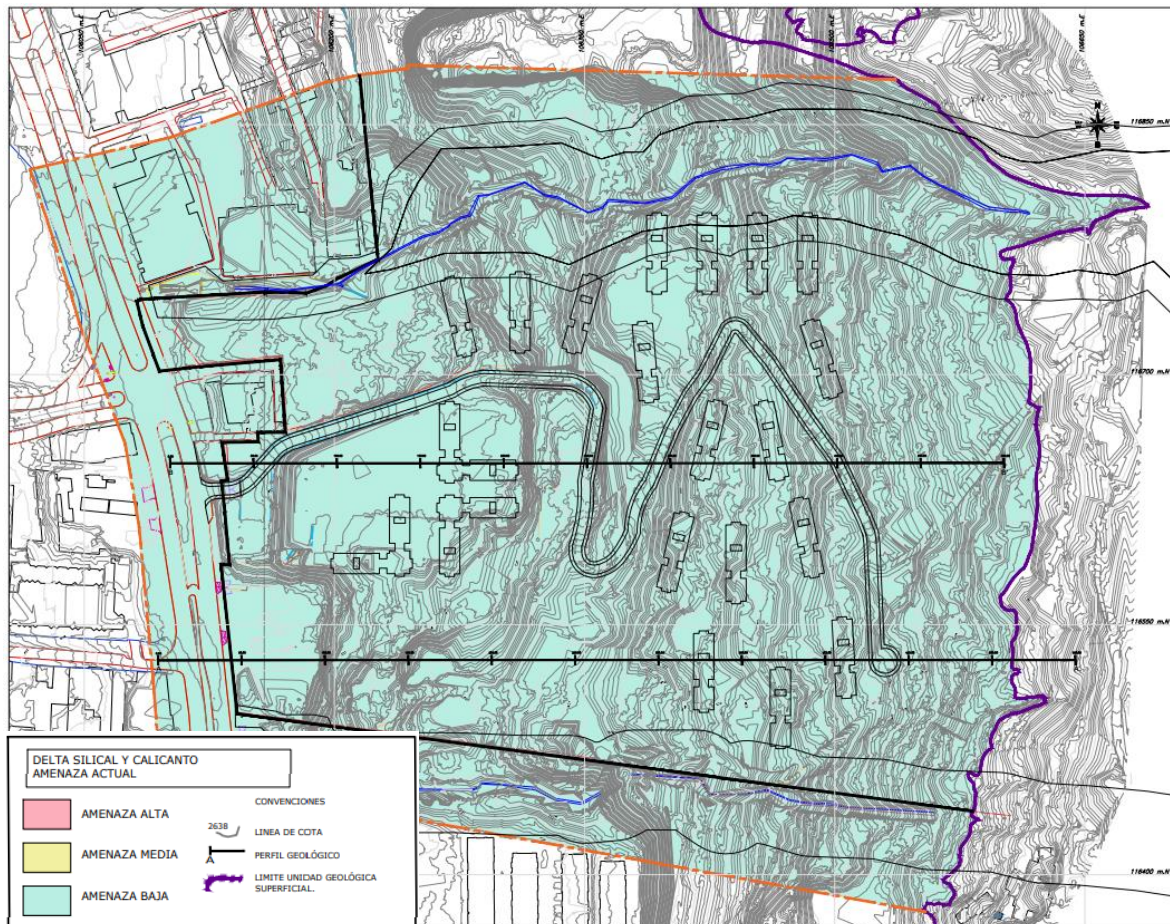
FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

En la determinación del área de la amenaza por movimientos en masa se ha tenido en cuenta el alcance o desplazamiento máximo de la masa con potencial de movilización (distancia de viaje), así como su posibilidad de avance retrogresivo. Para el Escenario con proyecto, el plano de zonificación de amenaza, se encuentran reflejados los cambios topográficos producto del cambio de uso propuesto.



FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

Figura 113. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el escenario sin proyecto



FUENTE: (LFO ingenieros de suelos S.A.S, 2023)

Figura 114. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el escenario con proyecto

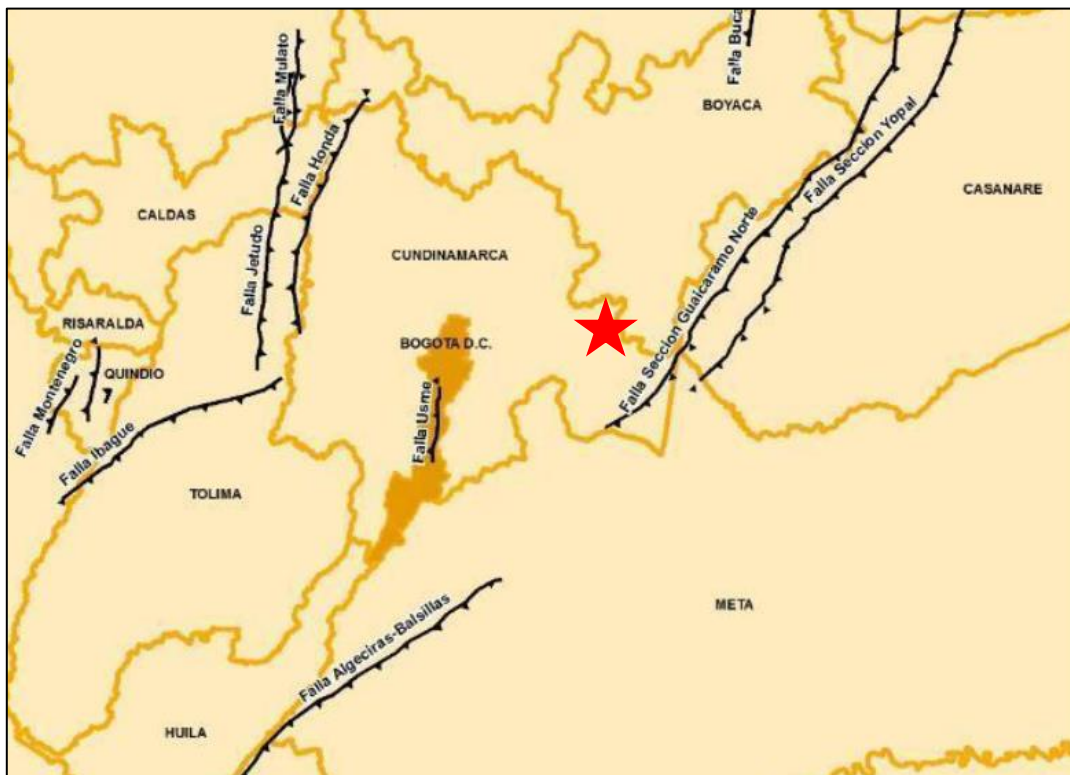
7.2 Amenaza sísmica

Según el POT de Bogotá (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO - IDIGER, 2021), la sismicidad en Colombia está relacionada con la actividad en la zona de subducción del pacífico colombiano y en las fallas geológicas activas del país. Una de las zonas con mayor concentración de eventos sísmicos en Colombia es el “Nido sísmico de Bucaramanga”, con epicentros ubicados en la zona de la Mesa de Los Santos en el departamento de Santander.

La ciudad de Bogotá está localizada en un ambiente sismotectónico que demuestra desde el punto de vista geológico, actividad sísmica reciente; por otra parte, según los datos históricos, en los últimos quinientos años la sismicidad en Bogotá y su área cercana ha sido importante. En la capital, tres sismos han causado destrucción parcial de la ciudad (1785, 1827, 1917) alcanzando intensidades de VIII, y cuatro sismos han causado daños serios (1743, 1826, 1923, 1967) con intensidad VII.



Es así como Bogotá, de acuerdo con los estudios geológicos de la región, está expuesta a la actividad sísmica generada por los diversos sistemas de fallas geológicas activas existentes en el país, en mayor o menor grado en función de la distancia de la capital a estos sistemas, tales como el sistema de Falla Frontal de la Cordillera Oriental (Falla Guaicáramo, Falla Algeciras), Falla Usme, Honda e Ibagué. De estos, la Falla Frontal de la Cordillera Oriental, ubicada a 40 km de la ciudad, representa la mayor contribución a la amenaza sísmica de Bogotá.



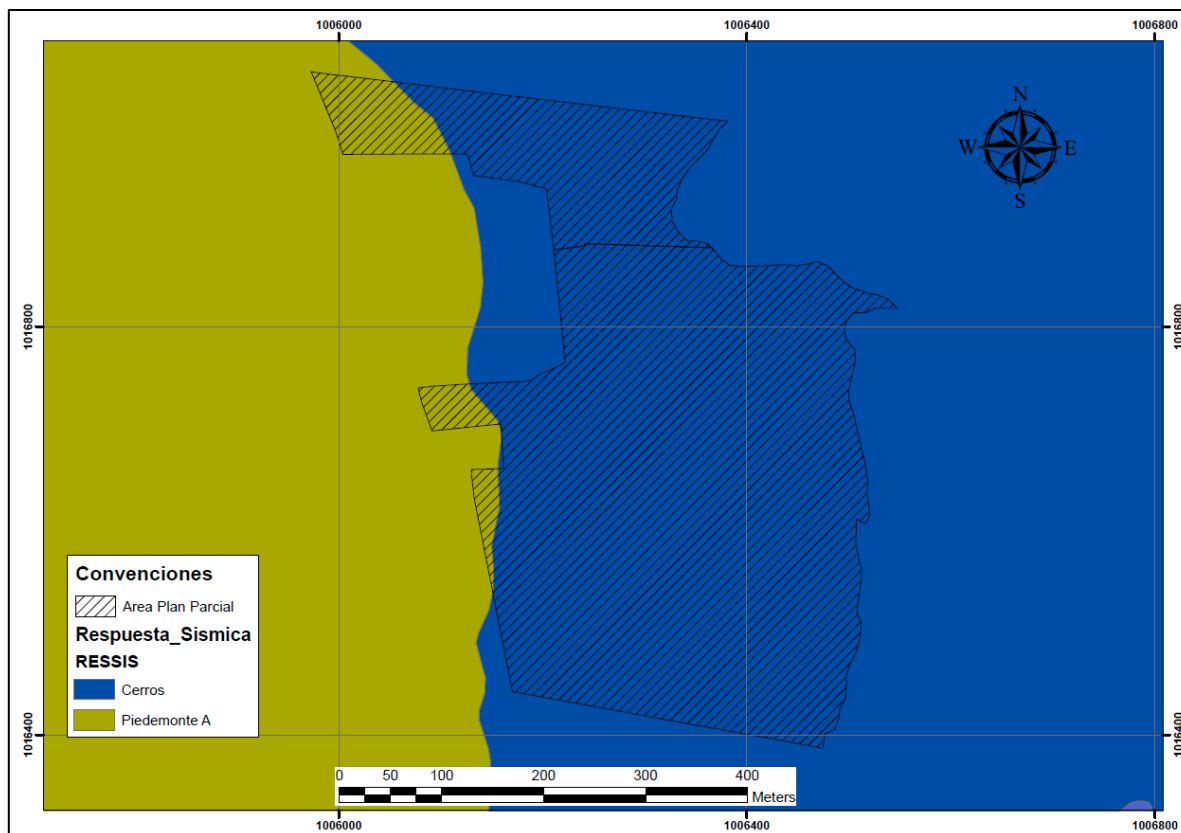
FUENTE: TOMADO DE (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021)

Figura 115. Fallas geológicas activas cercanas a la Ciudad de Bogotá

Ahora bien, la ciudad de Bogotá cuenta con estudios detallados de respuesta dinámica de los suelos por la actividad sísmica regional, conocidos como microzonificación sísmica. A partir de estos estudios, que están reglamentados en el Decreto Distrital 523 de 2010 por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C., se han definido parámetros de sismo resistencia para el diseño y análisis de edificaciones.

En ese sentido, el área de Plan Parcial presenta dos unidades de microzonificación sísmica, la primera de ellas es la zona de Cerros, sobre la cual se desconoce el espesor del depósito; Tiene un periodo fundamental del suelo $< 0.3s$, pertenece a rocas sedimentarias y depósitos de ladera, además presenta una velocidad de onda promedio V_s de 50m/s y una humedad promedio $> 10\%$. La segunda zona sísmica identificada corresponde al Piedemonte A cuyas características corresponden a un espesor del depósito $< 50m$, un periodo fundamental del suelo entre 0.3-0.6 s, corresponden además a suelos coluviales y aluviales con

intercalaciones de arcillas blandas, con velocidades de onda promedio entre 200-750 m/s. Lo anteriormente descrito se representa en la figura xx, la cual muestra la zonificación micro sísmica dentro del área del proyecto de Plan Parcial.



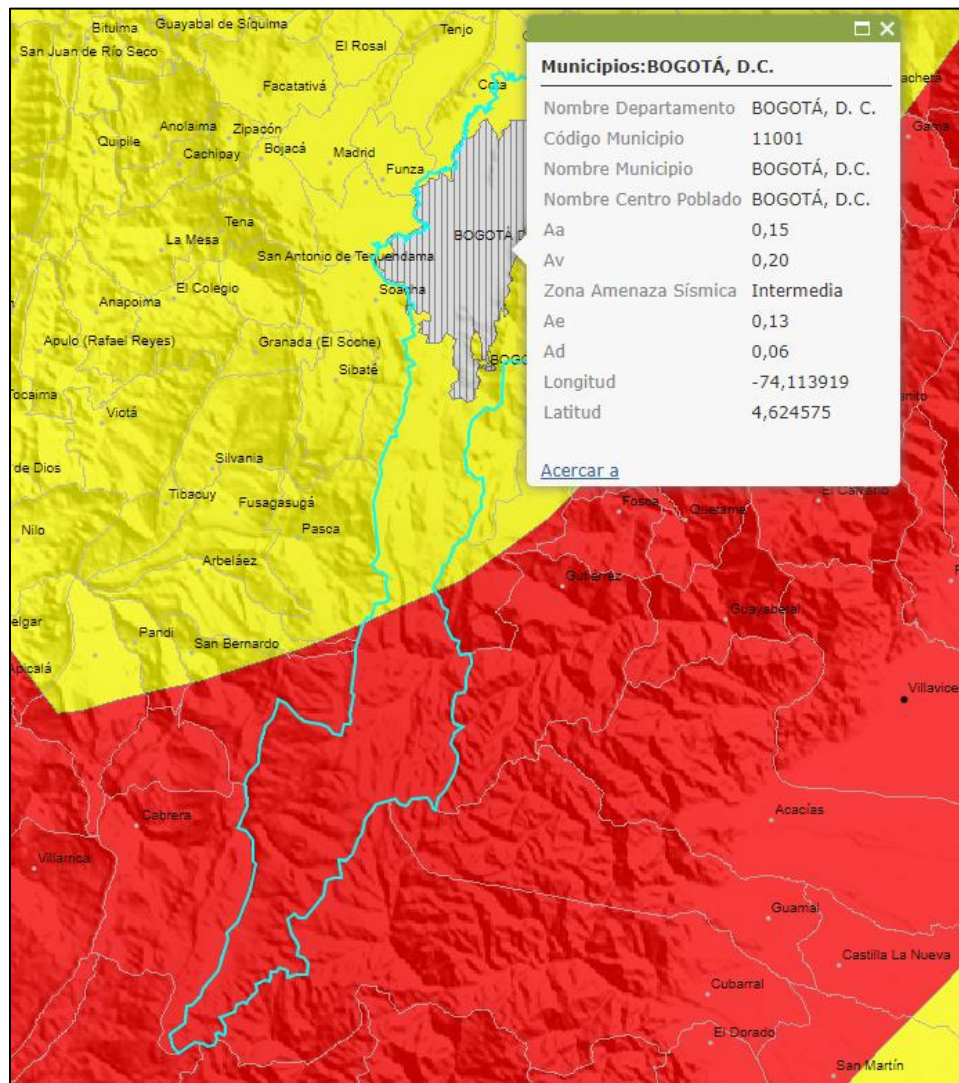
FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de GEstion del Riesgo y Cambio Climatico, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 116. Mapa de microzonificación sísmica para el Área de estudio del Plan Parcial

Es importante indicar que este mapa define los espectros de respuesta para el diseño de nuevas edificaciones o el reforzamiento de edificaciones antiguas en los suelos urbanos y de expansión, a ser considerados. Para el caso de las zonas rurales y centros poblados, los espectros de respuesta deberán elaborarse conforme lo especificado en El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En este sentido, para el ordenamiento territorial y el desarrollo de infraestructura se plasmarán estos aspectos y no se considera necesaria la actualización o incorporación de planos normativos referente al escenario de riesgo sísmico.

