CLASIFICADO

IDIGER
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

CONSORCIO HMEC – CONSULCONS 2019
Carrera 26 No 37-36 Bogotá D.C.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ESTUDIO ARBOLEDA SUR

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 01 INFORME GEOTECNICO

ORIGINAL

JUNIO DE 2019

CLASIFICADO

Elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.
Estudio Arboleda Sur

Instituto Distrital de Getión de Riesgo y Cambio Climático
Dg. 47 #77a9, Bogotá D.C
Tel: 4292800
E mail: idiger@idiger.gov.co

Director: Ing. Richard Alberto Vargas Hernández
Subdirector área (Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático): Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez
Líder y/o Supervisor : Ing. Diana Carolina Moreno Moreno

CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 01 INFORME GEOTECNICO

ORIGINAL

JUNIO DE 2019

RESUMEN

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) contrato al Consorcio Himec – Consulcons 2019 la ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., para el sitio identificado como ARBOLEDA SUR, localizado en la Localidad Rafael Uribe Uribe, en la ciudad de Bogotá, ya que este sector presenta procesos morfodinámicos determinados principalmente por las condiciones topográficas, el régimen climático, filtraciones de agua en el terreno en parte generados y acelerados por la actividad antrópica.

El movimiento objeto de estudio es de carácter complejo dado que el cuerpo del deslizamiento está conformado por un gran bloque de arenisca (costados norte y sur), como también por depósitos asociados a la actividad minera que se desarrolló en el área (parte central).

TABLA DE CONTENIDO

1 Generalidades 17
1.1 Introducción 17
1.2 Localización 19
1.3 Antecedentes 20
2 TOPOGRAFÍA 23
2.1 Resultados 23
2.2 Descripción de los trabajos 23
2.2.1 Objetivo de los levantamientos 23
2.2.2 Descripción del Área del Proyecto 23
2.2.3 Comisiones de Campo 24
2.2.4 Puntos de Amarre Topográfico 24
2.2.5 Equipos Utilizados 25
2.2.6 Metodología de los Trabajos 25
2.2.7 Planos Topográficos 27
2.2.8 Levantamiento de Detalles 28
3 GEOLOGÍA 29
3.1 Consulta y Análisis de Información Secundaria 29
3.2 Geología Regional 29
3.2.1 Paleógeno – Eoceno 30
3.2.2 Neógeno, Plioceno – Pleistoceno 31
3.2.3 Cuaternario 31
3.3 Geología Estructural 32
3.3.1 Sinclinal de Usme 32
3.4 Geología Local 32
3.4.1 Formación Regadera (E_2r) 33
3.4.2 Suelos Residuales (Qsr) 34
3.4.3 Suelos Residuales Movilizados (Qsr-m) 34
3.4.4 Rellenos Antrópicos (Qra) 35
3.5 Levantamiento de discontinuidades 36
3.5.1 Analisis preliminar de estabilidad por discontinuidades 37
4 GEOMORFOLOGÍA 44
4.1 Geomorfología Regional 44
4.2 Geomorfología Local 44
4.2.1 Ambiente Denudacional 47
4.2.2 Ambiente Antropogénico 48
4.3 Procesos Morfodinámicos 51
4.3.1 Procesos erosivos 51
4.3.2 Procesos de remoción en masa 52
5 COBERTURA DEL SUELO 56

6 HIDROGEOLOGIA 58
7 GEOTECNIA 62
7.1 Generalidades 62
7.1.1 Descripción del proceso de remoción en masa 62
7.1.2 Identificación de causas del movimiento 64
7.2 Antecedentes 65
7.3 Metodología 70
7.4 Descripción del proceso de remoción en masa 71
7.5 Recopilación de la información. 72
7.5.1 Revisión de imágenes de sensores remotos 72
7.5.2 Estudio de suelos Conjunto Cerrado Portal del Molinos 3 76
7.5.3 Revisión de registros de lluvia 76
7.6 Investigación del subsuelo 77
7.6.1 Exploración directa 78
7.6.2 Nivel freático 84
7.6.3 Exploración indirecta. Líneas de refracción sísmica 85
7.6.4 Ensayos de laboratorio 92
7.7 Caracterización geotécnica 100
7.8 Análisis geotécnico 102
7.8.1 Secciones y modelo de análisis (mecánicos de falla) 102
7.8.2 Consideraciones de diseño 104
7.8.3 Parámetros geotécnicos 104
7.8.4 Condiciones de agua 105
7.8.5 Parámetros para análisis seudoestático 106
7.8.6 Factores de seguridad admisibles 107
7.8.7 Escenarios de análisis 108
7.8.8 Análisis de estabilidad condición actual 109
7.8.9 Alternativas de estabilización 113
7.8.10 Análisis de estabilidad de taludes 115
7.8.11 Alternativa seleccionada 131
7.9 Diseño Geotécnico de obras de estabilización 132
7.9.1 Terraceo 132
7.9.2 Pantallas de pilotes 132
7.9.3 Capacidad de carga de pilotes pre-excavados 133
7.9.4 Asentamientos en pilotes pre-excavados 134
7.9.5 Módulo de reacción lateral del pilote 134
7.9.6 Pilotes de confinamiento de la carrera 12 135
7.9.7 Muro anclado sobre la Calle 48 K Sur 135
7.9.8 Anclajes 136
7.9.9 Capacidad portante de muro de gaviones en el sector 3 137
7.10 Diseño geotécnico de obras de drenaje 138

7.10.1 Drenes horizontales 138
7.10.2 Canales transversales 138
7.10.3 Trincheras drenantes 139
7.11 Conclusiones y recomendaciones 139
7.11.1 Tipo de materiales 139
7.11.2 Proceso de remoción en masa 139
7.11.3 Tipo de obras de estabilización 140
7.11.4 Recomendaciones para la construcción 141
7.12 Limitaciones 142
8 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA 143
8.1 Metodología 143
8.2 Delimitación de áreas y cuencas de drenaje 143
8.3 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia 144
8.4 Hietogramas de diseño 146
8.5 Diseño de obras de drenaje 148
8.5.1 Evaluación de la capacidad hidráulica de los sumideros (Fase 1) 149
8.5.2 Red pluvial (Fase 1) 156
8.5.3 Manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial 164
9 DISEÑO DEFINITIVO 231
9.1 Reconformación morfológica y movimiento de tierras 231
9.2 Obras de estabilización 231
9.3 Obras de drenaje 232
9.4 Diseño Vía 233
9.4.1 Generalidades 234
9.4.2 Diseño de pavimento flexible 234
9.4.3 Caracterización de la subrasante 235
9.4.4 Determinación de espesores 235
9.4.5 Tramos a intervenir 235
9.4.6 Conclusiones y recomendaciones 236
9.4.7 Limitaciones 236
9.5 Fases de construcción 236
9.5.1 Fase 1 236
9.5.2 Fase 2 236
9.5.3 Fase 3 237
9.5.4 Fase 4 237
9.5.5 Proceso constructivo. 237
9.6 Urbanismo y paisajismo 241
9.6.1 Generalidades 242
9.6.2 Características Urbanas 243
9.6.3 Propuesta de diseño urbano y paisajístico 245
9.7 PMT. 254

10 PROGRAMACIÓN DE OBRA, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES...255
11 CONCLUSIONES 256
11.1 Geología 256
11.2 Geomorfología 256
11.3 Hidrogeología 256
11.4 Hidrología e hidráulica 257
11.5 Urbanismo y paisajismo....257
11.6 Consulta empresas públicas....258
11.7 Afectación de redes. 259

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas planas punto de apoyo GPS1. 23
Tabla 2 Cotas punto de apoyo GPS1.....23
Tabla 3 Comisión de topografía. 24
Tabla 4 Coordenadas y cota punto de amarre. 24
Tabla 5 Equipos de topografía. 25
Tabla 6 Planos topográficos....27
Tabla 7 Cuadro de coordenadas planas Gauss origen central época 1995.4 28
Tabla 8. Resumen de discontinuidades levantadas por sitio en el área de interés – Barrio La Arboleda. 37
Tabla 9. Relación de planos principales de familias resultantes pata el talud movilizado en el sitio de interés – Barrio La Arboleda. 38
Tabla 10. Relación de planos principales de familias resultantes pata el talud in-situ localizado al oriente del sitio de interés – Barrio La Arboleda.....38
Tabla 11. Áreas uso del suelo. 56
Tabla 12. Causas del deslizamiento 65
Tabla 13. Revisión de conceptos técnicos. 66
Tabla 14. Perfil de suelos promedio estudio LFO-2030-12. 76
Tabla 15. Localización de sondeos y trincheras.....78
Tabla 16. Coordenadas de sitios de afloramiento de agua 85
Tabla 17. Coordenadas de inicio y fin líneas de refracción sísmica.....85
Tabla 18. Resumen de ensayos de laboratorio ejecutados.....92
Tabla 19. Resultados de peso unitario.....93
Tabla 20. Resultados ensayos de compresión inconfinada. 98
Tabla 21. Resultados ensayos de corte directo. 100
Tabla 22. Propiedades índice de los materiales....100
Tabla 23. Propiedades de resistencia y deformabilidad....101
Tabla 24. Parámetros geotécnicos para las obras consideradas en cada una de las alternativas. 102
Tabla 25. Parámetros geotécnicos para pilote de diámetro 8 pulgadas SCH 80