Igualmente, se aclara que este mapa de zonificación de la respuesta sísmica no se puede categorizar en rangos de amenaza, como el mapa nacional, dado que representa la respuesta para diferentes rangos de periodo de vibración de las edificaciones, es decir, la intensidad de la amenaza sísmica dependerá de las características estructurales de cada edificación.

Sin embargo y para tener en cuenta una categoría de amenaza, la Norma sismo Resistente (NSR-10) define los movimientos sísmicos de diseño en función de la aceleración pico efectiva, representada por el parámetro A_a , y la velocidad pico efectivo, representada por el parámetro A_v , en las zonas donde no existe estudios de respuesta sísmica. Estos parámetros son divididos en regiones según su valor y de igual modo se asocian a las zonas de amenaza sísmica definida en “Estudio de amenaza sísmica para Colombia” como se observa en la siguiente figura.



FUENTE: TOMADO DE (Servicio Geológico Colombiano, 2010)

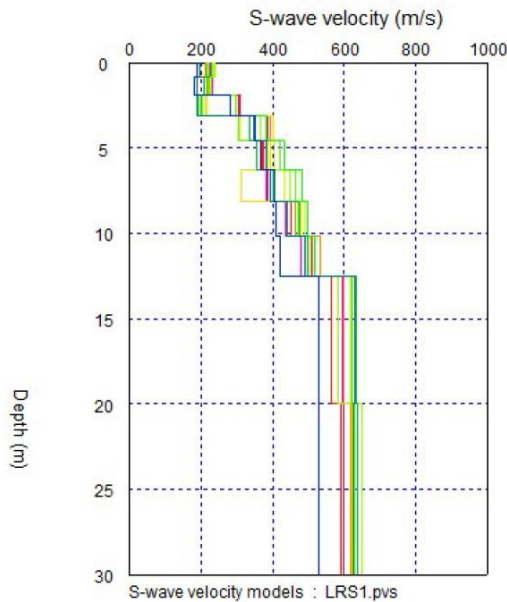
Figura 117. Mapa de categorización de amenaza sísmica para Bogotá y para el área de Plan Parcial (Escala Nacional)

Ahora bien, es importante mencionar que se realizó una exploración indirecta mediante 10 líneas de refracción sísmica. Con estos valores se confirmó la presencia de este tipo de materiales y su incidencia en la definición del modelo geológico-geotécnico y en la definición del valor de aceleración máxima en superficie A_0 , de acuerdo con la zona geotécnica correspondiente.

Se ha tomado el valor de aceleración máxima en superficie (A0) correspondiente para un período de análisis de 50 años y una probabilidad de excedencia no mayor al 10%.

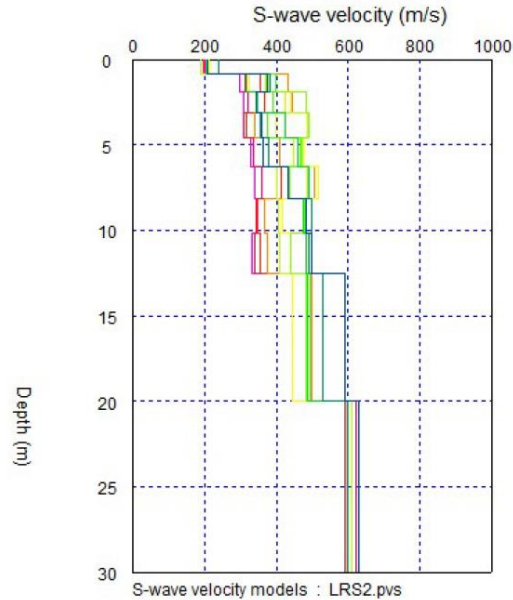
Debido a que las cargas sísmicas horizontales o laterales aplicadas sobre los elementos de cimentación (superficiales o profundos) de las edificaciones y otras estructuras, pueden tener efectos sobre la estabilidad de los taludes cuando se tiene proximidad a la corona de estos, se ha realizado la modelación y evaluación de estabilidad teniendo en cuenta estos efectos.

Aun cuando los resultados de campo y laboratorio dan como resultado la existencia de roca desde la superficie, las velocidades de cortante obtenidas (ver Figura 118 a Figura 127 de velocidad de onda de LRS 1 a 10) indica material con Vs mayor o igual a 750 m/s bajo los 30 m en la zona baja y 10 m de profundidad en la zona alta. Se toma en los modelos Roca meteorizada desde la superficie hasta dicha profundidad y bajo esta Roca impenetrable.



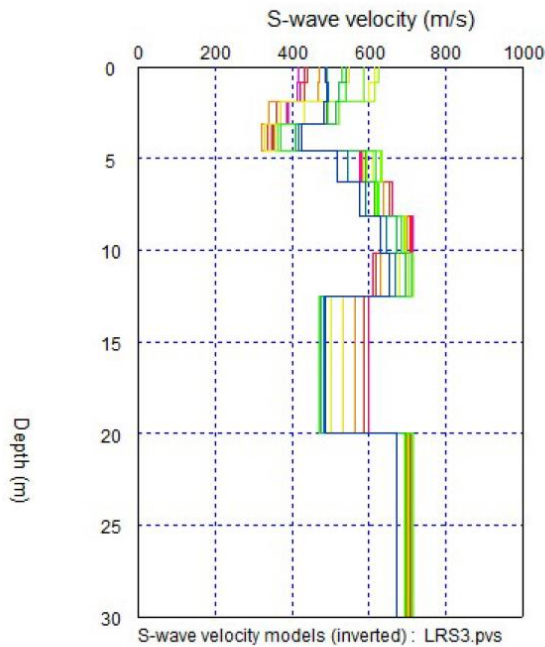
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 118. Velocidad de onda LRS 1



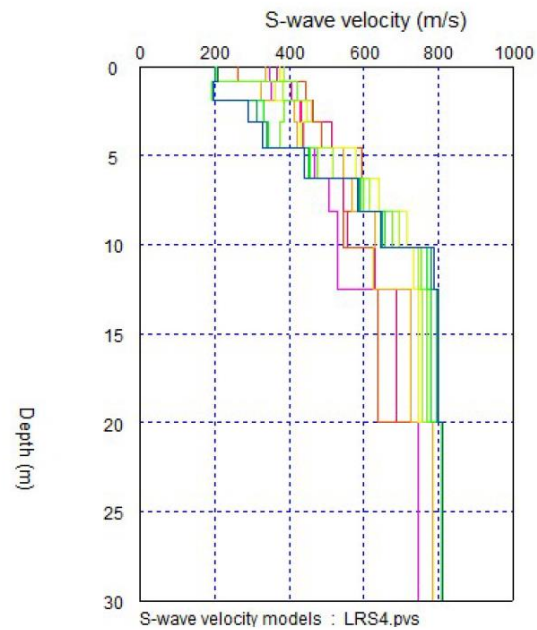
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 119. Velocidad de onda LRS 2



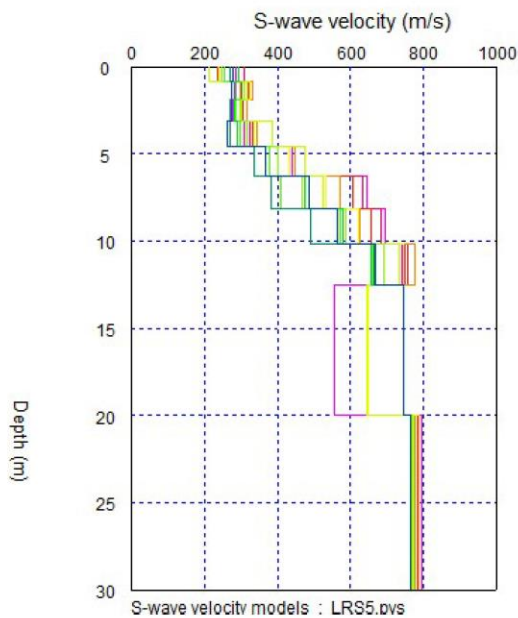
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 120. Velocidad de onda LRS 4



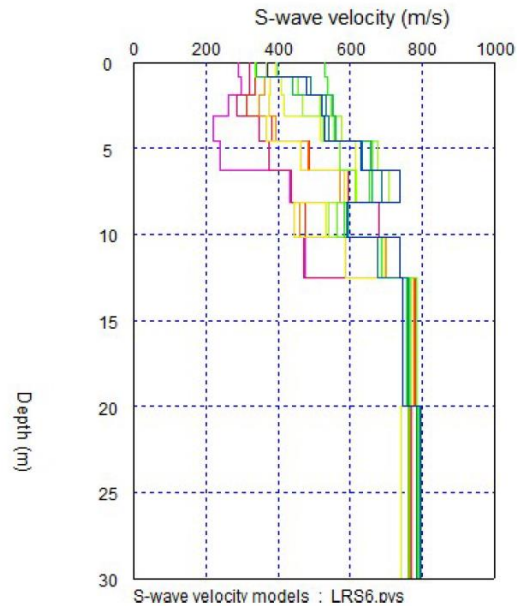
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 121. Velocidad de onda LRS 4



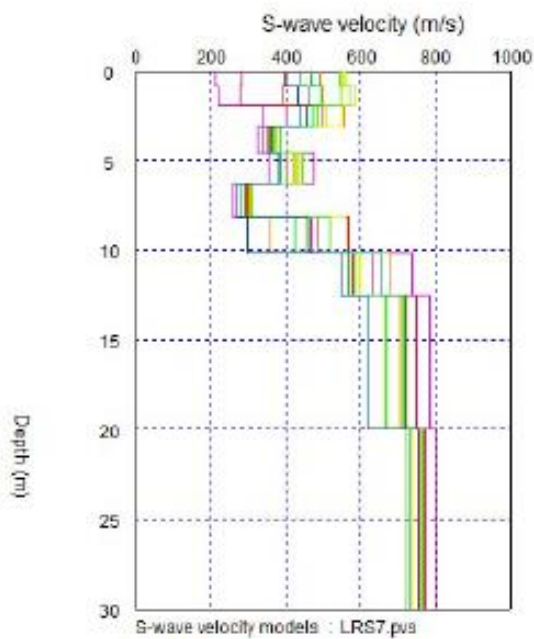
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 122. Velocidad de onda LRS 5



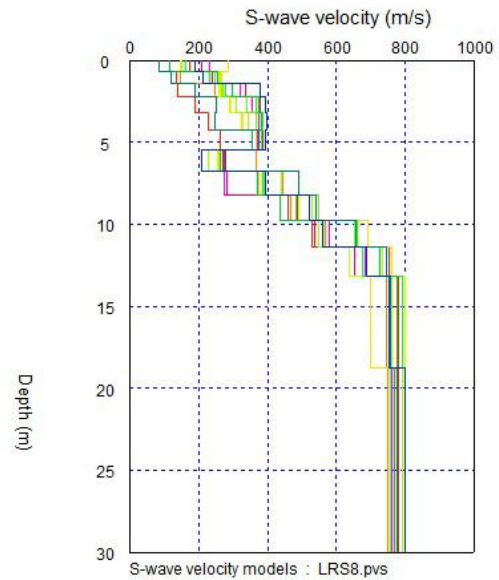
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 123. Velocidad de onda LRS 6



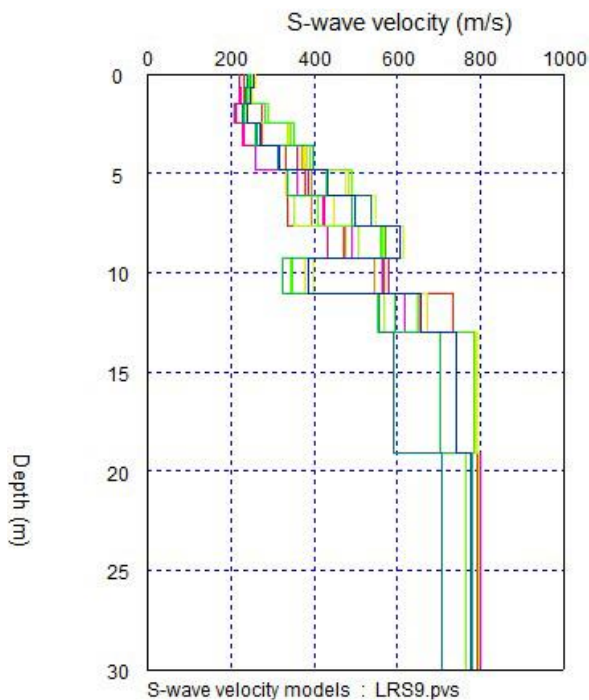
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 124. Velocidad de onda LRS 7



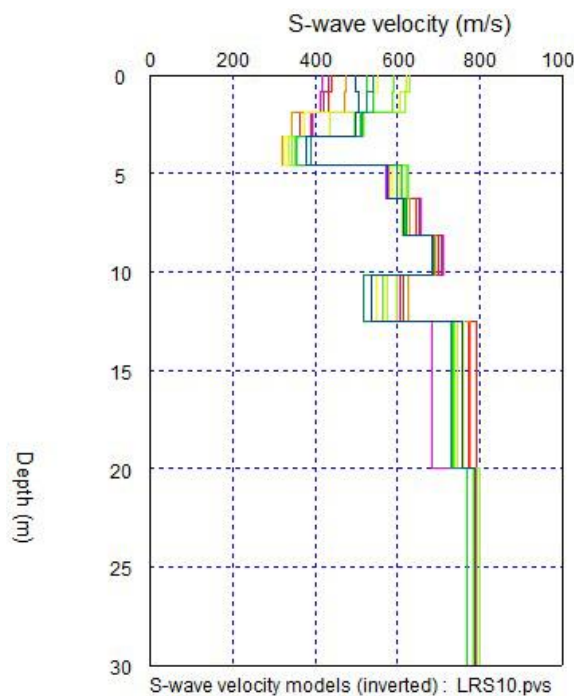
FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 125. Velocidad de onda LRS 8



FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 126. Velocidad de onda LRS 9



FUENTE: (LFO ingenieros de
suelos S.A.S, 2023)

Figura 127. Velocidad de onda LRS 10

7.3 Amenaza por inundación

La inundación es un evento natural y recurrente que se produce como resultado de precipitaciones intensas o continuas, que al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de drenaje de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación y terrenos aledaños a los cursos de agua (Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos, 1993). Las inundaciones suelen ser descritas en términos de su frecuencia estadística. Una "inundación de 100 años" o "una llanura de inundación de 100 años" se refiere a un evento o un área expuesta a un 1 % de probabilidad que ocurra una inundación de un determinado volumen en cualquier año dado. Este concepto no significa que una inundación ocurrirá sólo una vez cada 100 años. Si es que ocurre o no en un determinado año no cambia el hecho de que siempre hay una probabilidad del 1 % de que ocurra algo similar al año siguiente. Dado que las llanuras de inundación pueden ser cartografiadas, los linderos de una inundación de 100 años se utilizan comúnmente en programas de mitigación de llanuras de inundación, para identificar las áreas donde el riesgo es significativo. Se puede seleccionar cualquier otra frecuencia estadística para un evento de inundación, según el grado de riesgo que se decida evaluar, llanuras de 5 años, 20 años, 50 años, o 500 años. (Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos, 1993).