102
Tabla 26. Parámetros geotécnicos de los materiales.....105
Tabla 27. Factores de seguridad admisibles.....107
Tabla 28. Resultados de factores de seguridad para la condición actual 108
Tabla 29. Resultados de factores de seguridad para la condición actual 109
Tabla 30. Resultados de factores de seguridad para la condición con obras de la Alternativa 1 117
Tabla 31. Resultados de factores de seguridad para la condición con obras de la Alternativa 2 125
Tabla 32. Intensidad de la precipitación para distintos periodos de retorno.....145
Tabla 33 Condiciones de evaluación del sumidero 1 153
Tabla 34 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S1 153
Tabla 35 Condiciones de operación del sumidero S1 153
Tabla 36 Condiciones de evaluación del sumidero 2 154
Tabla 37 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S2 154
Tabla 38 Condiciones de operación del sumidero S2 154
Tabla 39 Condiciones de evaluación del sumidero 2 155
Tabla 40 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S3 155
Tabla 41 Condiciones de operación del sumidero S3 155
Tabla 42 Condiciones de evaluación del sumidero 4 y 5 155
Tabla 43 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S4 156
Tabla 44 Condiciones de operación del sumidero 4 y 5.....156
Tabla 45 Coeficientes de escorrentía NS-085.....158
Tabla 46 Periodo de retorno para diseño NS-085.....160
Tabla 47 Caudales de diseño por tramo 162
Tabla 48 Resumen de la red pluvial.....163
Tabla 49 Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional; CHOW, V.T. Hidrología Aplicada. Bogotá, 1994.....165
Tabla 50 Características del sector 1 del canal triangular 1.....176
Tabla 51 Características del sector 1 del canal triangular 1.....178
Tabla 52 características del sector 1 del canal triangular 3 179
Tabla 53 Características del sector 1 del canal triangular 4.....181
Tabla 54 Características del sector 1 del canal triangular 5.....182
Tabla 55 Características del sector 2 del canal triangular 1.....184
Tabla 56 Características del sector 2 del canal triangular 2.....185
Tabla 57 Características del sector 2 del canal triangular 3.....187
Tabla 58 Características del sector 2 del canal triangular 4.....188
Tabla 59 Características del sector 2 del canal triangular 5.....190
Tabla 60 Características del sector 2 del canal triangular 6.....191
Tabla 61 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 1 (CR S1) 194
Tabla 62 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 2 (CR S2) 194

Tabla 63 Dimensionamiento del canal rectangular de entrega (CR Entrega) .194
Tabla 64 Características del sector 3 del canal triangular 1 206
Tabla 65 Características del sector 3 del canal triangular 2 207
Tabla 66 Características del sector 3 del canal triangular 3 209
Tabla 67 Características del sector 3 del canal triangular 4 210
Tabla 68 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1 212
Tabla 69 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1 213
Tabla 70 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1 215
Tabla 71 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 3 (CR S1) 217
Tabla 72 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 3 (TC S2) 217
Tabla 73 Características del sector A1 225
Tabla 74 Características del sector A2 226
Tabla 75 Características del sector A3 228
Tabla 76 Características del sector A4 229
Tabla 77 Identificación de CIV, Vías a reconformar 233
Tabla 78. Relación vías a intervenir con estructura de pavimento flexible. 236
Tabla 79 Solicitudes ante empresas públicas. 258
Tabla 80 Coordenadas postes a desplazar. 259

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización General. 19
Figura 2. Localización de la zona propuesta para el estudio, la cual corresponde al área sugerida por el IDIGER. (polígono rojo). 20
Figura 3. Localización punto IGAC**.** 25
Figura 4 Entorno geológico regional de la zona de estudio, Barrio La Arboleda Sur – Localidad Rafael Uribe Uribe. Fuente: INGEOCIM 1998. Adaptado Consorcio Himec – Consulcons 2019. 30
Figura 5. Representación estereográfica de las familias de discontinuidades resultante para el talud movilizado localizado dentro de la zona de interés. 39
Figura 6. Representación estereográfica de las familias de discontinuidades resultante para el talud in-situ localizado al oriente de la zona de interés. 40
Figura 7. Representación estereográfica de los planos de intersección de las discontinuidades con probabilidad de falla para el talud movilizado localizado dentro de la zona de estudio. 41
Figura 8. Representación estereográfica de los planos de intersección de las discontinuidades con probabilidad de falla para el talud in-situ localizado al oriente de la zona de estudio. 42
Figura 9. Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto por el Servicio

Geológico Colombiano. Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999) e INGEOMINAS (1999), Carvajal (2002 – 2008) 45
Figura 10. Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto por el Servicio Geológico Colombiano. Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999) e INGEOMINAS (1999), Carvajal (2002 – 2008) 46
Figura 11. Usos del suelo área de influencia del estudio. Arboleda sur. 56
Figura 12. Mapa Hidrogeológico de la Sabana de Bogotá. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013. 59
Figura 13. Isoyetas de precipitación anual. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013. 60
Figura 14. Recarga potencial en la zona de estudio. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013. 60
Figura 15. Izquierda: Isopiezas temporada de precipitación alta (1999 - 2010). Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013. 61
Figura 16. Localización de sectores de estudio sobre el mapa de geología para ingeniería 62
Figura 17. Imagen satelital de abril de 2000. 74
Figura 18. Imagen satelital de septiembre de 2001. 74
Figura 19. Imagen satelital de agosto de 2010. 75
Figura 20. Imagen satelital de junio de 2012. 75
Figura 21. Curva de masa de precipitación acumulada de 30 días antecedentes al evento. Estación Santa Lucia. 77
Figura 22. Localización de sondeos mecánicos y líneas de refracción sísmica. .79
Figura 23. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos. 80
Figura 24. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 1, 2 y 3. 81
Figura 25. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 4, 5 y 6. 81
Figura 26. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 7, 8 y 9. 82
Figura 27. Variación del número de golpes por pie del ensayo SPT en el sondeo manual 1. 82
Figura 28. Estimación de parámetros de resistencia para el relleno antrópico ...83

Figura 29. Estimación de parámetros de resistencia para el estrato de suelo residual superior 84
Figura 30. Estimación de parámetros de resistencia para el estrato de suelo residual inferior 84
Figura 31. Localización de líneas de refracción sísmica 86
Figura 32. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 1 87
Figura 33. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 1 87
Figura 34. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 2 88
Figura 35. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 2 88
Figura 36. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 3 89
Figura 37. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 3 90
Figura 38. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 4 91
Figura 39. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 4 91
Figura 40. Variación del peso unitario con la profundidad.....95
Figura 41. Variación de la humedad con la profundidad 96
Figura 42. Carta de plasticidad para los materiales finos obtenidos en el perfil de suelo 97
Figura 43. Variación de la resistencia al corte no drenado (Cu) con la profundidad 99
Figura 44. Sección A-A' representativa para el Sector 1.....103
Figura 45. Sección B-B' representativa para el Sector 2.....103
Figura 46. Sección C-C' representativo para el sector 3 103
Figura 47. Modelo geotécnico para la sección A-A' 105
Figura 48. Localización del área de estudio en el mapa de microzonificación sísmica de Bogotá D.C. 107
Figura 49. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.1. FS:1.398.....108
Figura 50. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.2.FS:1.263.....108
Figura 51. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.3. FS:1.129.....109
Figura 52. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.4. FS:0.996.....109
Figura 53. Sección A-A' condición actual estática y con agua Ru=0.4.....110
Figura 54. Sección A-A' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4. ..110
Figura 55. Sección B-B' condición actual estática y con agua Ru=0.4.....111
Figura 56. Sección B-B' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4. ..111