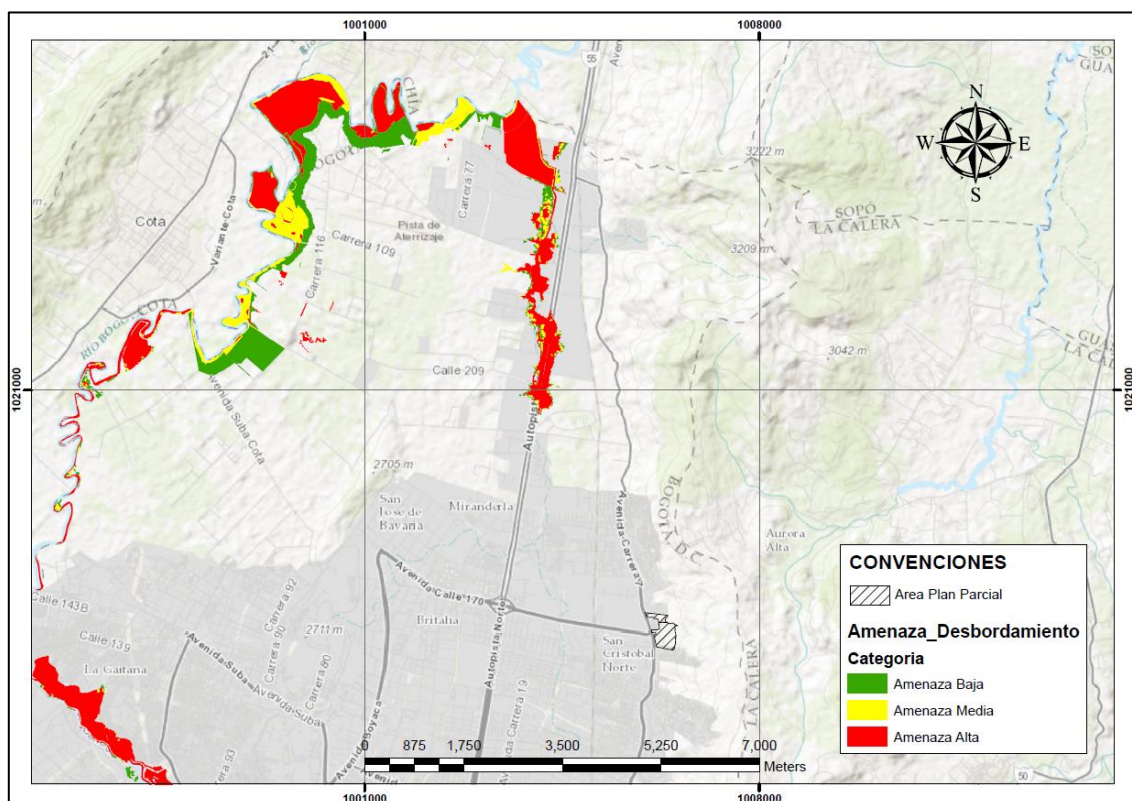
Teniendo en cuenta lo descrito en el Anexo técnico 2B, (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO – IDIGER, 2021), el análisis de inundación se realizar para 3 escenarios los cuales corresponde a Encharcamientos, desbordamiento y rompimiento de Jarillón. De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta el área del proyecto del plan parcial, para escenarios relacionados con encharcamientos, la zona se encuentra categorizada con amenaza baja, tal y como se muestra en la Figura 128.



FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 128. Amenaza por inundación bajo el escenario de encharcamiento para el área de proyecto del Plan Parcial (cuadro color negro)

Lo análisis de amenaza por inundación que se realizar dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, para el escenario de desbordamiento, indican que las corrientes hídricas que cruzan el área del plan parcial (Serrezuela y El Encuentro) no presentan amenaza por desbordamiento. Lo anterior se verifica y se sustenta a partir de la revisión del Anexo Técnico No. 2A “Estudios básicos amenaza por inundación por desbordamiento en suelo rural y en el Anexo Técnico No. 2B “Amenaza por inundación suelo urbano y de expansión. (Ver Figura 129).

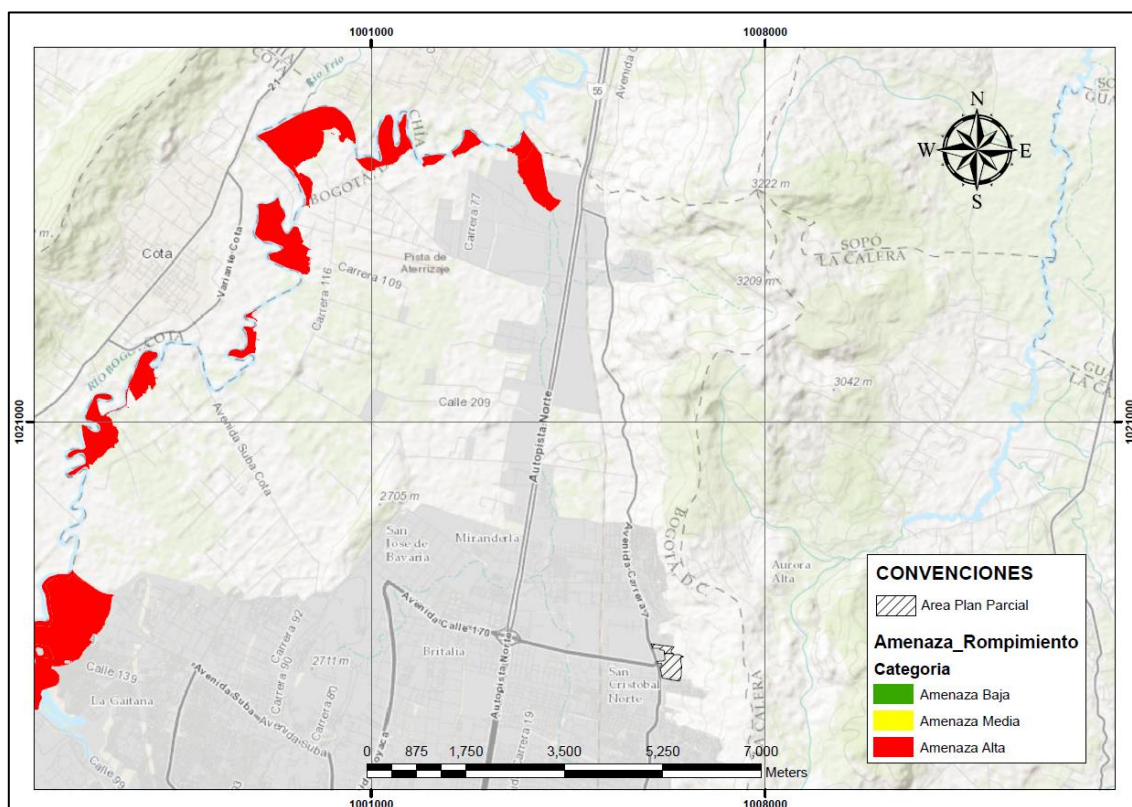


FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 129. Amenaza por inundación bajo el escenario de desbordamiento para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado)

Finalmente, y a partir de la modelación hidráulica realizada por el IDIGER simulando el rompimiento de los Jarillones existentes en la Ciudad de Bogotá, la Entidad evaluó cuatro puntos de ruptura los cuales se eligieron en zonas donde se observaron algunos problemas como socavación o falta de continuidad en las estructuras longitudinales, así como los criterios geomorfológicos (planicie aluvial estrecha al norte o amplia al sur) o de la concentración de viviendas eventualmente vulnerables. También se incluyeron zonas en donde se presentan meandros con curvas cerradas, y adicionalmente, el terreno que se encuentra al otro lado de la estructura presenta diferencias de alturas entre cuatro y cinco metros respecto a la corona del Jarillón. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO – IDIGER, 2021).

Los cuatro sitios se ubican en las localidades de Suba, Fontibón, Kennedy y Bosa, siendo estos puntos, lejanos al área del Plan Parcial, disminuyendo la probabilidad de afectación de los predios en evaluación del Plan Parcial ante eventos de inundación para escenarios de rompimiento de Jarillones. (Ver Figura 130).



FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de GEstion del Riesgo y Cambio Climatico, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 130. Amenaza por inundación bajo el escenario de rompimiento de Jarillones para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado)

7.4 Amenaza por avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales desde el punto de vista geomorfológico son un tipo de movimiento en masa caracterizado por el flujo rápido de una mezcla caótica de sólidos y agua que pueden desplazarse a grandes velocidades; dependiendo de la naturaleza de los materiales involucrados y de los tipos de flujo que se dan, se pueden presentar diferentes tipos de fenómeno. Una clasificación general incluye en este grupo los movimientos en masa, las avenidas torrenciales, flujos hiperconcentrados, flujos de lodos, flujos de escombros y transiciones entre otras (Acosta, 2011)

Para la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo UNGRD 2018, una avenida torrencial se puede definir como una creciente excepcional de un cauce que supera los niveles máximos históricos en la que su caudal se compone de agua mezclada con material rocoso de diferentes tamaños que van desde bloques hasta arcillas. Para esta misma entidad. “Ninguna avenida torrencial de importancia que transite por un cauce deja de depositar sedimentos en sus márgenes, los cuales muestran características estratigráficas y texturales íntimamente asociados a sus condiciones genéticas. La combinación del origen con los rasgos geomorfológicos locales de la cuenca estudiada y los depósitos respectivos

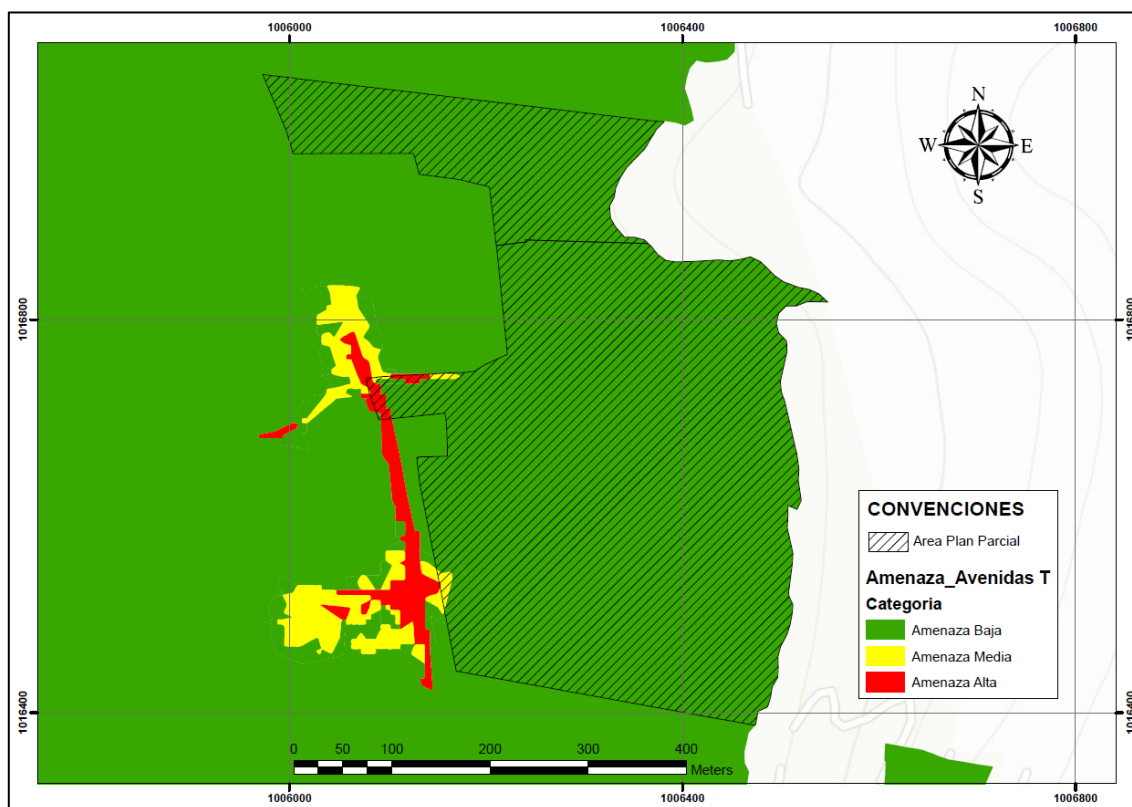
permiten interpretar a cabalidad el carácter torrencial y conocer las probables dimensiones de eventos futuros”.

Según Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, para el desarrollo de los estudios de amenaza por avenidas torrenciales, el proceso adelantado fue la identificación de las cuencas con comportamiento torrencial, que corresponden a las que dan origen a las corrientes de los cerros orientales y las subcuencas del río Tunjuelo, que se ubican al sur de la ciudad y desde el centro de Usme hasta la desembocadura en el río Bogotá; la modelación hidrológica e hidráulica de las cuencas asociadas a las corrientes naturales, cuya área aferente es mayor a 50 ha; y, la concentración de sedimentos producto de los procesos de remoción en masa, que pueden llegar a incorporarse al flujo.