Figura 57. Sección C-C' condición actual estática y con agua Ru=0.4. 111
Figura 58. Sección C-C' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4. ..112
Figura 59. Sección K0+140 Carrera 12 condición actual estática y con agua Ru=0.4. FS:1.199.....112
Figura 60. Sección K0+140 Carrera 12 condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4.FS:0.073.....112
Figura 61– Localización en planta de la sección K0+140 (Cr 12) 116
Figura 62– Sección K0+140 (Cr 12).....116
Figura 63. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. 118
Figura 64. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 118
Figura 65. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local 118
Figura 66. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local 119
Figura 67. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. 119
Figura 68. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 120
Figura 69. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local 120
Figura 70. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local 121
Figura 71. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. 121
Figura 72. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 122
Figura 73. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local 122
Figura 74. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local 123
Figura 75. Sección K0+140 Carrera 12 condición con obras estática y con agua Ru=0.1. 123
Figura 76. Sección K0+140 Carrera 12 condición con obras seudoestática y con agua Ru=0.1. 124
Figura 77. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. 126
Figura 78. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 126
Figura 79. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua

Ru=0.1. Falla local 127
Figura 80. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local 127
Figura 81. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. 128
Figura 82. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 128
Figura 83. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. Falla local 129
Figura 84. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local 129
Figura 85. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. 130
Figura 86. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 130
Figura 87. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 131
Figura 88. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. 131
Figura 89. Distribución de pilotes al tresbolillo 132
Figura 90. Capacidad de carga de pilotes pre-excavados 133
Figura 91. Capacidad de carga a extracción de pilotes pre-excavados 134
Figura 92. Asentamientos en pilotes 134
Figura 93. Módulo de reacción horizontal en pilotes 135
Figura 94. Evaluación de capacidad portante 138
Figura 95. Áreas de drenaje Arboleda Sur. 144
Figura 96. Información de precipitación 145
Figura 97. Curvas IDF para la zona de interés 145
Figura 98. Hietograma para un periodo de retorno de 3 años 146
Figura 99. Hietograma para un periodo de retorno de 5 años 146
Figura 100. Hietograma para un periodo de retorno de 10 años 147
Figura 101. Hietograma para un periodo de retorno de 25 años 147
Figura 102. Hietograma para un periodo de retorno de 50 años 148
Figura 103. Hietograma para un periodo de retorno de 100 años 148
Figura 104 Sumideros en el sector de interés 150
Figura 105 Áreas de drenaje para los sumideros (I) 151
Figura 106 Áreas de drenaje para los sumideros (II) 151
Figura 107 Red pluvial fase 1 157
Figura 108 Red pluvial para fase 2 158
Figura 109 Áreas de drenaje para la red pluvial 161
Figura 110 Áreas de drenaje para los canales (Fase 2) 167

Figura 111 Áreas de drenaje para los canales (Fase 3).....167
Figura 112 Áreas de drenaje para los canales (Fase 4).....168
Figura 113 Esquema de definiciones: (a) escalones para q=19, 23, 30 y 55°, (b) escalones tomados para q=5.7, 8.5 y 11.3° (Fuente, Ohtsu et al. 2004. Fig. 2) ..171
Figura 114 Canales triangulares del sector 2.....175
Figura 115 Canales triangulares del sector 2.....176
Figura 116 Diseño hidráulico Canal triangular s1-1.....177
Figura 117 Diseño hidráulico Canal triangular s1-2.....179
Figura 118 Diseño hidráulico Canal triangular s1-3.....180
Figura 119 Diseño hidráulico Canal triangular s1-4.....182
Figura 120 Diseño hidráulico Canal triangular s1-5.....183
Figura 121 Diseño hidráulico Canal triangular s2-1.....185
Figura 122 Diseño hidráulico Canal triangular s2-2.....186
Figura 123 Diseño hidráulico Canal triangular s2-3.....188
Figura 124 Diseño hidráulico Canal triangular s2-4.....189
Figura 125 Diseño hidráulico Canal triangular s2-5.....191
Figura 126 Diseño hidráulico Canal triangular s2-6.....192
Figura 127 Ubicación de los canales rectangulares.....193
Figura 128 Canales triangulares de la Fase 3.....205
Figura 129 Diseño hidráulico Canal triangular s3-1.....207
Figura 130 Diseño hidráulico Canal triangular s3-2.....208
Figura 131 Diseño hidráulico Canal triangular s3-3.....210
Figura 132 Diseño hidráulico Canal triangular s3-4.....211
Figura 133 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 48k SUR.....213
Figura 134 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 49ª SUR OCCIDENTE 214
Figura 135 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 49ª SUR OCCIDENTE 216
Figura 136 Diseño hidráulico canal sector A1.....226
Figura 137 Diseño hidráulico canal sector A2.....227
Figura 138 Diseño hidráulico canal sector A3.....229
Figura 139 Diseño hidráulico canal sector A4.....230
Figura 140 Identificación de CIV, Vías incluida dentro del proyecto Arboleda Sur 234
Figura 141. Determinación de espesores de pavimento flexible.....235
Figura 142 Zona de trabajo Arboleda Sur.....244
Figura 143 Propuesta Parque.....247
Figura 144 Secciones transversales Zona de juegos Infantiles.....248
Figura 145 Planteamiento Diseño Paisajístico.....249
Figura 146 Selección Especies y Cantidades.....253
Figura 147 Posibles rutas de ingreso y salida.....254

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Posicionamiento NP 7-BGT IGAC. 26
Fotografía 2. Localización vértices.....27
Fotografía 3 Afloramiento de la Formación Regadera localizado en el costado norte del área de interés. 33
Fotografía 4 Panorámica de los Suelos Residuales localizados al costado norte del área de interés, se evidencia el perfil de meteorización de las rocas de la Formación Regadera. 34
Fotografía 5. Suelos residuales movilizados desarrollados sobre rocas arcillolitas de la Formación Regadera (miembro superior). 35
Fotografía 6. Relleno antrópico localizado en la parte central de la zona de estudio, de composición heterogénea medianamente consolidado.....36
Fotografía 7 Material de relleno localizado en la base del talud de interés, aflorante en los cortes realizados en la etapa de construcción de las viviendas. ..36
Fotografía 8. Levantamiento de discontinuidades del macizo rocoso, sobre la cara de un talud rocoso movilizado dentro de la zona inestable (Izquierda), y sobre el talud rocoso in-situ localizado al oriente de la zona de estudio (Derecha).....37
Fotografía 9. Ladera denudacional residual localizada al costado sur del área de estudio, en contacto con una terraza antrópica. 48
Fotografía 10. Ladera Antrópica localizada en el centro del área de estudio. 49
Fotografía 11. Terraza antrópica conformada para la construcción de un parqueadero en el costado norte de la zona de estudio. 50
Fotografía 12. Talud de corte localizado al costado occidental del área de estudio, en contacto con una ladera antrópica. 51
Fotografía 13. Escarpe principal del deslizamiento localizado sobre el costado norte de la zona de estudio, involucrando suelos residuales de la formación Regadera. 53
Fotografía 14. Cuerpo del deslizamiento, costado norte de la zona de estudio, nótese la presencia de una vía intermedia afectada por el proceso de remoción en masa. 53
Fotografía 15. Flanco derecho del deslizamiento del costado norte, vía intermedia destruida por el proceso de remoción en masa. 53
Fotografía 16. Proceso de remoción en masa localizado en la parte central de la zona de estudio sobra.....54
Fotografía 17. Proceso de remoción en masa localizado sobre el costado sur de la zona de estudio, producto de la actividad antrópica del sector, involucrando suelos residuales de la formación Regadera Superior. 55

GLOSARIO

Vp: Las ondas Vp son ondas longitudinales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación.
SPT: El ensayo de penetración estándar o SPT (del inglés Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.
RQD: El índice RQD (Rock Quality Designation) desarrollado por Deere entre 1963 y 1967, se define como el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud (en su eje) sin tener en cuenta las roturas frescas del proceso de perforación respecto de la longitud total del sondeo.
N: Numero de golpes registrado en la ejecución en campo del ensayo SPT.
Ncorr: Numero de golpes del ensayo SPT corregido, por variables de energía.
Ø: El ángulo de fricción es la representación matemática del coeficiente de rozamiento.
Es: El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico.
% W: Porcentaje de humedad natural del suelo.
L.L: Limite líquido, corresponde al porcentaje de humedad donde el suelo cambia de comportamiento plástico a líquido.
L.P: Limite plástico, corresponde al porcentaje de humedad donde el suelo cambia de comportamiento de semisólido a plástico.
I.P: Índice de plasticidad, es el rango de humedades en el que el suelo tiene un comportamiento plástico.
y: Peso específico, relación existente entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia.
UCSC: Sistema unificado de clasificación de suelos.
Cu: Resistencia al corte de una muestra de suelo, resultado en un ensayo de compresión inconfinada.
S´v: Resistencia máxima a la compresión de una muestra de roca, resultado en un ensayo de compresión simple.
c´: La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas.
RU: Coeficiente entre la cabeza de presión de agua sobre la cabeza de presión de tierra.
FS: Factor de seguridad.
Isoyetas: Isolíneas con igual valor de precipitación.