Para el suelo urbano y de expansión el Anexo 13 de Gestión del riesgo y cambio climático del POT de Bogotá, se define una categoría de amenaza, teniendo en cuenta el carácter indicativo de los estudios realizados, enfocados en la identificación del comportamiento torrencial de las cuencas hidrográficas para la priorización de estudios en el corto, mediano y largo plazo. En ese mismo sentido define las tres categorías de evaluación de la amenaza por avenidas torrenciales como:

- Amenaza alta. Corresponden a las zonas de desborde del cauce delimitadas para el caudal del periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de flujo superior a 1,0m y/o una velocidad de flujo superior a 1,5 m/s.
- Amenaza media. Hace referencia a las zonas de desborde del cauce delimitada para el caudal del periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de flujo entre 0,4 m y 1,0 m y/o una velocidad de flujo entre 0,4 y 1,5 m/s.
- Amenaza baja. corresponde a las zonas de desborde del cauce delimitadas para el caudal del periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de flujo igual o mayor que 0 m e inferior a 0,4 m, y/o una velocidad de flujo igual o mayor que 0 m/s e inferior a 0,4 m/s.

Sin embargo, el mapa de amenaza rural, el cual enmarcaría los Cerros Orientales, límite del área de Plan Parcial, no hace referencia de zonas con amenaza media o alta ante eventos de avenidas torrenciales. De igual forma, el análisis para el suelo urbano y de expansión, tampoco muestra en las inmediaciones de los predios de estudios, categorías asociadas a eventos torrenciales. (Ver Figura 131).



FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de GEstion del Riesgo y Cambio Climatico, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 131. Amenaza por avenidas torrenciales para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado)

7.5 Amenaza por incendios forestales

De acuerdo con la UNGRD (2013) un incendio forestal es el fuego que se propaga sin control, consumiendo material vegetal en áreas rurales, siendo ocasionado en un 95% por acciones humanas. Los incendios forestales son una amenaza latente aún más en zonas donde la vegetación tiene un fustal de gran tamaño, como sucede en gran parte del área del Proyecto de Plan Parcial.

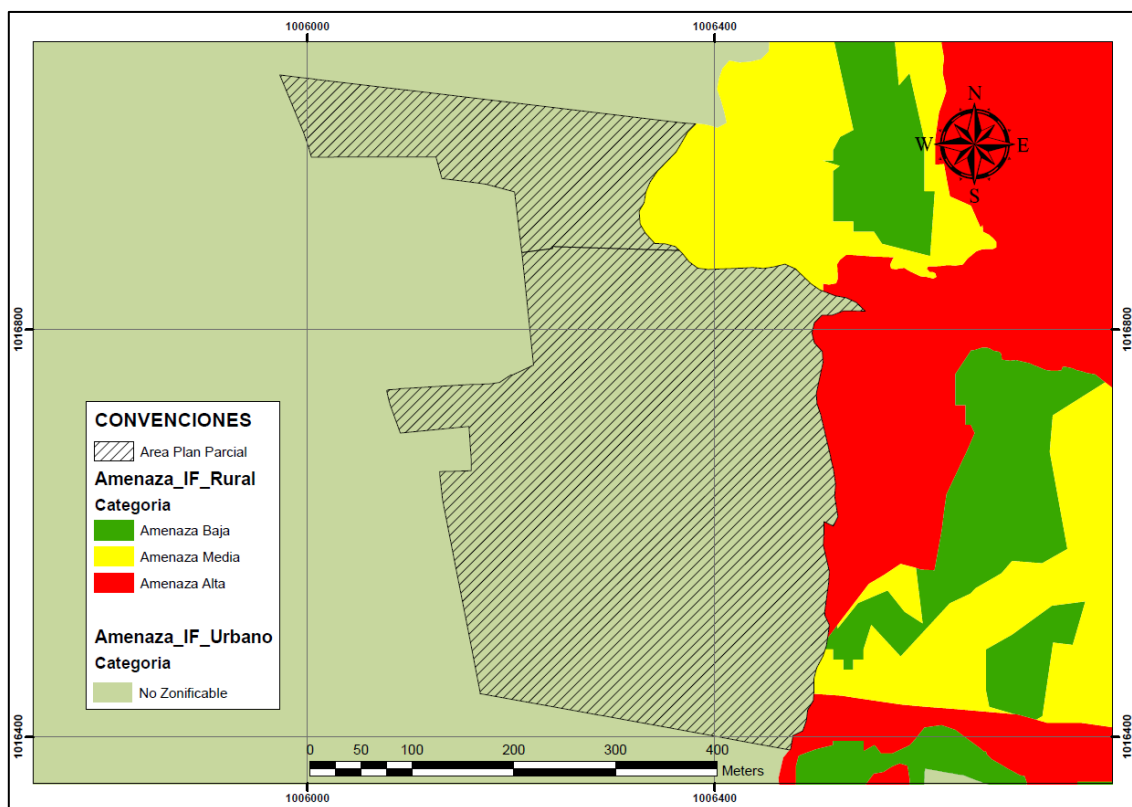
En el año 2002 se elaboró una zonificación de riesgo por incendios forestales para los Cerros Orientales, que no fue incorporado en los decretos 469 de 2003 y 190 de 2004; dicho mapa fue actualizado en el 2010 y posteriormente, en el año 2014, se realizó la zonificación de amenaza por incendios forestales para el suelo rural; en el 2018 se revisaron los diferentes estudios adelantados y dado que se había actualizado la información de algunas variables, como precipitación y temperatura, se generó el “Mapa de Amenaza por Incendios Forestales del Distrito Capital”.

En el Anexo Técnico 4 Incendios forestales del POT de Bogotá, menciona que los análisis para la evaluación de la amenaza para incendios forestales parte de la metodología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) del 2011, la cual fue ajustada con criterio de experto, a partir del registro histórico de incendios

y bajo las condiciones propias del Distrito Capital. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO - IDIGER, 2021). Dicho análisis presentado en el POT, corresponde a una escala 1:25000 e identifica los siguientes niveles de amenaza:

- Amenaza alta. Corresponde a zonas que, por sus condiciones de temperatura, precipitación, pendiente del terreno, tipo de vegetación y acceso de la población, presenta mayor posibilidad de que en ellas se presente un incendio forestal.
- Amenaza media. Corresponde a zonas que, por sus condiciones de temperatura, precipitación, pendiente del terreno, tipo de vegetación y acceso de la población, presenta posibilidad intermedia de que en ellas se presente un incendio forestal.
- Amenaza baja. Corresponde a zonas que, por sus condiciones de temperatura, precipitación, pendiente del terreno, tipo de vegetación y acceso de la población, presenta posibilidad baja de que en ellas se presente un incendio forestal.

Es importante resaltar que el para las áreas urbanas y de expansión, considerando el nivel de detalle de la información insumo con que se cuenta y sumado a que no se encontraron metodologías que permitan evaluar este tipo de fenómenos a escala local, la zonificación de amenaza para las áreas en suelo urbano y de expansión evaluadas, se realizó a escala 1:25.000 como se muestra en la Figura 132.



FUENTE: Tomado de (Instituto Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático, IDIGER, 2021) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 132. Amenaza por incendios forestales para el área de proyecto del Plan Parcial (Polígono color negro achurado)

Ahora bien, el área del proyecto del Plan Parcial cuenta con estudios realizados los cuales permite extraer información para aplicar una metodología para el cálculo de la amenaza por incendios forestales para el área de estudio.

En ese sentido, a partir de la metodología planteada por el IDEAM en el año del 2010, A continuación, se describen cada una de las variables consideradas en la zonificación de amenaza por incendios forestales.

7.5.1 Factores asociados a la cobertura vegetal

La clasificación y posterior calificación de la susceptibilidad de la vegetación (como factor fundamental de la amenaza), a incendios forestales o de la cobertura vegetal; se realizó a partir de la información obtenida del análisis de la condición pirogénica de la vegetación colombiana, basado en el modelo de combustibles desarrollado por Páramo 2007. Para ello se lleva a cabo una calificación de los factores de mayor relevancia que caracterizan la condición pirogénica y que tienen una alta importancia en el establecimiento de la susceptibilidad, para esto se calificaron las coberturas asociadas al área de influencia del proyecto en función del tipo de combustible, duración del combustible y carga total del combustible, como se muestra a continuación:

Tabla 105. Clasificación de susceptibilidad por tipo de combustible

Tipo de combustible	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Baja	1
Áreas urbanas	Baja	1
Árboles	Baja	2
Arboles/arbustos	Media	3
Arbustos	Alta	4
Hierbas	Alta	4
Pastos/hierbas	Muy alta	5
Pastos	Muy alta	5

FUENTE: (IDEAM I. I., 2007)

Tabla 106. Clasificación susceptibilidad por duración del combustible

Duración del combustible	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Baja	1
Áreas urbanas	Baja	1
100 horas	Baja	2
10 horas	Media	3

Duración del combustible	Categoría de amenaza	Calificación
1 hora	Alta	4

FUENTE: (IDEAM I. I., 2007)

Tabla 107. Clasificación de susceptibilidad por carga total de combustible

Carga total de combustible	Categoría de amenaza	Calificación
No combustibles	Baja	1
Áreas urbanas (< 1 Ton/ha.)	Baja	2
Baja (1 – 50 Ton/ha.)	Media	3
Moderada (50 – 100 Ton/ha.)	Alta	4
Muy alta (>100 Ton/ha.)	Muy alta	5

FUENTE: (IDEAM I. I., 2007)

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 108 se presentan la clasificación de la amenaza por incendios forestales de la cobertura vegetal:

Tabla 108. Rangos de clasificación de susceptibilidad por vegetación

Susceptibilidad por incendios	Rango de clasificación
Muy alta	12.01 – 15.00
Alta	9.01 – 12.0
Media	6.01 – 9.0
Baja	3.01 – 6.0
Muy baja	0.0 – 3.0

Fuente (IDEAM I. I., 2007)

7.5.2 Factores climáticos

Teniendo en cuenta que la susceptibilidad de la vegetación se ve afectada por factores externos de tipo climático que están íntimamente ligados a ella generando variaciones intrínsecas de sus cualidades principalmente en lo que hace referencia a la humedad contenida en los tejidos vegetales (influida directamente por la precipitación, humedad del suelo y temperatura ambiental), se consideró necesario generar una calificación de la susceptibilidad bajo las condiciones normales de precipitación y temperatura en el área de influencia del proyecto. En la Tabla 109 y en la Tabla 110 se presentan las clasificaciones mencionadas.

Tabla 109. Clasificación de amenaza considerando la precipitación total anual

Precipitación anual (mm)	Categoría de amenaza	Calificación
>7000	Muy Baja	1
3000-7000	Baja	2
2000-3000	Media	3
1000-2000	Alta	4
0-1000	Muy alta	5

Fuente: (IDEAM I. I., 2007)

Tabla 110. Clasificación de amenaza considerando las temperaturas medias anuales

Temperatura media anual (°C)	Categoría de amenaza	Calificación
<6°	Muy Baja	1
6° – 12°	Baja	2
12° – 18°	Media	3
18° – 24°	Alta	4
>24°	Muy alta	5

Fuente: (IDEAM I. I., 2007)

7.5.3 Factores topográficos

A partir del mapa de pendientes del terreno del área de influencia del proyecto, se calificaron las áreas de amenaza según este parámetro, tal como se presenta en la Tabla 111.

Tabla 111. Clasificación de amenaza considerando las pendientes del terreno

Pendiente media (%)	Categoría de amenaza	Calificación
0 – 7	Muy Baja	1
7 – 12	Baja	2
12 – 25	Media	3
25 – 75	Alta	4
>75	Muy alta	5

Fuente: (IDEAM I. I., 2007)

7.5.4 Consolidación de resultados para el cálculo de la susceptibilidad por coberturas

Una vez definidas las calificaciones para cada uno de los factores mencionados, se procedió a cruzar los resultados por coberturas con variables como la precipitación, la temperatura y el relieve (pendientes) características del área de influencia del proyecto, dando los siguientes pesos a cada una de las variables:

- Susceptibilidad por coberturas: 25%
- Precipitación total anual (mm): 30%
- Temperatura promedio anual (°C): 30%
- Relieve y/o pendientes (%): 15%

Mediante la herramienta de álgebra de mapas del software ArcGIS se procedió a realizar los cruces correspondientes. De acuerdo con lo anterior, a continuación, en la Tabla 112 se presentan la clasificación de la amenaza por incendios forestales:

Tabla 112. Rangos de clasificación de amenaza por incendios forestales

Amenaza por incendios	Rango de clasificación
Muy Alta	6.30-7.5
Alta	5.10-6.30
Media	3.9-5.10
Baja	2.7-3.9
Muy Baja	1.5-2.7

Fuente: Tomado de (IDEAM I. I., 2007) y modificado por Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

A partir de la creación de las capas de susceptibilidad por cobertura, de precipitación, temperatura y pendientes, se realiza el cruce cartográfico obteniendo el siguiente resultado.



Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

Figura 133. Mapa de amenaza por incendios forestales en el área del proyecto del Plan Parcial

8 ACCIONES AMBIENTALES Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

El presente numeral se presenta como complemento del estudio ambiental del Plan Parcial Delta Silical y Calicanto, encaminado a las acciones ambientales y mitigación de impactos, este se estructura a través de los programas con sus respectivas fichas ambientales. Por ende, se procede a adoptar dicho esquema, enmarcando el tema en los componentes agua, aire y suelo.

A continuación, en la Tabla 113 se establecen las Fichas de manejo que conforman el Plan de Manejo Ambiental como acciones ambientales para la mitigación de los posibles impactos generados.

Tabla 113. Estructura del Plan de Manejo Ambiental para el Plan Parcial

COMPONENTE	CÓDIGO	PROYECTOS
COMPONENTE AGUA	CAGPP - 01	Manejo de aguas lluvias
	CAGPP - 02	Manejo de aguas residuales domésticas
	CAGPP - 03	Manejo de cuerpos de agua
COMPONENTE AIRE	CAIPP - 04	Manejo calidad del aire
COMPONENTE SUELO	CSUPP - 05	Manejo de suelo
	CSUPP - 06	Manejo de Estériles y Escombros
	CSUPP - 07	Manejo de Vías
	CSUPP - 08	Manejo de residuos sólidos
	CSUPP - 09	Manejo de fauna y flora
	CSUPP - 10	Manejo paisajístico
	CSUPP - 11	Plan de Recuperación

Fuente: Unión Temporal B&B – SILMATEC, 2023.

8.1 Componente Agua

8.1.1 Manejo de aguas lluvias

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Agua		
PROGRAMA:	Manejo de aguas lluvias	CÓDIGO:	CAGPP - 01
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para las aguas lluvias, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental de las aguas lluvias en las zonas destinadas como zonas de disposición de material de interés.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración a la geoforma del terreno. • Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo y disposición de las aguas de escorrentía en las áreas del proyecto son: ➤ Se debe diseñar un canal colector de forma que se puedan captar todas las aguas que puedan presentarse por las aguas recibidas por las cunetas de las vías internas. ➤ Las cunetas se deben colocar en la parte interior de cada berma y construirse de tal forma que resistan la erosión de los sólidos que arrastra el agua y faciliten las labores de limpieza.			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Agua		
PROGRAMA:	Manejo de aguas lluvias	CÓDIGO:	CAGPP - 01

- La estructura del desarenador o piscina de sedimentación se debe limpiar en forma periódica y con mayor frecuencia durante las épocas de lluvia, por tanto, deben ubicarse en sitios que faciliten el acceso y el transporte de los sólidos sedimentados.