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) contrato al Consorcio Himec – Consulcons 2019 la ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., para el sitio identificado como ARBOLEDA SUR, localizado en la Localidad Rafael Uribe Uribe, en la ciudad de Bogotá.

El movimiento objeto de estudio es de carácter complejo dado que el cuerpo del deslizamiento está conformado por un gran bloque de arenisca (costados norte y sur), como también por depósitos asociados a la actividad minera que se desarrolló en el área (parte central).

Por lo anterior se encuentran en el terreno escarpes de altura mayor a 4.0m aproximadamente, que han dejado expuestos los estratos de arenisca principalmente, así como algunos paquetes de arcillolita grises, estos últimos muestran una pendiente más suave en comparación con los escarpes de arenisca. En los estratos de arenisca se observan diaclasas verticales las cuales se encuentran desconfiadas en primer lugar por la explotación minera pasada y actualmente por qué no se llevó a cabo la recomposición geomorfológica del área. Se puede mencionar como uno de los agentes externos que puede influir en la continuidad del movimiento, es el agua de escorrentía que llega a las grietas y escarpes del deslizamiento, y que han estado expuestos desde hace aproximadamente 8 años (según apreciación de los vecinos del sector).

A esto se suma la presencia de rellenos antrópicos de altura 4m aproximadamente conformados sobre antiguos frentes de explotación mineros (en el sector se observaron relictos de hornos para fabricación de ladrillos). En dichos rellenos se viene empleando el territorio como parqueadero de vehículos.

Hacia la parte central del movimiento y en el cambio de pendiente entre el escarpe y la masa deslizada (cerca a la cancha de tejo), se puede ver la vegetación con una coloración verde intenso lo cual se asocia a la presencia de flujos de agua subsuperficiales.

Adicionalmente, se observó la actividad de reparación de la tubería de alcantarillado existente sobre la Carrera 11B con Calle 48 K sur, que venía aportando aguas a la masa deslizada y que por tanto pudo también actuar como agente detonante del

movimiento. Es importante mencionar que a lo largo de la calle 48 K sur no se evidencian grietas de tracción o asentamientos en el terreno que pudieran dar un indicio sobre el carácter retrogresivo del movimiento.

Por último, hacia el costado sur occidental se encontró un talud con afloramiento de areniscas meteorizadas y con algunos bloques en posibilidad de caer, lo cual motivó al reasentamiento de la primera fila de viviendas ubicadas en la parte baja.

Con este propósito se adelantó este estudio, el cual contiene en el primer capítulo los aspectos generales tales como introducción, localización del área de análisis y antecedentes. El segundo capítulo presenta el levantamiento topográfico del área de estudio, el tercer y cuarto capítulo presenta los aspectos geológico y geomorfológico a nivel regional y local respectivamente mientras que el capítulo cinco muestra la cobertura del suelo y el capítulo seis presenta los aspectos de hidrogeología en el entorno regional y local.

En el capítulo siete se plantea el modelo geológico – geotécnico para análisis de estabilidad a partir de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio; análisis que contempla escenarios actuales y escenario con obras de mitigación de los procesos. En el capítulo ocho se realiza el análisis hidráulico e hidrológico.

El capítulo nueve se realiza un descripción general de las obras definitivas además del diseño de la estructura del pavimento, las fases de construcción del sitio y por último el urbanismo y paisajismo proyectada para el sitio. El capítulo diez se incluye el presupuesto de construcción de dichas obras. Por último, en el capítulo once se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

Como estudios complementarios al estudio geotécnico, se realizaron el estudio social, inventario forestal, plan de manejo ambiental con línea base conceptual y estudio predial, los cuales se encuentran en documentos anexos al presente estudio.

Como alcance de los estudios y diseños del presente contrato se realizaron las correspondientes solicitudes a las entidades de servicios públicos de gas natural “VANTI” y a la empresa de servicios públicos “ENEL CODENSA”, con el fin de conocer y presentar la identificación de las redes secas existentes para el sitio, los oficios emitidos de estas solicitudes se muestran el Anexo 8 del presente volumen, de la misma manera se presentan los planos suministrados y oficios de respuesta de estas entidades.

1.2 Localización

El sitio de estudio se localiza en la localidad Rafael Uribe Uribe, sitio identificado como Arboleda sur. Delimitado por la calle 48 k sur y la calle 49a sur, entre carreras 11 y 12 Bis A, como se muestra en la Figura 1 y el polígono mostrado en la Figura 2.

El área propuesta para el estudio es de aproximadamente 3.2 Ha teniendo en cuenta que el estudio tiene como objetivo fundamental los análisis geotécnicos y el diseño de las obras de estabilización del área que ha sido afectada por un proceso de remoción en masa ocurrido como consecuencia del aumento en las precipitaciones, esto sumado a la susceptibilidad de los materiales.

Esta área fue determinada como límite del estudio durante la visita del 21 de febrero de 2019 luego de observar y determinar las características del proceso de inestabilidad, la evolución que ha tenido y los límites de afectación de este.

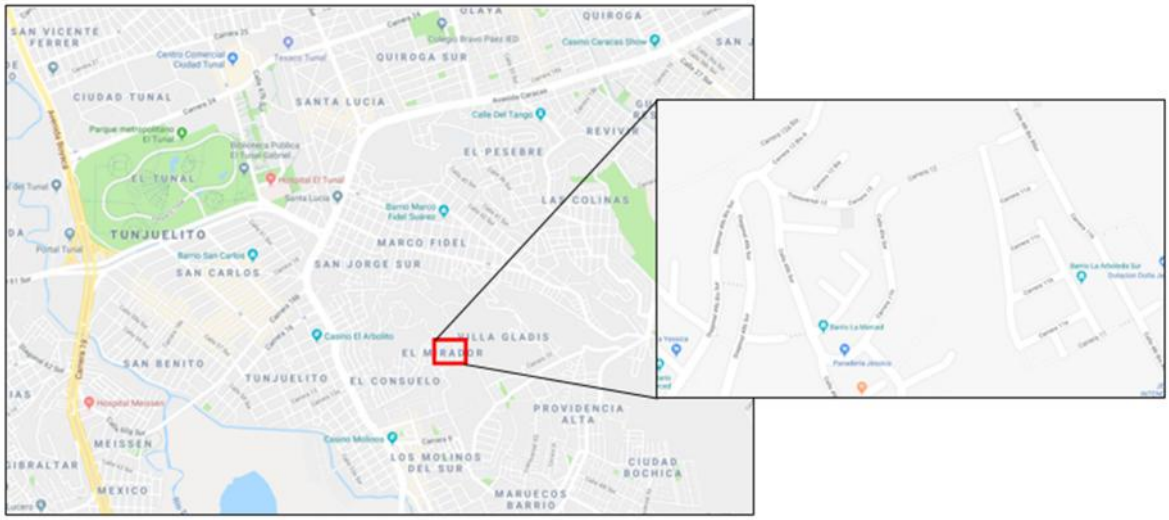


Figura 1. Localización General.



Figura 2. Localización de la zona propuesta para el estudio, la cual corresponde al área sugerida por el IDIGER. (polígono rojo).

1.3 Antecedentes

A continuación, se presentan de manera cronológica los documentos que relacionan las etapas más relevantes del proceso de inestabilidad de este sitio. Esta información fue suministrada por el IDIGER a esta consultoría.

En el documento CT2711, emitido el 13/08/1997 se realizó la identificación del proceso de remoción en masa presente en los barrios Playón -Playita y La Merced Sur, Se realiza una descripción geológica, identificación de la zona geotécnica en el mapa del INGEOMINAS, Identificación de la pendiente. Identificación cualitativa del riesgo por procesos de remoción en masa del sector, descripción de las diaclasas del macizo rocoso. Finalmente se realiza la recomendación de reubicar 11 Familias, realizar un estudio de estabilidad del macizo rocoso, realizar obras de mitigación y contención del talud afectado por el deslizamiento.

El 19/07/2004 se presenta el documento CT4005, en el cual se realiza en el barrio La Arboleda II, este presenta la localización del área, descripción del uso y cobertura del suelo, aspectos hidrográficos, geológicos asignando el área a la formación Regadera, zonificación geomorfológica, recomendaciones para cimentaciones y cortes de taludes, descripción de la inestabilidad, evaluación de la amenaza, parámetros con los que se realiza clasificación y zonificación y evaluación de vulnerabilidad, se realizó clasificación de vulnerabilidad y evaluación de riesgo, en los que se determina alta vulnerabilidad y alto riesgo a procesos de remoción en masa. Se recomienda el reasentamiento de familias que habitan viviendas en riesgo alto, construcción de obras de contención y estabilización para lotes en amenaza media, construcción de obras de drenaje y actualización de viviendas a la norma sismo resistente.

En el documento CT4475 con fecha del 1/09/2006, se presenta Identificación y zonificación de la amenaza en la localidad Rafael Uribe Uribe por procesos de remoción en masa, se definen sectores para limitación de uso en el barrio La Merced Sur, se recomienda el mejoramiento de obras de protección en taludes y obras de drenaje para el manejo de aguas lluvia.

El 8/11/2006 mediante el documento DI-3152, Se realiza descripción del proceso en el que se identifican las causas del proceso de remoción en masa, identificando procesos morfodinámicos y riesgos asociados, se realiza la identificación de las viviendas afectadas a corto plazo, viviendas que requieren mejoramiento y se recomienda implementar obras de estabilización del talud de corte del antiguo frente de exploración.
Mediante el documento DI-3852, del 31/05/2008, se realiza descripción del proceso en el que se identifican las causas del proceso de remoción en masa, identificando procesos morfodinámicos y riesgos asociados, se realiza la identificación de las viviendas afectadas a corto plazo, se identifica la falla en cuña como mecanismo de falla en el talud, recomienda actualización del nivel de riesgo de las familias afectadas.

Mediante el documento DI-5403 ARBOLEDA II, con fecha del 3/05/2011, se presenta la descripción y causas del nivel de riesgo del barrio La Merced por un proceso de remoción en masa, en la que se definen causas antrópicas por exploración de materiales de la cantera y condiciones naturales de los materiales arcillosos. Se establecen como recomendaciones evacuar definitivamente las familias afectadas y agilizar la generación de vivienda popular para el reasentamiento.

En el oficio DI-5411, con fecha del 23/05/2011, Se realiza descripción del proceso en el que se identifican las causas del proceso de remoción en masa, identificando procesos morfodinámicos y riesgos asociados, se realiza la identificación de las viviendas afectadas a corto plazo, se identifica la falla en cuña como mecanismo de falla en el talud, recomienda evacuación de familias en riesgo.

En el documento DI-5621, emitido el 09/06/2011, se realiza descripción del proceso en el que se identifican las causas del proceso de remoción en masa, identificando procesos morfodinámicos y riesgos asociados, se realiza la identificación de las viviendas afectadas a corto plazo, identificación de riesgo en la carrera 12 entre transversal 12 y calle 48K Sur, se identifica la falla en cuña como mecanismo de falla en el talud, recomienda evacuación de familias en riesgo, al implementación de las obras de estabilización y/o protección, manejo del drenaje superficial y subsuperficial.

Mediante el documento DI-6032, del 20/11/2011, se presenta los antecedentes la delimitación del polígono de estudio, posteriormente muestra la descripción del problema y la identificación de las causas, se identifica escalonamiento del proceso de remoción en masa delimitando tres escarpes principales, se realiza identificación de las viviendas afectadas e identificación de daños asociados al proceso sobre las redes eléctricas, alcantarillado, telecomunicaciones, gas y agua. Se recomienda el reasentamiento de las familias localizadas en alto riesgo no mitigable, se recomienda la restricción de uso de suelo de suelo en cuatro predios.

Mediante documento CR-13974 REMISIÓN PUNTOS RAFAEL URIBE URIBE, con fecha de 21-12-2011, Se presentan los polígonos de estudio de procesos de remoción en masa identificados por el FOPAE.

En el concepto técnico CT3848 con fecha de diciembre de 2012, Se describen aspectos físicos como geología, geomorfología y descripción del proceso de caídas de bloques. Posteriormente se realiza descripción de la amenaza y vulnerabilidad física. Finalmente se emite la recomendación de incluir 29 familias en alto riesgo a la base del FOPAE para reubicación de estas y cercamiento y limpieza del área para prevenir futuras invasiones.

Mediante el documento CT3858 de diciembre de 2012, se describen aspectos físicos como geología, geomorfología y descripción del proceso de caídas de bloques. Posteriormente se realiza descripción de la amenaza y vulnerabilidad física. Finalmente se emite la recomendación de incluir 13 familias en alto riesgo no mitigable a la base del FOPAE para reubicación de estas y cercamiento y limpieza del área para prevenir futuras invasiones.

2 TOPOGRAFÍA

En el presente capitulo corresponde al levantamiento topográfico, base para diseño de obras de estabilización en el proyecto Arboleda sur, en éste se describen los trabajos de campo, memorias de cálculo, elaboración de los planos base de topografía, según normas actuales para levantamientos topográficos en Colombia.

2.1 Resultados

Resultado, coordenadas Planas Cartesianas Origen Bogotá del punto denominado GPS 2A, luego de realizar el traslado de coordenadas desde el punto de nivelación geodésica, con cota geométrica y el cual hace parte de la red Magna Sirgas del IGAC, el posicionamiento se realizó con GPS doble frecuencia De precisión geodésica en modo RTK.

Tabla 1 Coordenadas planas punto de apoyo GPS1.

REFERENCIA	COORDENADAS PLANAS ORIGEN BOGATA		COTAS GEOMETRICA
	NORTE	ESTE	
GPS 1	996350.9284	995426.6493	2651.1064

Resultado, cota de los vértices posicionados, luego del traslado desde el NP 7-BGT.

Tabla 2 Cotas punto de apoyo GPS1.

PUNTO	COTA GEOMÉTRICA
GPS 1	2651.1064

2.2 Descripción de los trabajos

2.2.1 Objetivo de los levantamientos

Realizar el levantamiento topográfico, planimetría y altimetría a detalle del polígono asignado, teniendo especial atención en la topología del terreno. Estos levantamientos servirán de base para la generación de los diseños adecuados.

2.2.2 Descripción del Área del Proyecto

Los tramos presentados están localizados en la ciudad de Bogotá, en la localidad Rafael Uribe Uribe, en el barrio Arboleda sur. El proyecto se desarrolló en una zona urbana de terreno ondulado y partes escarpadas.

2.2.3 Comisiones de Campo

Los trabajos de campo fueron ejecutados por una comisión de topografía, integrada por un coordinador de campo, un ingeniero topográfico, dos auxiliares operadores de GPS y expertos en Inspección de pozos. En la **Tabla 3**, se relaciona el personal principal que conformó la comisión de topografía.

Tabla 3 Comisión de topografía.

NOMBRE	CARGO
Oscar Rondón Sáenz	Coordinador de campo
Hernán David Campos	Ingeniero topográfico
Elver Rondón	Auxiliar
Joan Edgardo Rojas	Auxiliar

El ingeniero topográfico contratado para la realización de los levantamientos topográficos está debidamente matriculado y registrado en el Concejo Profesional Nacional de Ingeniería COPINA, mediante matrícula No. 25335-162012 CND. Copia de la Licencia se incluye en el Anexo No. 1 de este Informe.

2.2.4 Puntos de Amarre Topográfico

Tal como lo exige la Norma NS 030, los levantamientos topográficos fueron amarrados a la Red del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, mediante Posicionamiento de puntos con GPS doble frecuencia en modo RTK, utilizando el punto NP. 7-BGT el cual hace parte de la red de nivelación geometría de primer orden y de la red magna sirgas como punto geodésico. Por la cercanía con el sitio del levantamiento se realizó el traslado de coordenadas en modo RTK. se incluye copia de la certificación expedida por el IGAC en el Anexo No. 1

La **Tabla 4** contiene los datos de coordenadas y cotas del vértice Geodésico utilizado en los levantamientos Planimétricos y Altimétricos.

Tabla 4 Coordenadas y cota punto de amarre.

VÉRTICE	COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS PROYECCIÓN BOGOTÁ ÉPOCA 1995.4		COTA GEOMÉTRICA
	NORTE	ESTE	
NP 7-BGT	104850.436	99622.325	N/A

2.2.5 Equipos Utilizados

En la ejecución de los levantamientos topográficos se utilizaron los equipos relacionados en la **Tabla 5**, estos equipos cuentan con sus debidos certificados de calibración, los cuales son incluidos en el Anexo No. 1

Tabla 5 Equipos de topografía.

NOMBRE	MARCA	REFERENCIA	No. SERIE
Estación Total	TOPCON	GPT3003W	430325
GPS	GEOSUN	gRob R1n	EFR116035012
GPS	GEOSUN	eFix R1n	EFR114075043

Además de los equipos antes mencionados se utilizó igualmente el equipo convencional complementario.