Se presentan algunas recomendaciones para diseñar cunetas, canales y desarenadores.

Diseño de canales y cunetas

Puesto que las obras de drenaje que se requieren para recolectar y conducir las aguas de escorrentía que llegan a las zonas de las excavaciones de la construcción son relativamente pequeñas, para estimar el caudal de diseño se utiliza el Método Racional, con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

Donde:

Q : Caudal, m³/s

I : Intensidad, mm/hr

A : Área aferente, km²

C : Coeficiente de escorrentía

Con el fin de diseñar la sección hidráulica de las cunetas y canales, se pueden emplear las ecuaciones de Colebrooke-White y Manning, respectivamente, para la condición de flujo turbulento totalmente desarrollado:

$$v = \frac{1}{\sqrt{32R * S * g * \log_{10}(k/14,8 * R)}}$$

$$v = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**



COMPONENTE:

Agua

PROGRAMA:

Manejo de aguas lluvias

CÓDIGO:

CAGPP - 01

Donde:

v : Velocidad media del flujo en el canal.

R : Radio hidráulico (área/perímetro mojado).

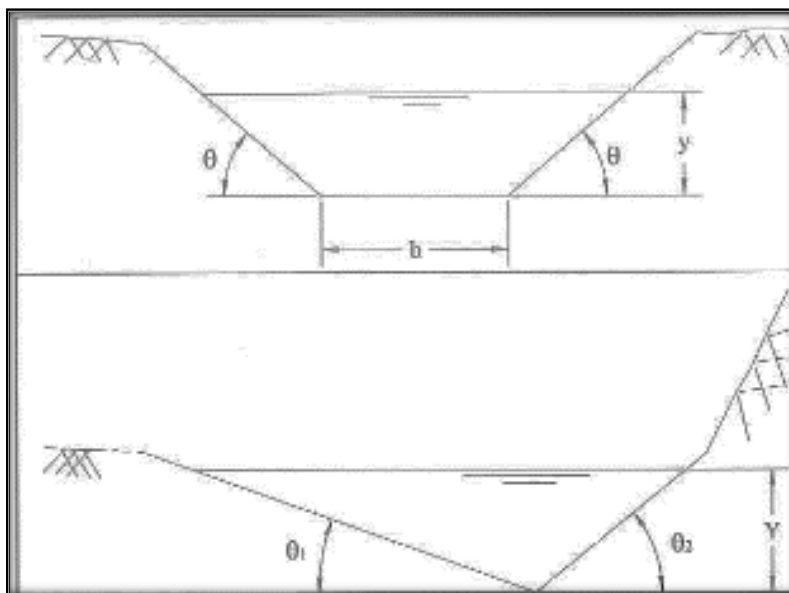
S : Pendiente promedia del canal.

g : Aceleración de la gravedad.

k : Altura media de la rugosidad del canal.

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

Las secciones más utilizadas en los canales y cunetas son las trapezoidales y las triangulares. En cada caso, se utilizan las expresiones para el radio hidráulico, R , que se indican en las ecuaciones de Colebrooke-White y Manning.



Fuente **Fuente especificada no válida.**



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**



COMPONENTE:	Agua		
PROGRAMA:	Manejo de aguas lluvias	CÓDIGO:	CAGPP - 01

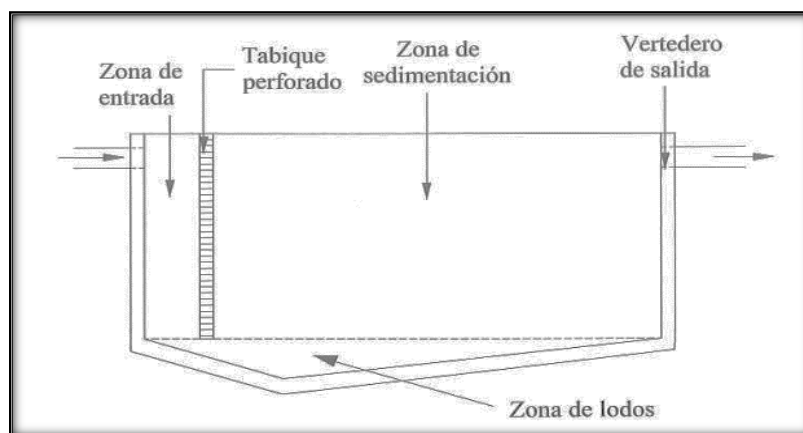
Diseño de desarenadores

Los tanques desarenadores se construyen con el propósito de retener los sólidos que pueda arrastrar el agua de escorrentía, antes de que sea entregada al sistema de alcantarillado. En la medida que avanzan los procesos de recuperación de la zona de extracción, estas estructuras perderán importancia, ya las zonas estarán protegidas por la vegetación.

El diseño hidráulico de los tanques desarenadores se realiza para un caudal igual al 75% del estimado con la lluvia de período de retorno de 10 años.

Las partículas grandes que lleva el agua se depositan en el fondo del tanque, en donde la velocidad del agua disminuye y pierde su mayor capacidad de transporte. El desarenador está compuesto por cuatro zonas: entrada, sedimentación, lodos y salida.

La zona de entrada del desarenador sirve para reducirle la velocidad al agua y devolver el agua de exceso. Consiste en un vertedero lateral, cámara de disipación y tabique perforado. La cámara de disipación disminuye la velocidad de entrada del agua a la zona de sedimentación, mientras que el tabique perforado lo distribuye en toda la sección. El tanque de sedimentación debe tener unas dimensiones tales que se cumpla un tiempo de retención teórico, t_0 , para que los sólidos de mayor tamaño se depositen en el fondo, que es la zona de lodos. La zona de salida está conformada por un vertedero que conecta a un canal o tubería de conducción.



Fuente **Fuente especificada no válida.**



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Agua			
PROGRAMA:	Manejo de aguas lluvias	CÓDIGO:	CAGPP - 01	
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:	Construcciones Planificadas			
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de aguas lluvias, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos por las aguas lluvias.	Cumplimiento de Planilla de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.1.2 Manejo de aguas residuales domésticas

 PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO  			
COMPONENTE:	Agua		
PROGRAMA:	Manejo de Aguas Residuales domésticas	CÓDIGO:	CAGPP - 02
OBJETIVOS:			
Establecer medidas de manejo ambiental, para las aguas residuales domésticas, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo y disposición de las aguas residuales domésticas en las áreas del proyecto son: ➤ Estructurar e implementar un cronograma de actividades de inspección y de ser necesaria, la actualización del sistema de manejo de las aguas residuales domésticas del proyecto, de tal manera que cumplan con la norma ambiental vigente de vertimientos de aguas residuales domésticas. ➤ Implementar sistemas y/o mecanismos que permitan realizar monitoreos efectivos a los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas. ➤ Llevar a cabo monitoreos periódicos a los vertimientos de aguas residuales domesticas generados para la verificación del cumplimiento de la norma ambiental vigente.			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Agua			
PROGRAMA:	Manejo de Aguas Residuales domésticas		CÓDIGO:	CAGPP - 02
➤ Evitar el incremento de la contaminación de las fuentes hídricas existentes (posibles receptoras de vertimientos de agua residual doméstica) y promover el mejoramiento de las condiciones de calidad de dichas fuentes hídricas.				
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de aguas residuales domésticas, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos por las aguas residuales domésticas.	Cumplimiento de Planilla de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.1.3 Manejo de cuerpos agua

		PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO		 	
COMPONENTE:	Agua				
PROGRAMA:	Manejo de cuerpos de agua	CÓDIGO:	CAGPP - 03		
OBJETIVOS:					
- Establecer medidas de manejo ambiental, para los cuerpos de agua, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. - Definir las acciones para el manejo ambiental de los cuerpos de agua cuando el proceso de construcción de infraestructura se encuentre en áreas cercanas a estos.					
ETAPA:					
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X		
IMPACTOS A MANEJAR:					
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial					
TIPO DE MEDIDA:					
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X		
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:			
ACCIONES A EJECUTAR:					
Las medidas de manejo para la conservación de los cuerpos de agua en las áreas del proyecto son: ➤ Partiendo de la definición de Ronda hídrica la cual comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de 30 m de ancho Fuente especificada no válida., se enfatiza que por ningún motivo las fases del proyecto, intervendrán o invadirán estas zonas de aislamiento correspondientes a las corrientes hídricas presentes en el área de influencia del Plan Parcial. ➤ Actualizar, mantener y controlar los sistemas de aforo de caudal de agua utilizado, con el fin de dar cumplimiento con el artículo 73, Decreto 1594 de 1984 y la Ley 373 de 1997 sobre ahorro y uso eficiente del agua o aquella legislación ambiental que la reemplace o modifique.					



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Agua			
PROGRAMA:	Manejo de cuerpos de agua		CÓDIGO:	CAGPP - 03
➤ Utilizar el agua estrictamente necesaria en las diferentes etapas de construcción de la infraestructura, es por eso, que se proyecta un sistema cerrado de circulación de agua, con el fin de usar cantidades menores.				
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de cuerpos de agua, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados a los cuerpos de agua cercanos al área de influencia del proyecto.	Cumplimiento de Planilla de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.2 Componente Aire

8.2.1 Manejo calidad del aire

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Aire		
PROGRAMA:	Manejo calidad del aire	CÓDIGO:	CAIPP - 04
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo del ruido, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental del ruido a causa del empleo de maquinaria y vehículos de transporte en la construcción de la infraestructura.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración en los niveles de presión sonora			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo para controlar las emisiones de ruido en las áreas del proyecto son: ➤ Cumplir con los niveles de ruido ambiental de acuerdo con la Resolución 627 de 2006 y/o normatividad vigente. ➤ Realizar semestralmente las respectivas mediciones de los niveles de presión sonora. ➤ Realizar seguimiento a las quejas de las comunidades del área de influencia del proyecto que establezcan cuando se vean afectadas por ruido. ➤ Realizar mantenimiento periódico de toda la maquinaria, equipos y vehículos del proyecto.			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Aire			
PROGRAMA:	Manejo calidad del aire		CÓDIGO:	CAIPP - 04
➤ Los vehículos y maquinaria deben garantizar el adecuado funcionamiento de los silenciadores para controlar los niveles de ruido emitidos. ➤ Se debe prohibir el uso de cornetas o pitos que emitan altos niveles de ruido.				
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de la calidad del aire, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados por el aumento en los niveles de ruido	Cumplimiento de Planilla de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3 Componente Suelo

8.3.1 Manejo del suelo

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de suelo	CÓDIGO:	CSUPP - 05
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo del suelo, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental del suelo en el área de influencia del Plan Parcial			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración a la calidad del suelo • Alteración a la calidad del aire • Alteración a ecosistemas terrestres • Alteración a cobertura vegetal			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo del suelo, en las áreas del proyecto son:			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Manejo de suelo

CÓDIGO: CSUPP - 05

- Previo a la intervención, en los sectores donde se requiera realizar excavaciones, se seguirán las medidas especificadas en el Programa de trabajos y obras de construcción de infraestructura.
- El desarrollo de los apiques y las trincheras, se define teniendo como objetivo las áreas cercanas a los inselbergs presentes en la zona, ubicando la orientación de estos cerros y de las vetas de cuarzo que se encuentran cortando los mismos. Una vez realizados los apiques cercanos a estos cerros, y evidenciando la distribución y orientación de los materiales en profundidad, se continua con la realización de más apiques.
- De igual forma, se aprovechan las trincheras que han sido realizadas previamente en la zona para la caracterización del material.
- No se deberá llevar a cabo actividades de ubicación de apiques bajo condiciones de lluvias, ya que bajo estas condiciones se generan procesos de erosión y escorrentía sobre el terreno. En tanto sea posible debe restringirse todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.
- Cuando se originen o reactiven procesos de inestabilidad geotécnica, se construirán las obras necesarias para restaurar la estabilidad del suelo, como pueden ser muros, filtros, drenes, retiro de material inestables. Dichas obras serán el resultado de un estudio geotécnico específico el sitio donde se presente el problema de inestabilidades.
- Durante las excavaciones, se construirá de manera anticipada barreras sedimentadores de trincho o paral, en madera cubiertos con geotextil, su longitud puede ser variable dependiendo de la presencia de drenajes o la geomorfología del terreno.

LUGAR DE APLICACIÓN:

Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Manejo de suelo

CÓDIGO: CSUPP - 05

Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Construcciones Planificadas

PRESUPUESTO:

Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo del suelo, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados al suelo, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3.2 Manejo de estériles y escombros

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de estériles y escombros	CÓDIGO:	CSUPP - 06
OBJETIVOS:			
- Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo de estériles y escombros, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. - Definir las acciones para el manejo ambiental de estériles y escombros en el área de influencia del Plan Parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
- Alteración a la calidad del suelo - Alteración a la calidad del aire - Alteración a ecosistemas terrestres - Alteración a cobertura vegetal			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo a estériles y escombros, en las áreas del proyecto son: ➤ Antes de iniciar la colocación del material en la zona de manejo y disposición de material de excavación se debe proceder al retiro de la capa vegetal y suelo orgánico, el espesor de descapote es mínimo de 0,20 a 0,50 m. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona de botadero. En cuanto a la colocación de los materiales sobrantes en el			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Manejo de estériles y escombros

CÓDIGO: CSUPP - 06

área seleccionada, se deben disponer de manera que se garantice una compactación adecuada para lograr su estabilidad a largo plazo, para este fin los materiales de desecho se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor suelo entre 0,40 -0,50m.

- Se recomienda que la conformación se haga de abajo hacia arriba, en forma de terrazas, previa la construcción de las obras de adecuación – contención y drenaje.
- Se recomienda colocar en la base inferior del depósito el material grueso, con el objeto de construir un dique de contención del material más fino; dependiendo del diseño del depósito en varias oportunidades esta estructura reemplaza la estructura de contención.
- Se evitará en lo posible dejar acopios provisionales de material de excavación, estos deben ser esparcidos en la medida que se vaya descargando sobre la superficie adecuada.
- A medida que avanza la conformación, las áreas adecuadas para movimiento de equipos y volquetas deben ser humectadas para el control del material particulado generado por la circulación de estos.
- Las vías a los accesos que se requieran para acceder a las áreas de disposición deben construirse de modo que no presenten cortes excesivos, o configuraciones que puedan comprometer la estabilidad y calidad del terreno.
- Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en el proyecto, se seleccionaran y utilizarán en aquellas excavaciones que lo requieran. El material será esparcido homogéneamente y de manera inmediata una vez se disponga en dichos tramos, y se valorará la necesidad de humectación para que de esta forma se afirme el terreno y no se genere material particulado, con el fin de evitar el transporte de sedimentos a cuerpos de agua se construirán cunetas laterales a la vía para su manejo y se instalarán trinchos con madera y geotextil en las intersecciones con los cuerpos de agua.