2.2.6 Metodología de los Trabajos

Teniendo como base el punto NP 7-BGT del IGAC. Y el cual hace parte de la red de nivelación geométrica de primer orden al igual que de la red geodésica MAGNA SIRGAS, se traslada coordenadas y cota a un punto dentro del polígono el cual se denominó GPS 1.

Por la cercanía al sitio de trabajo el método utilizado para el traslado de coordenadas se realiza con equipos GPS de precisión geodésica doble frecuencia, en modo RTK.



Figura 3. Localización punto IGAC**.**

Amarre Topográfico

Esta labor se realizó mediante la técnica empleada por el sistema DGPS en método diferencial RTK, obteniendo una precisión de 1 cms.+ 1ppm, ubicando un Receptor estático en el punto de coordenadas conocidas, y un equipo Rover para realizar la medición de detalles.

(El tipo de posicionamiento Geodésico empleado fue de tipo RTK **(Static)** con equipos GPS de doble frecuencia de fase portadora completa [L1 y L2]), código adquirido C/A (CoarseAdquisition) y código P Preciso, esta clase de equipos junto con el método diferencial de posicionamiento permite la precisión requerida para el cálculo de vectores para este tipo de trabajo, eliminando errores en estimación de la órbita de los satélites, deriva de los relojes atómicos de los satélites (Seudodistancia), ionosfera, Troposfera, y disponibilidad selectiva disponible S/A, además permite en el posterior Post-Proceso satelital mejorar disminuir mediante el tratamiento de señales el DGOP (Disolución Geométrica de la Precisión) con soluciones dobles fijas (FIX) que aplicarían en este caso.



Fotografía 1. Posicionamiento NP 7-BGT IGAC.





Fotografía 2. Localización vértices.

Levantamientos Plani altimétrico

La planimetría y altimetría de los levantamientos topográficos fue desarrollada por metodología GPS En modo RTK lo cual nos evita las poligonales topográficas, en las zonas con dificultad de señal se ubicaron puntos de apoyo inter visibles para toma de detalles con estación total convencional.

Una vez ajustadas las coordenadas y cotas respectivas se obtienen los valores de NORTE, ESTE y COTA de cada uno de los puntos radiados sobre los detalles levantados, información básica para obtener el plano topográfico actualizado.

La información recolectada en campo se procesa y se calcula con el software Topcón *Link*, los resultados obtenidos son incluidos en el Anexo No. 1

2.2.7 Planos Topográficos

La utilización de los equipos electrónicos garantiza la disminución de fuentes de error y proporciona funcionalidad en la transferencia de información para la elaboración de los planos topográficos.

Con base en la información recolectada en campo y el ajuste necesario, se procedió a la elaboración de los planos en formato dwg. En la Tabla siguiente se relacionan los planos objeto de los levantamientos topográficos.

Tabla 6 Planos topográficos

No.	CONTENIDO
1	Topografía Arboleda Sur

Tabla 7 Cuadro de coordenadas planas Gauss origen central época 1995.4

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA ORTOMETRICA
NP 7-BGT	997008.908	994646.052	2567.3663
GPS 1	996350.9284	995426.6493	2651.1064

2.2.8 Levantamiento de Detalles

El levantamiento de detalles se desarrolló utilizando como base el punto GPS 1 para la ubicación del equipo estático, con el Rover en modo RTK, Con esta metodología se levantaron todos los detalles físicos y artificiales adyacentes a los tramos del proyecto y se ubican parejas de puntos auxiliares para la utilización de la estación total en sitios donde la señal satelital no es buena.

El trabajo de campo fue realizado con la con los equipos descritos en la Tabla 5, se capturaron 4151 detalles, los cuales fueron empleados para la configuración del modelo topográfico, por consiguiente, estos puntos tienen cota trigonométrica. Los planos de topografía fueron elaborados en AutoCAD.

3 GEOLOGÍA

3.1 Consulta y Análisis de Información Secundaria

En la primera etapa de la elaboración del componente geológico a nivel regional, se consultó la información disponible en el servicio geológico colombiano –SGC, correspondiente a la plancha 246 Fusagasugá escala 1:100:000 con su respectiva memoria explicativa en 1998, el mapa de las unidades geológicas (plano 2) escala 1:25.000 que hace parte del estudio Geotécnico Detallado de una Zona Sur de Santafé de Bogotá Alcaldías de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme y Rafael Uribe, realizadas por el Servicio Geológico Colombiano – SGC, en colaboración con el Departamento Administrativo de Planeación Distrital – D.A.P.D. en el año de 1995, y el mapa geológico localidades de Rafael Uribe y San Cristóbal escala 1:10.000, del estudio Zonificación del Riesgo por Inestabilidad de Terreno para Diferentes Localidades de Santa Fe de Bogotá, elaborado por INGEOCIM Ltda para la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias UPES y el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias FOPAE en el año de 1998.

En general, la información consultada da claridad sobre la geología regional que yace en la zona de estudio donde se pueden identificar las unidades geológicas, la estratigrafía predominante y las estructuras geológicas asociadas a los procesos morfodinámicos actuantes.

3.2 Geología Regional

El sitio de interés localizado en el Barrio La Arboleda Sur, yace sobre rocas de edad Paleógeno correspondientes a la Formación Regadera, con fin de dar mayor cobertura a la geología regional en el presente capítulo se hará la descripción de las unidades geológicas que conforman el cuadrante enmarcado dentro de las coordenadas (N: 94800 - 96000 y E: 95400 - 96800), tal como se muestra en la Figura 4.

De acuerdo con el Mapa Geológico Localidades de Rafael Uribe y San Cristóbal, Escala 1:10.000 y el Mapa de Unidades Geológicas (Plano 2) escala 1:25.000 del estudio Geotécnico Detallado de una Zona Sur de Santafé de Bogotá Alcaldías de Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme y Rafael Uribe, la geología del área de interés está conformada por rocas sedimentarias del Terciario (Neógeno) correspondientes con la Formación Regadera Conjunto Superior (Ters) y la Formación Tilatá Suelos de Sabana (TQt), y unidades del cuaternario representado por la Formación Sabana Terraza Baja (Qtb). A continuación, se lleva a cabo la descripción de las unidades que conforman el entorno geológico de la zona de estudio de la más antigua a la

más reciente a saber:

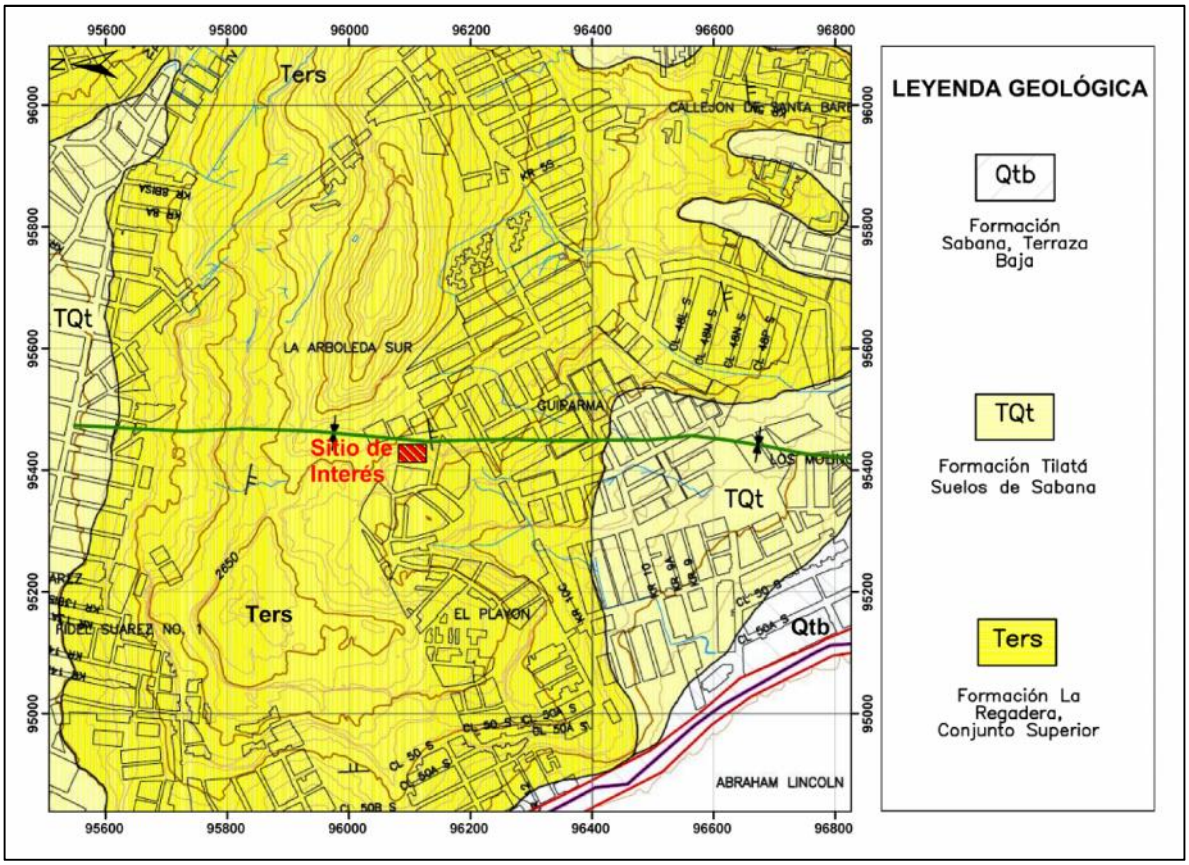


Figura 4 Entorno geológico regional de la zona de estudio, Barrio La Arboleda Sur – Localidad Rafael Uribe Uribe. Fuente: INGEOCIM 1998. Adaptado Consorcio Himec – Consulcons 2019.

3.2.1 Paleógeno – Eoceno

Formación Regadera (Ters)

El nombre de Formación Regadera fue introducido como unidad independiente por JULIVERT (1964), quien la separa de la Formación Usme, tal como aparecía previamente en el trabajo de HUBACH (1957). Según la descripción de JULIVERT (1964) la unidad está formada principalmente por areniscas, no muy consolidadas, de grano frecuentemente grueso y por capas de conglomerados menos abundantes; alternando con las areniscas y conglomerados se encuentran arcillas rosadas o rojizas.

El sitio de interés yace sobre rocas de esta unidad, específicamente sobre el

conjunto superior de la Formación Regadera constituido por una secuencia de arcillolitas abigarradas, grises claras y blancas, debido a la intensa meteorización de las rocas in situ, se generan coloraciones violáceas y rojizas, blandas y plásticas, generalmente sin rasgos de estratificación, con intercalaciones de areniscas cuarzo-feldespáticas, en capas gruesas. La unidad se depositó en un ambiente fluvial de ríos meándricos, delinea una morfología de laderas abruptas con pendientes topográficas de moderadas a fuertes y su edad de acuerdo con datos palineológicos de Homm et al (1987) es Eoceno Medio. El contacto inferior con la Formación Bogotá es erosivo; el contacto superior con la Formación Usme es transicional.

3.2.2 Neógeno, Plioceno – Pleistoceno

Formación Tilatá (TQt)

Esta unidad aflora al norte y al sur del sitio de interés, se trata de una formación de carácter lacustre, consta de arcillas y arenas arcillosas de color blanco, turbas, y niveles de guijarros de tamaño pequeño (unos centímetros como máximo). Por tratarse de un fondo lacustre es notablemente plana y solo en los bordes de la sabana asciende y allí queda situada entre 5 y 15 metros sobre el nivel medio de las corrientes de agua que surcan el terreno. Está presente y se adosa a los Conos de Tunjuelito desde la Cárcel La Picota hasta un poco al norte de la Quebrada Yomasa. Constituye el basamento de la Sabana de Bogotá donde se manifiesta morfológicamente como una terraza alta. Se manifiesta morfológicamente como una terraza, la Formación Tilatá marca el límite entre el terciario y el cuaternario y su contacto con la Formación Regadera es discordante, especialmente en los bordes de la Sabana, existe discordancia erosiva con la Formación Sabana.

3.2.3 Cuaternario

Formación Sabana – Terraza Baja (Qtb)

La Formación Sabana yace al costado sur del sitio de interés, es un depósito de suelos finos de origen fluvio lacustre, dentro de esta formación se reconocen tres geoformas particulares: Suelos de la Sabana, Terraza Alta y Terraza Baja. Litológicamente, los suelos de la sabana corresponden a depósitos en terrenos suaves y de partes altas (Porta 1961) que consta de tres niveles de base a techo: unos limos rojos, unos limos marrones y un complejo de suelos negros, en el área de estudio aflora la terraza baja originada principalmente por el Río Tunjuelo, describe superficies planas a ligeramente onduladas, poco disectadas, con elevaciones cercanas a los 5 m sobre las llanuras aluviales, su composición es predominantemente limo arcillosa. Es frecuente encontrar en la unidad horizontes

de suelo de origen volcánico que en la región se conoce con el nombre de Neme.

3.3 Geología Estructural

La geometría de la Sabana de Bogotá responde a un sinclinorio en el que las estructuras sinclinales son amplias y continuas; en tanto que los anticlinales son estrechos, discontinuos y muy deformados a causa de fallas longitudinales de cabalgamiento, acompañados de un diapirismo de sal. La zona de estudio se localiza aproximadamente al oeste del eje del Sinclinal de Usme – Tunjuelito que es una estructura amplia y asimétrica con orientación aproximada Norte-Sur, con frecuentes inversiones en sus flancos, limitada hacia el oriente por el anticlinal de Bogotá y el occidente por el anticlinal de Cheba. A continuación, se describe las estructuras que ofrecen mayor influencia en el sitio de interés a nivel regional.

3.3.1 Sinclinal de Usme

El sinclinal de Usme se considera como la terminación sur de la depresión tectónica de la sabana de Bogotá. El eje del núcleo mantiene una dirección aproximada N-S extendiéndose hacia el sur en una longitud de 20 km aproximadamente inclinándose de sur a norte. El flanco occidental del sinclinal se encuentra en posición normal con buzamientos de las rocas que alcanzan los 45°, de otra parte, el flanco oriental se encuentra en posición invertida. Las formaciones rocosas que conforman el núcleo son: Rocas de la Formación Usme, Regadera y espesores considerables de depósitos cuaternarios. El Sinclinal de Usme se encuentra afectado por las Fallas de la Fiscala (Fractura inversa con rumbo NE-SW y buzamiento hacia el suroeste), la de Yerbabuena (Estructura inversa con orientación aproximada N30E y buzamiento entre 80 y 90 grados al noreste y otras trazas menores con orientación E-W aproximadamente. En cuanto a las inversiones en sus flancos Julivert (1964), describe las variaciones de las capas normales a inversas como progresiva a todo lo largo de los Cerros de la Sabana de Bogotá, así mientras al sur la inversión es total (Cerro del Gavilán).

3.4 Geología Local

El contexto geológico local del sitio se definió mediante visitas de reconocimiento por parte del profesional en geología, se observó la composición de la roca, la relación temporal de los eventos, los contactos donde se encuentran contrastes litológicos, agrupando las unidades a escala de trabajo 1:750, adicionalmente se evaluó la presencia de discontinuidades, con el fin de realizar la caracterización geomecánica del macizo rocoso, para lo cual se llevó a cabo un levantamiento de discontinuidades en los afloramientos rocosos, sobre bloques desplazados que

conservan la geometría de la roca in-situ, a lo largo del área inestable. Los registros de las discontinuidades levantadas se relacionan en el (Anexo 2).

Localmente, la zona de estudio yace, predominantemente sobre rocas de la Formación Regadera (E_2r), así mismo se identifican suelos residuales de poco espesor (Qsr) y suelos residuales movilizados (Qsr-m) estos últimos se cartografían como unidad dada la amplitud del área que ocupan en el sitio de interés, finalmente se identificó un relleno (Qra) producto de la actividad antrópica del sector. Las unidades geológicas superficiales se describen a continuación de la más antigua a la más reciente, el mapa geológico local resultante se presenta en el Anexo 2.

3.4.1 Formación Regadera (E_2r)

Esta unidad aflora al costado norte del área de interés en una ventana de roca que conforma un talud de pendiente escarpada, desprovisto de vegetación lo que contribuye a la generación de procesos erosivos. Litológicamente está constituida por arcillolitas de color blanco, gris, violeta, naranja y rojizo de consistencia dura, altamente meteorizadas y diaclasadas, intercaladas con niveles de arenisca friable de grano fino a medio color amarillo rojizo con vetas de color café y oxidaciones, ligeramente meteorizada y fracturada, presencia de costras ferruginosas, con estratificación cruzada. Los estratos presentan un rumbo preferencial N30°E buzando 18°SE, sobre la roca se desarrollan suelos residuales de espesor considerable que a su vez están cubiertos por una capa orgánica cuyo espesor máximo es de 50 cm. La Fotografía 3 muestra un afloramiento de la Formación Regadera localizado en el sitio de interés.



Fotografía 3 Afloramiento de la Formación Regadera localizado en el costado norte del área de interés.