LUGAR DE APLICACIÓN:

Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Manejo de estériles y escombros

CÓDIGO: CSUPP - 06

Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Construcciones Planificadas

PRESUPUESTO:

Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de estériles y escombros, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados por estériles y escombros, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3.3 Manejo de vías

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de vías	CÓDIGO:	CSUPP - 07
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo de vías de acceso, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental de las vías de acceso, en el área de influencia del plan parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración a la calidad del suelo • Alteración a la calidad del aire • Alteración a ecosistemas terrestres • Alteración a cobertura vegetal			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo a las vías de acceso, en las áreas del proyecto son: ➤ Se deberá efectuar en su momento y antes de su intervención sistemática, un inventario de la condición de la infraestructura presente en cada una de las vías a emplear, constatando la condición del afirmado, de sus alcantarillas, de su drenaje superficial y de la estabilidad en general de este.			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de vías	CÓDIGO:	CSUPP - 07
➤ El corredor de los frentes de obra del plan parcial tiene como objeto permitir el tráfico de manera segura y eficiente de los vehículos y maquinaria usados en la construcción de la infraestructura. ➤ Se debe llevar a cabo la debida señalización en las vías a utilizar a fin de evitar incidentes con la comunidad y los automotores que se movilicen por dichas vías. ➤ En todos los casos, previo inicio de las obras y del tránsito de la maquinaria, se instalará la señalización y acondicionamiento de pasos peatonales para las comunidades socializando las medidas adoptadas oportunamente. Para esto se considerará la población residente aledaña al polígono de la delimitación del Plan Parcial. ➤ En lo posible se tratará de que los vehículos de transporte de material transiten en el horario establecido (7:00 am a 5:00pm). ➤ Se deberá implementar la utilización de paletas, que son dispositivos que se usan comúnmente en las horas del día para efectos de regular el tránsito.			
LUGAR DE APLICACIÓN:			
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial			
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:			
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.			
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas	
PRESUPUESTO:			
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de vías, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Manejo de vías			CÓDIGO: CSUPP - 07
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados por el uso de las vías de acceso, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3.4 Manejo de Residuos Sólidos

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos	CÓDIGO:	CSUPP - 08
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo de residuos sólidos, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental de los residuos sólidos, en el área de influencia del Plan Parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial • Alteración a la calidad del suelo • Alteración a la calidad del aire • Alteración calidad visual del paisaje			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
En el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, se generarán residuos sólidos domésticos, industriales, especiales y peligrosos.			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos	CÓDIGO:	CSUPP - 08

Una vez iniciadas las actividades del proyecto se deberá realizar el Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS) para cada una de las áreas de operación siguiendo las medidas de manejo, objetivos e indicadores establecidas en este programa.

A continuación, se presentan las medidas de manejo establecidas para el programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales, especiales y peligrosos.

Identificación de los residuos

A continuación, se describen los tipos de residuos generados durante el desarrollo del proyecto

Clasificación de los residuos sólidos generados.

Tipo	Clasificación	Residuo a Generar	Manejo
Residuos No Peligrosos Se entiende como residuos sólidos no peligroso a todo desecho sólido que no es considerado como peligroso, es decir, que no represente una amenaza sustancial, presente.	Aprovechables	Cartón y papel de oficina Vidrio (botellas recipientes) Plásticos (bolsas, envases) Residuos metálicos (Partes y piezas de equipos, residuos de varillas, tuberías, aceros etc., provenientes de los diferentes frentes de obra) Empaques compuestos (Tetra pack, vasos, contenedores desechables)	Reciclaje y Reutilización Estos podrán ser entregados a las cooperativas de reciclajes para su recuperación
	No Aprovechables	Papel Tissue (papel higiénico, servilletas, toallas de mano). Papel encerado y metalizado Material de barrido Icopor	Disposición final en rellenos sanitarios locales
	Orgánicos Biodegradables	Residuos de comida (desperdicios orgánicos provenientes de la operación de los campamentos que se encuentren dentro de los terrenos o zonas donde se lleve a cabo las obras)	Los residuos orgánicos pueden ser transformados a través del compost en material orgánico Estos residuos también pueden ser dispuestos en rellenos sanitarios locales
Residuos Peligrosos El residuo o desecho peligroso es aquel que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas,		Químicos (aceites, pinturas, envases de combustibles, lubricantes, solventes, cemento y pinturas)	Entrega de estos residuos a empresas especializadas para su manejo. Dichas empresas deben contar los



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos	CÓDIGO:	CSUPP - 08
tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Decreto 4741, 2005)	Residuos provenientes de enfermería o botiquines. Materiales utilizados para contener o recoger derrames de combustibles —estopa—. Otros elementos como: guantes, overoles, trapos y otros textiles contaminados. Baterías secas utilizadas en equipos de comunicación o en aparatos electrónicos. Algunas contienen elementos pesados. Cintas de máquina, tonner de impresoras y fotocopadoras. Filtros de aire, combustible o aceite, utilizados por vehículos y alguna maquinaria y equipo.	permisos y autorizaciones para el manejo y disposición final de residuos peligrosos por parte de las autoridades ambientales competentes.	
Residuos Especiales Son aquellos que por su tamaño, cantidad o composición requiere de una gestión con características diferentes a las convencionales consideradas en el servicio de aseo (ICONTEC, 2009)	Escombros Llantas	Para llantas Establecer convenios con proveedores para devolución Los residuos como escombros serán dispuestos en las escombreras autorizadas que cuenten con los permisos ambientales vigentes. (Gestores RCD)	

– Separación en la fuente y Almacenamiento Temporal

Separación en la fuente.

Para la separación en la fuente y almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en el área de construcción de la infraestructura, campamentos temporales, entre otros se ubicarán contenedores, utilizando el código de colores sugerido a continuación. Se presenta en la siguiente fotografía muestra el esquema de colores a utilizar para la separación de residuos en la fuente.



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos	CÓDIGO:	CSUPP - 08



Los residuos que por alguna de las características establecidas en el Decreto 4741 de 2005 sean considerados como residuos peligrosos, deberán ubicarse en recipientes de color rojo. Un ejemplo de esta clase de residuos es: vendas, gasas, jeringas, algodones, curas, medicamentos vencidos y en general residuos de enfermería.

Adicionalmente, los residuos contaminados e impregnados con aceites, grasas u otro derivado de los hidrocarburos, como estopas, guantes, envases y embalaje impregnado con sustancias especiales, también serán considerados como residuos peligrosos y serán almacenados en contenedores con tapas identificados según la característica CRETIP, nombre y número de naciones unidas.

Por ningún motivo se mezclarán los residuos generados en centros médicos o de enfermería (riesgo biológico) con los residuos generados por derrames o limpieza de elementos impregnados con derivados de hidrocarburos (Riesgo químico) en caso de eventuales derrames, cada uno de estos serán almacenados en canecas diferentes, y su disposición se realizará con empresas que cuenten con los permisos para su manejo según el tipo de residuo.

La siguiente figura muestra los colores utilizados para la identificación de residuos peligrosos según sus características CRETIP.



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos	CÓDIGO:	CSUPP - 08



- Aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final

Para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos, se tendrán en cuenta las empresas autorizadas por las autoridades ambientales en el Distrito Capital.

Para los residuos no aprovechables generados durante las obras realizadas, serán entregados a la Empresa que disponga la UAESP de Bogotá para ser dispuestos en el relleno sanitario.

Los residuos reciclables se entregarán periódicamente ya sea a la empresa prestadora del servicio de la UAESP o a las empresas de reciclaje aprobadas y/o empresas encargadas del manejo pos-consumo que existan cerca al área de influencia.

Se debe asegurar que los terceros contratados para actividades de aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final del residuo, cuenten con los permisos ambientales necesarios para esta actividad.

El receptor del residuo debe emitir el certificado de disposición final, aprovechamiento y/o tratamiento del residuo y el generador debe conservar dichas certificaciones por un período no menor a 5 años.

No se podrán realizar disposición de residuos en cuerpos de agua superficiales y tampoco se podrán realizar disposición de residuos sólidos domésticos y peligrosos en áreas no adecuadas para este fin.

LUGAR DE APLICACIÓN:



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Manejo de residuos sólidos		CÓDIGO:	CSUPP - 08
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo residuos sólidos, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados por residuos sólidos, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3.5 Manejo de fauna y flora

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de fauna y flora	CÓDIGO:	CSUPP - 09
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo de la flora y fauna, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental de la flora y fauna, en el área de influencia del Plan Parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración a ecosistemas terrestres • Alteración a cobertura vegetal			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo para la conservación de flora y fauna, en las áreas del proyecto son: – Manejo de fauna silvestre Previo al inicio de las jornadas diarias desarrolladas durante las diferentes etapas de las obras de infraestructura se realizarán recorridos registrando la hojarasca, troncos caídos y huecos en árboles, para determinar posibles sitios usados como refugios por individuos de especies de baja movilidad o juveniles (madrigueras activas, dormideros). En el caso de hallar alguno, se aplicarán medidas específicas: • Inhabilitación de refugios			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo de fauna y flora	CÓDIGO:	CSUPP - 09

Consiste en la búsqueda de los posibles refugios de la fauna (árboles huecos, árboles frondosos, cuevas, etc.), con el fin de localizar especímenes con poca movilidad de posible ocurrencia que deban ser reubicados, destruyendo posteriormente el refugio para lograr el desplazamiento de individuos y prevenir su regreso, garantizando así el éxito de las medidas de ahuyentamiento, captura y reubicación.

En el caso de los dormideros y madrigueras en árboles, se realizará perturbación física con una pinza o rama, verificando la presencia de animales, luego de aplicar las medidas de ahuyentamiento o rescate, se dispondrán varias ramas cubriendo la entrada del refugio para evitar que sea reusado.

Si se encuentra una madriguera o escarbadero en el suelo, ya que estos suelen ser profundos, se procederá a llenarlo de humo para lograr la salida del posible huésped, si pasados unos minutos no se tiene evidencia del animal, se considerará deshabitado y se procederá a su inhabilitación llenándolo con tierra y material vegetal para evitar que será reusado.

- Manejo de nidos

En el caso de encontrarse algún nido, se procederá a registrarlo, georreferenciarlo y fotografiarlo tratando de identificar los parentales para la determinación taxonómica, el árbol donde esté el nido será marcado para evitar que sea talado hasta que los polluelos lo abandonen por sí mismos, luego de esto se inhabilitará para evitar que otras aves lo usen. No se recomienda la manipulación de los nidos dada la alta tasa de abandono parental por ello.

Se llevarán a cabo jornadas de ahuyentamiento, y rescates de fauna puntuales durante el acompañamiento biótico diario en las áreas cercanas a los puntos de explotación, teniendo en cuenta protocolos para cada caso.

El manejo y protección de especies en vía de extinción, se abordará desde la concientización y educación a la población del área, ya que estas especies se explotan principalmente como mascotas, alimento o uso cultural y las actividades que las afectan mayoritariamente son el comercio y la caza; por ello se realizarán charlas de educación ambiental sobre la protección y la veda actual sobre el aprovechamiento de estas especies, las cuales se implementarán en el marco de los programas de Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña, así como al personal relacionado con la obra. De igual forma, en las medidas complementarias se sugiere la instalación de señalización que indique la prohibición de actividades de caza de fauna silvestre.

- Manejo de Flora



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Manejo de fauna y flora

CÓDIGO: CSUPP - 09

Dentro de los grupos de flora, las epífitas vasculares y no vasculares representan un grupo importante debido a su importancia ecológica y a su estado de protección. Este grupo se encuentra en estado de veda para el territorio nacional mediante la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA.

Debido al estado de veda de este grupo, como medida de manejo se realiza por parte del concesionario el trámite de Levantamiento de Veda ante el Ministerio de Ambiente y de Desarrollo Sostenible, en el cual se incluyen las medidas de manejo y compensación asociadas a la intervención epífitas vasculares y no vasculares en el área de influencia del proyecto.

Adicionalmente en el numeral 12 del presente documento se incluyen las medidas específicas para la "Identificación de zonas arborizadas y recomendaciones para su manejo".

LUGAR DE APLICACIÓN:

Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:

Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.

**RESPONSABLE DE LA
EJECUCIÓN:**

Construcciones Planificadas

PRESUPUESTO:

Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo de flora y fauna, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados a la flora y fauna, en el	Cumplimiento de planillas de	>90%	Mensual	Registro fotográfico



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Manejo de fauna y flora		CÓDIGO:	CSUPP - 09
área de intervención del proyecto.	registro Ambiental			Planilla de registro

8.3.6 Manejo paisajístico

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Manejo paisajístico	CÓDIGO:	CSUPP - 10
OBJETIVOS:			
• Establecer medidas de manejo ambiental, para el manejo paisajístico, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. • Definir las acciones para el manejo ambiental paisajístico, en el área de influencia del plan parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
• Alteración a cobertura vegetal • Alteración calidad visual del paisaje			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo para el manejo del paisaje, en las áreas del proyecto son: ➤ En áreas de sensibilidad paisajística, correspondientes a los sitios de frentes de obra, y su infraestructura asociada como campamentos, se intercepta con entradas a predios y cruces viales, en estas zonas se recomienda la implementación de medidas de protección con barreras perimetrales para reducir el impacto visual generado. ➤ La instalación de estas barreras reduce la visión sobre las áreas de trabajo. Además, permite la mitigación en la generación de polvo sedimentable, actuando como filtro de partículas. Estas mallas también permiten separar las áreas de trabajo de las áreas que no serán intervenidas, e impiden ver las actuaciones propias de los frentes de obra que pueden afectar			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Manejo paisajístico		CÓDIGO:	CSUPP - 10
la percepción de los transeúntes sobre la intervención del proyecto o sobre el paisaje general de la zona. ➤ El manejo paisajístico en el área de intervención se llevará a cabo a partir de actividades de empradización y revegetalización en las áreas en las cuales se realicen actividades de descapote y excavación que no están involucradas con infraestructura. El manejo paisajístico se llevará a cabo una vez se finalicen las actividades de excavaciones en cada sector, atendiendo a las siguientes indicaciones: ➤ Las áreas de topografía plana que sean intervenidas serán empradizadas o revegetalizadas siguiendo las medidas establecidas. ➤ El material vegetal se debe plantar preferiblemente en épocas de lluvias para evitar que por falta de riego continuo se pierda.				
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado manejo paisajístico, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Manejo paisajístico		CÓDIGO:	CSUPP - 10
Disminución de los impactos generados a la calidad del paisaje, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

8.3.7 Plan de recuperación

	PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO	 	
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Plan de recuperación	CÓDIGO:	CSUPP - 11
OBJETIVOS:			
- Establecer medidas de manejo ambiental, para el Plan de Recuperación morfológica, paisajística y forestal, de manera que se efectúen previniendo o minimizando el deterioro de las condiciones ambientales del área. - Definir las acciones para el Plan de Recuperación morfológica, paisajística y forestal, en el área de influencia del plan parcial.			
ETAPA:			
CONSTRUCCIÓN:	X	CIERRE O ABANDONO:	X
IMPACTOS A MANEJAR:			
- Alteración a cobertura vegetal - Alteración calidad visual del paisaje			
TIPO DE MEDIDA:			
CONTROL:		PREVENCIÓN:	X
MITIGACIÓN:	X	COMPENSACIÓN:	
ACCIONES A EJECUTAR:			
Las medidas de manejo para el Plan de Recuperación morfológica, paisajística y forestal, en las áreas del proyecto son: Las actividades en esta etapa iniciarán luego del proceso de demolición de la infraestructura temporal (Campamentos, y frentes de obra) y así iniciar procesos de nivelación, conformación morfológica y revegetalización de las mismas de acuerdo con el uso original. Campamento			



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Plan de recuperación

CÓDIGO: CSUPP - 11

Una vez finalizada la etapa de las obras de infraestructura e iniciada la etapa de cierre, el campamento será desmantelado y se procederá como se indica a continuación:

- Desmantelar y retirar los equipos instalados en caso de existir como, por ejemplo, baterías sanitarias. Remover los materiales e insumos sobrantes de los sitios de acopio temporales, limpiar y almacenar los residuos sólidos de acuerdo con lo establecido en el proyecto (Manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos) y se realizará el transporte y disposición de estos de acuerdo con las acciones previamente dispuestas.
- Retirar los residuos de construcción y cualquier desecho dejado en el área acondicionada para el campamento. De requerirse se desarrollarán acciones de descontaminación y de manejo de residuos industriales y peligrosos.
- Finalmente se realizará la restauración morfológica de las áreas donde se construyeron los campamentos. En caso de requerirse se debe implementar obras de drenaje para el manejo de aguas de escorrentía.
- El manejo y la reconfiguración morfológica y paisajística del área se realizará buscando homogeneidad con las áreas adyacentes con el fin de reducir el grado de modificación causado en el paisaje. Para ello se aplicará la capa de suelo orgánico temporalmente almacenado; esta capa debe tener como mínimo 10 cm de grosor para que permita que las semillas establecidas encuentren un sitio adecuado para iniciar su etapa de germinación y desarrollo.
- En el área donde se localice la planta del beneficio, se realizará la empujización general de toda la zona, para ello se retornará el material de descapote a su sitio original. Posteriormente, se realizará la reforestación con especies nativas de dichas áreas, tratando de recuperar la cobertura vegetal que resultó afectada por la instalación de esta.

Es importante para garantizar el restablecimiento de la cobertura vegetal y reconfiguración paisajística de todas las zonas a rehabilitar tener en cuenta las siguientes medidas:

- Con el fin de garantizar el éxito de la revegetalización se debe hacer previo acondicionamiento de las áreas intervenidas, esta preparación involucra las siguientes actividades:



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Plan de recuperación	CÓDIGO:	CSUPP - 11

- Recolección de los residuos de construcción y/o elementos extraños al medio que dificulten la siembra.
- Nivelación del terreno mediante desagregación del suelo, eliminando grandes terrones o bloques, protuberancias o depresiones bruscas.
- Las prácticas de nivelación y adecuación física del terreno pueden ser realizadas manual o mecánicamente, dependiendo de la accesibilidad y su extensión.
- Antes de la siembra es necesario humedecer mediante riego el área de trabajo.

El establecimiento de cespedones consiste en la disposición de unidades de césped almacenados durante las actividades de descapote y que hayan sido debidamente protegidos; de lo contrario deben ser obtenidos de predios aledaños con previa autorización de la autoridad ambiental. El césped debe estar cortado en bloques rectangulares homogéneos de dimensiones no superiores a 0,5 m por cada lado y deben ser podados previamente. Es importante que los cespedones cuenten con las raíces sanas para facilitar la adherencia al talud. Adicionalmente se debe tener en cuenta:

- Los cespedones se extenderán sobre la superficie del talud iniciando por la parte superior y descendiendo en la medida que avanza el proceso. Esta actividad se debe adelantar de manera ordenada, evitando traslaparlos y dejar espacios vacíos, para garantizar una superficie cubierta y uniforme.
- Otro aspecto importante es la sujeción de los bloques de pasto en el talud, para lo cual se emplearán estacas con el fin de impedir su movimiento mientras las raíces se fijan al suelo. Vale la pena indicar que no se deben emplear estacas de especies que se desarrollen vegetativamente con facilidad debido a que se pueden reproducir y afectar el objetivo de la emproadización.
- Una vez establecidos los cespedones se debe aplicar riego abundante, dos veces al día en los periodos de verano y repetir cuantas veces sea necesario para garantizar las condiciones de humedad necesarias para el prendimiento del césped; se recomienda realizar esta actividad durante el periodo invernal.
- Se deberá contar con la colaboración de personal experimentado en labores similares.



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**



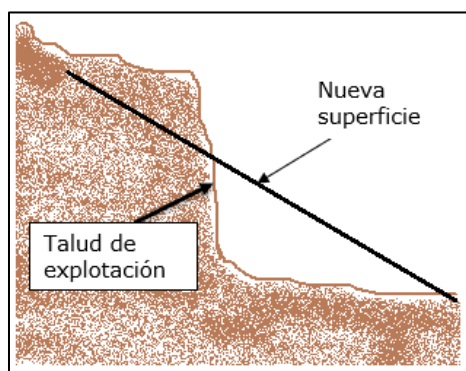
COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Plan de recuperación	CÓDIGO:	CSUPP - 11

- La siembra de semillas de gramíneas se realizará por el método denominado al voleo, tratando de cubrir de forma uniforme la superficie, se debe tener en cuenta que previamente a realizar la siembra, el suelo debe estar completamente humedecido.
- La semilla se mezclará con tierra muy suelta, aserrín, arena, cascarilla de arroz o cualquier otro sustrato que se obtenga fácilmente en la zona, con el fin de lograr una mejor distribución sobre la superficie, dado el bajo peso de esta y su susceptibilidad a ser arrastrada por el viento y el agua. se recomienda generalmente sembrar al inicio de la temporada de lluvias.

Una vez despejada el área donde se llevaba a cabo las actividades de excavación se procede a realizar el perfilado de taludes y la reconfiguración morfológica de las excavaciones realizadas, así como la remoción de montículos, mejorar la vista de la zona de frentes de obra a nivel paisajístico para así darle paso a la siguiente fase.

- Reducción del Angulo de talud

Esta medida se enfoca en la reducción de la superficie de erosión al controlar la escorrentía superficial por la disminución de la velocidad del agua logrando de esta forma una mayor retención de la humedad por parte del suelo. De igual forma, reduce la inclinación de los taludes de trabajo garantizando la estabilidad de este a través de tiempo.



- Control del agua de escorrentía

La inestabilidad de un talud generalmente está asociada al aumento de humedad en el contenido de agua en los materiales cohesivos produciendo el debilitamiento de la masa de suelo. Este control de



**PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y
CALICANTO**

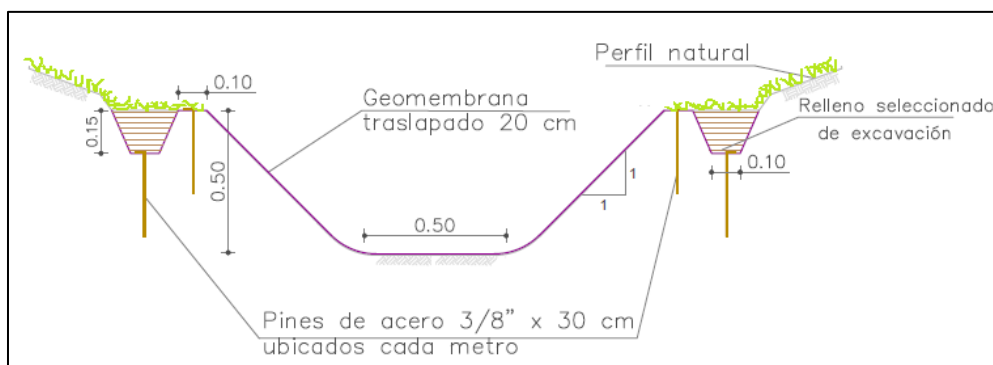


COMPONENTE: Suelo

PROGRAMA: Plan de recuperación

CÓDIGO: CSUPP - 11

escorrentía se realizará mediante la instalación de canales o cunetas en la pata o en la corona del talud con la capacidad suficiente que permita el tránsito de la cantidad del fluido.



Luego de realizar la reconfiguración morfológica se procede a extender la capa de cobertura vegetal que se había retirado antes de iniciar las labores de excavación cuando las labores en los frentes de obra dura mucho tiempo esta capa de cobertura vegetal ya se ha integrado al lugar donde fue dispuesta, por esta razón se deben disponer en forma de cespedones rectangulares y anclarlos a las caras de los taludes, lo ideal en esta fase es que la regeneración de la cobertura vegetal se dé, de manera natural con la vegetación propia de la región. Esta restauración del suelo mediante la implantación de la vegetación se realizará como se menciona a continuación:

- Restauración del suelo

Como se ha mencionado anteriormente, antes de iniciar con la implantación vegetal se debe tener perfilado y reconfigurado las zonas a revegetalizar. Sobre la rasante definitiva, se aplicará una capa de materia orgánica y elementos nutritivos de un espesor no menor a 30 cm. El extendido de este material se realizará con maquinaria que ocasione una mínima compactación, por lo tanto, la maquinaria pesada no podrá pasar por estas zonas una vez se inicie el extendido. Si el suelo se encuentra muy desgastado, se realizará una fertilización orgánica del suelo para ayudar la implantación de la vegetación.

- Fertilización orgánica

La materia orgánica presenta efectos significativos en los rasgos físicos y químicos de las superficies a recuperar debido a su contenido de nutrientes. Este material orgánico mejora la capacidad de



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo		
PROGRAMA:	Plan de recuperación	CÓDIGO:	CSUPP - 11

retención del agua, disminuye la escorrentía superficial y mejora la germinación. A continuación, se relacionan algunas fuentes para adquisición de material orgánico.

- Abono de granjas
- Residuos de hongos
- Residuos domésticos
- Residuos de la madera
- Implantación de la vegetación

Cualquier tipo de vegetación utilizada en la implantación, deberá ser de especies nativas. En primera instancia se utilizará vegetación rastrera, especies herbáceas con raíces profundas, después de esto, se procederá con la utilización de especies arbustivas con el fin de realizar un control de la erosión y atraer fauna.

A continuación, se enlistan las recomendaciones y el manejo que se deberá seguir con el propósito de tener una implantación exitosa.

- Plantar árboles medianos. con buena lignificación y volumen considerable de masa foliar.
- La plantación se deberá realizar en época de lluvias para que sea aprovechada esta humedad para el establecimiento.
- El hoyo de la siembra deberá rellenarse con materia orgánica y se deberá apisonar para eliminar los vacíos y de esta forma evitar la proliferación de agentes patógenos.
- El cuello (Unión entre la raíz y el tallo) deberá estar a ras de piso.
- La plantación se hará con vegetal libre de afectaciones fitopatológicas.
- Realizar la revisión de mortalidad y realizar el respectivo reemplazo del material perdido.
- Se deberá abonar durante los 2 primeros años en intervalos mínimos de 6 meses con una palada de abono orgánico por árbol y con abono químico aplicado en una corona distanciada a 30 cm del árbol.



PLAN PARCIAL DELTA, SILICAL Y CALICANTO



COMPONENTE:	Suelo			
PROGRAMA:	Plan de recuperación	CÓDIGO:	CSUPP - 11	
LUGAR DE APLICACIÓN:				
Áreas de intervención del proyecto e infraestructura asociada, así como en el área del polígono definido para el Plan Parcial				
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN:				
Estas actividades deberán ejecutarse durante toda la fase de preconstrucción y construcción del proyecto.				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN:		Construcciones Planificadas		
PRESUPUESTO:				
Para los costos derivados de las obras y acciones encaminadas a garantizar el adecuado plan de recuperación, se debe contar con unas inversiones y con costos asociados al desarrollo del Plan Parcial.				
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
Disminución de los impactos generados a la calidad del paisaje, en el área de intervención del proyecto.	Cumplimiento de planillas de registro Ambiental	>90%	Mensual	Registro fotográfico Planilla de registro

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El desarrollo del plan parcial considera como ejes principales de sostenibilidad ambiental la protección de las Quebradas Serrezuela y el Encuentro, así como sus rondas de protección hidráulica, esto fomentando no solo la conservación del recurso hídrico, sino a su vez, conservando y restaurando los corredores de biodiversidad existentes. De igual forma, contempla la incorporación de un programa de uso y ahorro eficiente del agua, adquiriendo el recurso directamente del Acueducto evitando así la captación directa de cuerpos hídricos naturales.

Adicionalmente el proyecto promoverá alternativas mecánicas o biológicas de tratamiento de aguas residuales y su entrega se realizará al Alcantarillado local o a terceros autorizados, evitando así cualquier tipo de vertimiento al agua o al suelo. De igual forma el proyecto considerará el reúso de agua y el aprovechamiento de aguas de escorrentía implementando de ser posibles los denominados Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS, estos sistemas permiten garantizar la circulación del agua lluvia en la ciudad, disminuyendo el riesgo de encharcamiento o inundaciones, mejoran la calidad del líquido que llega a los cuerpos receptores como los humedales, lagos, quebradas o el mismo río Bogotá al final del trayecto y también favorecen la creación de hábitats naturales y regulan el efecto isla de calor en la ciudad. Entre estos sistemas, se cuentan los alcorques inundables, cuencas secas de drenaje extendido, cunetas verdes, pavimentos permeables, tanques de almacenamiento, zanjas de infiltración y zonas de bio-retención.

Con el fin de contribuir a la sostenibilidad, el proyecto analizará en el ciclo de vía del proyecto, como optimizar el manejo de residuos de construcción y demolición, así como el manejo de residuos sólidos, optimizando los procesos de reúso y reciclaje de materiales.

Adicionalmente, el proyecto implementará un programa de uso y ahorro eficiente de energía, en el cual se podrán implementar fuentes de energía alternativa alterna o complementaria. De otra parte, las medidas de compensación asociadas a la afectación de recursos naturales tenderán a la conservación, restauración y recuperación de los Cerros Orientales.

Finalmente, el proyecto implementará medidas de control de emisiones y ruido, asociadas al establecimiento de cerramientos en áreas de intervención, uso de maquinaria primordialmente ecoeficiente en buen estado y con mantenimientos periódicos.

10 COMO ATENDER LAS DETERMINANTES AMBIENTALES DEFINIDAS POR LAS ENTIDADES AMBIENTALES CORRESPONDIENTES

Las principales determinantes ambientales serán:

1. Las medidas propuestas deben propender por conservar la prestación de servicios ecosistémicos asociados al aspecto paisajístico que le aportan belleza al territorio y generan bienestar a la población, evitando su interrupción abrupta que prive a la población de su disfrute.
2. Identificar, delimitar, caracterizar los cuerpos de agua superficiales naturales (Quebradas Serrezuela y El Encuentro) y las zonas de recarga de acuíferos, entre otros elementos que se encuentren ubicados en el polígono de planificación y su área de influencia y que no cuenten con instrumento de manejo, acotamiento de la ronda hídrica o norma que soporte su conservación y que puedan verse impactados por el desarrollo del proyecto; así como aquellas obras de infraestructuras asociadas al suministro de agua, modificación de cauce, recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales.
3. Ya que las dos quebradas no cuentan con una ronda hídrica acotada, la autoridad ambiental podrá adoptar decisiones orientadas a la protección del recurso hídrico, de acuerdo con la información disponible, la normativa vigente y las disposiciones de gobierno nacional, esta información deberá ser consignada en los actos administrativos que expida la autoridad ambiental con referencia a las determinantes ambientales.
4. Una vez la Autoridad Ambiental defina la Ronda Hídrica en el marco de la Ley 1450 de 2011, el Decreto 2245 de 2017 y la Resolución 957 de 2018, se deberá modificar los actos administrativos con los cuales se definieron las figuras de protección previas a esta disposición normativa.
5. Se presenta el inventario de la biodiversidad (caracterización de flora y fauna) dentro del área objeto del plan parcial, su clasificación y estado de conservación según información disponible, con base en lo cual se determinarán las medidas para su preservación, protección y restauración.
6. Se presentan las áreas objeto del plan parcial con características ambientales asociadas a relictos de bosque nativo, plantaciones forestales dispersas o agrupadas, así mismo se establecen las estrategias para el manejo y conservación, así como las acciones para la preservación de las especies nativas existentes, su repoblamiento y restauración.
7. Para el recurso flora se presentará el inventario forestal con la identificación y caracterización de las coberturas vegetales existentes, especificando especies nativas e introducidas y su estado en términos fitosanitarios.
8. Así mismo, se especifican las especies vulnerables, en estado crítico de conservación o en peligro de extinción y demás especies que requieran protección especial, así como las medidas que propendan por su conservación, incluidas aquellas que estén orientadas a incorporar parte de los individuos arbóreos a la propuesta urbanística.

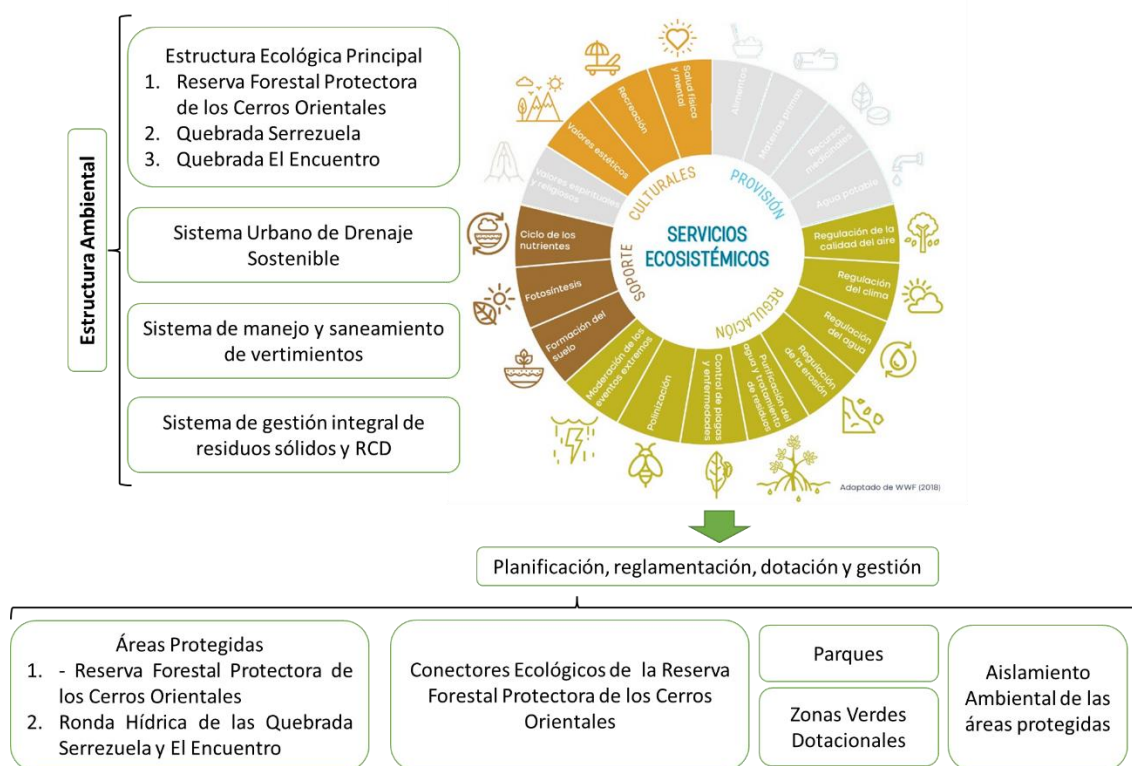
9. La definición de esta determinante deberá estar armonizada con las demás asociadas a la gestión de los recursos: hídrico, faunístico y suelo y demás determinantes ambientales como la gestión del riesgo y el cambio climático.
10. En los casos en que se considere necesario el aprovechamiento forestal de especies plantadas en el área de interés, se deberá dar trámite a la obtención del permiso de aprovechamiento forestal de acuerdo con los términos, condiciones y requisitos definidos en el Decreto 1076 de 2015, sin perjuicio de los demás que defina la autoridad ambiental correspondiente. No obstante, en la definición de las especies con que se sustituirán los individuos aprovechados se deberá evitar la incorporación de especies invasoras.
11. En la propuesta urbanística se deberá articular el recurso forestal existente en el polígono con los sistemas estructurantes, garantizando la conectividad y la prestación de los servicios ambientales derivados de este recurso.
12. Respecto al recurso fauna, se presenta el inventario de especies, identificando las que están presentes en el área prevista para el desarrollo del plan parcial y en las áreas circunvecinas, con el detalle de las especies representativas de la zona y aquellas que cuentan con algún grado de amenaza o peligro de extinción, al igual que las medidas orientadas a asegurar su conservación y protección.
13. Una vez se apruebe el proyecto de plan parcial y previo a la fase de construcción, se deberán adelantar los permisos ambientales a que haya lugar en los términos definidos en las normas vigentes para el aprovechamiento, tala, poda o trasplante de individuos arbóreos, colectas o capturas de especies faunísticas, ocupación de cauces, entre otros.
14. Se analizan y proponen medidas para reducir los impactos ambientales derivados de la construcción de nuevas vías y el incremento en la circulación de vehículos, sin perjuicio de los trámites y permisos que requiera obtener ante la autoridad ambiental para estos desarrollos.
15. En el caso en el cual se incorporen usos de energías alternativas, estas deberán contar con una evaluación y valoración de impactos ambientales para conocer los impactos positivos y beneficios resultantes de la implementación de este tipo de medidas.
16. Teniendo en cuenta que el desarrollo del plan parcial se localiza sobre áreas abandonadas o en áreas con antiguos desarrollos industriales, se definen las medidas de manejo que se tengan previstas para el desmantelamiento, abandono y manejo de residuos previo ejecución del plan parcial.
17. En relación con los valores ambientales y paisajísticos del área objeto de plan parcial y de acuerdo con las condiciones biofísicas de la zona, se presenta un diagnóstico específico de los elementos constitutivos de los recursos naturales: flora, fauna, hídrico, aire y suelo.
18. Asimismo, se deberá presentar dentro de la propuesta paisajística la articulación con los elementos de la estructura ecológica principal urbano-rural, a través de la definición y restauración de corredores ecológicos, que garanticen la conectividad entre los elementos del espacio público y los elementos naturales presentes, para lo cual se presenta la identificación y jerarquización de los impactos en términos ambientales derivados de su ejecución.

19. Se definen medidas para la prevención, mitigación, control y compensación de la alteración o destrucción ocasionada sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos con la ejecución del proyecto urbanístico.
20. Se identifican los suelos con pendientes superiores a cuarenta y cinco grados (45°), los cuales deberán conservar y mantener las coberturas vegetales y forestales que reduzcan la erosión y la configuración de posibles eventos de remoción en masa, sin perjuicio de la implementación de medidas de restauración ecológica necesarias para garantizar estas coberturas en caso de que no existan.
21. Revisar la información contenida en instrumentos tales como los planes de manejo ambiental de acuíferos (PMAA), los planes de ordenamiento del recurso hídrico (PORH), los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), los planes de ordenación y manejo de unidades ambientales costeras (POMIUC) y los planes de manejo de ecosistemas cercanos (p. ej.: humedales en áreas urbanas), cartografía asociada a geología, geomorfología, suelos, hidrogeología, hidrología, aguas subterráneas, topografía, sin perjuicio de otro tipo de estudios técnicos con los que pueda contar la autoridad ambiental.
22. Sí el área del plan parcial se pretende abastecer de una fuente de agua subterránea, se deberá revisar la oferta hídrica, la zonificación ambiental en términos de vulnerabilidad a la contaminación, las áreas de interés especial importantes para la conservación del recurso hídrico, las zonas de interconexión hidráulica, entre otros elementos.
23. Se revisaron todos los estudios técnicos realizados por las distintas autoridades ambiental en la zona como cartografía, fotografías aéreas, imágenes satelitales, estudios específicos y demás.
24. Se identificó la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales como el área protegida más cercana al plan parcial, así mismo en el POMCA del río Bogotá se delimita como estrategia de conservación un área de conservación y protección ambiental relacionada con la actual explotación minera al nororiente del polígono del plan parcial.
25. Se identificó el POMCA del río Bogotá como el instrumento de planificación y administración del recurso hídrico adoptado para el área del proyecto y las áreas colindantes.
26. El plan parcial deberá contar con factibilidad para extender o ampliar las redes para la prestación de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la totalidad del polígono de planificación; por tanto, las autoridades ambientales no podrán aprobar el autoabastecimiento en las áreas objeto de desarrollo de planes parciales. En tal sentido, deberá abstenerse de otorgar permisos ambientales como concesiones de agua superficiales o subterráneas, permisos de vertimientos o licencias ambientales e inclusive para la construcción y operación de rellenos sanitarios para este tipo de proyectos.
27. En lo que concierne al manejo de residuos peligrosos, la autoridad ambiental deberá advertir al interesado o promotor del plan parcial que en aquellos casos en los que en el área objeto del plan parcial se ubiquen establecimientos industriales o de servicios que generen residuos peligrosos deberán tramitar su manejo o disposición con transportadores y gestores debidamente autorizados, de acuerdo con lo

establecido en el título 6, parte 2, libro 2 del Decreto 1076 de 2015. restauración, gestión y mantenimiento de la conectividad y sus servicios ecosistémicos.

28. El plan parcial considerará las respectivas medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, establecidas en el plan integral de gestión del cambio climático territorial para la jurisdicción del área, soportado como se indicó anteriormente en las directrices establecidas en las políticas y en la normativa de gestión del cambio climático (Ley 1931 del 2018).
29. El interesado o promotor del plan parcial deberá prever las áreas necesarias en las zonas comunes para el almacenamiento diferencial de los residuos sólidos, acorde con la Resolución 2184 de 2019 del Minambiente y lo establecido en el respectivo plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS).
30. La Autoridad Ambiental establecerá las compensaciones ambientales de obligatorio cumplimiento asociada a los permisos de demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales que le sean otorgados al proyecto.

11 ESTRUCTURA AMBIENTAL



Fuente: Adaptado por la Unión temporal B&B-SILMATEC, 2023.

Figura 134. Estructura Ambiental

La estructura ambiental del Plan Parcial Delta, Silical y Calicanto tal y como se presenta en la Figura 134, parte de los elementos asociados a suelos de protección: que para el caso corresponde a la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales, corredores ecológicos, rondas hídricas y áreas de alta amenaza no mitigable.

Así mismo se incorporan el Sistema Urbano de Drenaje Sostenible, los cuales integran urbanismo, paisajismo e hidrología. El objetivo es dotar la ciudad de 'nuevas capas' permeables en tejados y pavimentos que se comportan como sumideros filtrantes que emulan el ciclo natural del agua. El agua filtrada es captada y gestionada de forma subsuperficial para su reciclado, infiltrada al terreno o vertida directamente a cauce natural, controlando cantidad, calidad y tiempo. Entre estos sistemas se encuentran: i. Sistemas de Techos Verdes o Cubiertas Vegetalizadas, ii. Drenes filtrantes, iii. Cunetas verdes (Swales), iv. Zonas de bioretención, v. Sumidero tipo alcorque inundable, vi. Superficies permeables y vii. Pondaje húmedo vegetado; así como Sistemas de manejo y saneamiento de vertimientos y sistemas de gestión integral de residuos sólidos y RCD.

Implementando estos sistemas es posible conservar y restaurar servicios ecosistémicos tales como:

- Servicios de regulación: proveen a la sociedad de un ambiente habitable, incluyen servicios como la regulación de la calidad del aire, del clima, del agua, de la erosión, purificación del agua y tratamiento de residuos, control de plagas y enfermedades, polinización y moderación de eventos climáticos extremos.
- Servicios culturales: beneficios no materiales (valores estéticos, de recreación, y salud física y mental, entre otros).
- Servicios de soporte: Conformado por los servicios ecológicos básicos que determinan el funcionamiento de los ecosistemas y el flujo adecuado de los primeros tres tipos de servicios, incluyen a la formación del suelo, la fotosíntesis, el ciclo de nutrientes y producción primaria.

Para poder entonces lograr el acceso y conservación de estos servicios, es necesario planificar, reglamentar, dotar y gestionar, la conservación y restauración de las Áreas Protegidas colindantes o incluidas dentro del área de interés del Plan Parcial (Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales y Ronda Hídrica de las Quebrada Serrezuela y El Encuentro), la conservación y restauración de Conectores Ecológicos de la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales, la incorporación de Parques, Zonas Verdes Dotacionales y el Aislamiento Ambiental de las áreas protegidas dentro del diseño urbanístico del Pan.

12 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS ARBORIZADAS Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO

Debido a la importante provisión de servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas estratégicos, áreas protegidas y cuerpos hídricos presentes en el área de interés, es recomendable densificar los corredores arbóreos existentes en la parte alta del predio, las márgenes de las quebradas Serrezuela y el Encanto y dar preferencia a separadores, zonas de control ambiental, parques y zonas peatonales verdes, con predominancia arbórea y arbustiva.

Como directriz general se recomienda el reemplazo progresivo de especies introducidas por aquellas propias del ecosistema del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Sin embargo, se conservarán las especies que si bien pueden ser introducidas brindan servicios ecosistémicos asociados al valor paisajístico o a provisión de alimento y/o hábitat a individuos faunísticos propendiendo así por la conservación de la biodiversidad.

La importancia de dar prioridad a las áreas circundantes a las quebradas responde a la necesidad de propiciar corredores biológicos que provean alimento y hábitats para fauna además de conservar la conectividad espacial y funcional entre estos y los cerros orientales con otras zonas verdes urbanas aledañas.

Adicionalmente, se podrán conservar, recuperar y restaurar otros servicios ecosistémicos como lo son: La regulación climática e hídrica, la prevención de procesos erosivos, la amortiguación de elementos contaminantes en el aire, suelo y agua, el bienestar emocional a través de la estética, entre otros.

La cantidad de árboles y especies a introducir dependerá en primera medida de las determinantes ambientales que la autoridad ambiental defina y en segundo lugar de los diseños paisajísticos que se presente asociados al Plan parcial delta, Silical y Calicanto.