3.4.2 Suelos Residuales (Qsr)

Unidad geológica caracterizada por conformar laderas de pendiente muy inclinada a abrupta, generalmente cubiertas por pastos y vegetación herbácea, cuyos afloramientos se localizan al sur, suroeste y oriente del sitio de interés. Está constituida por arenas limosas de color café claro, café oscuro, gris y amarillo, tamaño de grano fino a medio, compacidad media a densa y humedad media, intercalada con capas de arcilla color gris y rojizo de consistencia media, plasticidad media a alta y humedad media, estos materiales contienen láminas delgadas de oxidación color naranja y marrón. De acuerdo con las observaciones de campo, la exploración del subsuelo y la topografía de detalle, el espesor del suelo residual oscila entre 8 y 12 m. Esta unidad geológica se encuentra parcialmente cubierta por rellenos antrópicos y por suelos orgánicos de composición limo arcillosa color café oscuro a negro con presencia de raíces. La Fotografía 4 muestra una panorámica de los suelos residuales descritos anteriormente.



Fotografía 4 Panorámica de los Suelos Residuales localizados al costado norte del área de interés, se evidencia el perfil de meteorización de las rocas de la Formación Regadera.

3.4.3 Suelos Residuales Movilizados (Qsr-m)

Esta unidad geológica aflora al norte y noroeste del área de interés, su origen corresponde al desprendimiento, desplazamiento de suelos residuales originados por la meteorización de rocas in situ del miembro superior de la formación Regadera sobre las laderas existentes, generados a partir de la ocurrencia se procesos

morfodinámicos relacionados con la tectónica reciente del sector y con la actividad antrópica. Litológicamente está constituida por arenas finas color gris y habano, compactas de humedad media, contiene fragmentos de roca tamaño grava y laminillas de óxidos color rojizo y marrón, presenta intercalaciones de arcilla color amarillo claro y habano con óxidos de hierro, de plasticidad media. El espesor promedio de este material oscila entre 9 y 12 m de acuerdo con la exploración del subsuelo y con la topografía de detalle. En la **Fotografía 5** se muestra un afloramiento de los suelos residuales movilizados localizado en el costado norte del sitio de interés.



Fotografía 5. Suelos residuales movilizados desarrollados sobre rocas arcillolitas de la Formación Regadera (miembro superior).

3.4.4 Rellenos Antrópicos (Qra)

Unidad geológica localizada al noroccidente y suroccidente del área de interés, formando laderas de pendiente suavemente inclinada a muy inclinada, en contacto discordante con la roca, parcialmente cubierta por pastos y vegetación boscosa. Se trata de un relleno conformado madera, residuos sólidos, escombros y materiales de construcción embebidos en una matriz limo arenosa color café y rojizo con presencia de raíces, de consistencia media y humedad alta, cubierto por un delgado espesor de suelos negros. Los materiales que conforman esta unidad provienen de antiguas actividades mineras y excavaciones realizadas durante la construcción de viviendas y vías de acceso del sector, una vez dispuestos estos materiales se inicia un proceso de compactación natural que conlleva a la acomodación y compactación por su propio peso. La **Figura 9** muestra una panorámica de la unidad geológica perteneciente al relleno localizado en el sitio de interés, en la **Fotografía 7** se evidencia la composición del relleno.



Fotografía 6. Relleno antrópico localizado en la parte central de la zona de estudio, de composición heterogénea medianamente consolidado.



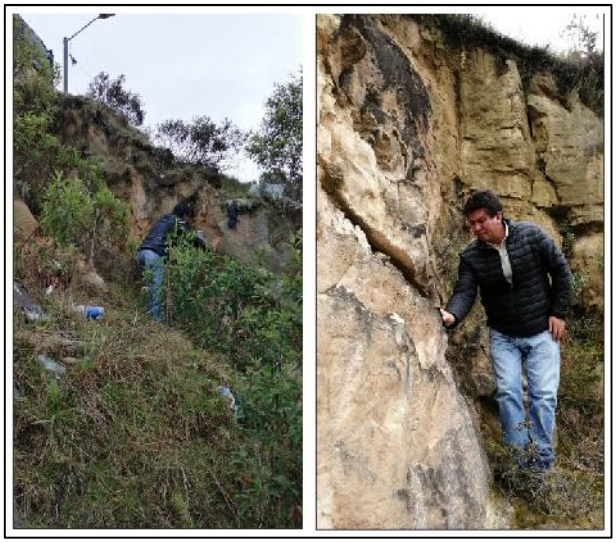
Fotografía 7 Material de relleno localizado en la base del talud de interés, aflorante en los cortes realizados en la etapa de construcción de las viviendas.

3.5 Levantamiento de discontinuidades

Con la finalidad de caracterizar el área de interés se llevó a cabo el levantamiento de discontinuidades, sobre los afloramientos existentes en el Barrio La Arboleda, obteniendo información sobre los parámetros de las discontinuidades. Esta actividad se llevó a cabo en dos sitios, el primero, sobre los taludes rocosos existentes dentro de la zona inestable, los datos se tomaron sobre bloques de roca movilizados, por lo cual dan una idea del comportamiento del macizo rocoso pero no pueden ser tenidos en cuenta para el análisis de estabilidad definitivo; el segundo

sobre el talud rocoso adyacente al oriente del área de estudio, donde la posición de la estratificación es normal, estos datos podrán ser usados en el análisis de estabilidad definitivo, si el geotecnista lo considera pertinente (Ver Fotografía 8).

En los formatos de campo empleados para el levantamiento de discontinuidades se valoraron los parámetros de: Tipo de discontinuidad, espaciamiento, rugosidad, rumbo y buzamiento de los estratos, apertura, continuidad, resistencia, tipo de relleno entre diaclasas, presencia de agua y dirección. En la **Tabla 8** se relaciona la información de discontinuidades levantada durante las visitas a campo, en total se levantaron 37 datos estructurales.



Fotografía 8. Levantamiento de discontinuidades del macizo rocoso, sobre la cara de un talud rocoso movilizado dentro de la zona inestable (Izquierda), y sobre el talud rocoso in-situ localizado al oriente de la zona de estudio (Derecha).

Tabla 8. Resumen de discontinuidades levantadas por sitio en el área de interés – Barrio La Arboleda.

Sitio	Dirección del Talud	Numero de Discontinuidades
Taludes rocosos existentes dentro de la zona inestable	N10W/60SW	21
Talud rocoso adyacente al oriente de la zona de estudio	N50W/75SW	16

3.5.1 Analisis preliminar de estabilidad por discontinuidades

Para el análisis preliminar de estabilidad se tuvo en cuenta el levantamiento de las discontinuidades en la cara de los taludes localizados en el sitio de interés localizado

en el Barrio La Arboleda, estadísticamente se obtuvieron los planos principales de las familias predominantes, que posteriormente son graficadas haciendo uso del estereograma propuesto por Hook & Brown. En el Anexo 2 se relacionan las discontinuidades levantadas durante los trabajos de campo. De acuerdo con el levantamiento topográfico, se definieron dos direcciones de taludes, una para el talud movilizado localizado dentro de la zona de estudio y otra para el talud in-situ localizado al oriente de la zona de estudio.

Dentro del estereograma se graficaron los planos de Estratificación, diaclasas maestras y planos de discontinuidades secundarias analizando la estabilidad con respecto a la posición de los taludes actuales. En la Tabla 9 y la Tabla 10 se relacionan los planos principales de las familias resultantes y la dirección preferencial definida para los taludes existentes. En la Figura 5, se presenta el estereograma representando los planos principales de familias resultantes para el talud movilizado, la Figura 6 presenta el análisis cinemático de los planos de diaclasas correspondientes al talud in-situ. Para el análisis se tuvo en cuenta un ángulo de fricción de 30°.

Tabla 9. Relación de planos principales de familias resultantes pata el talud movilizado en el sitio de interés – Barrio La Arboleda.

Tipo de discontinuidad	Rumbo	Buzamiento
Talud de análisis	N10W	60SW
Estratificación	N30E	19SE
Diaclasa Maestra 1	N43E	65SE
Diaclasa Maestra 2	N56W	72SW
Diaclasa Maestra 3	N33E	70NW
Diaclasa Maestra 4	N54W	32NE

Tabla 10. Relación de planos principales de familias resultantes pata el talud in-situ localizado al oriente del sitio de interés – Barrio La Arboleda.

Tipo de discontinuidad	Rumbo	Buzamiento
Talud de análisis	N50W	75SW
Estratificación	N30E	19SE
Diaclasa Maestra 1	N35E	36SE
Diaclasa Maestra 2	N53W	61SW
Diaclasa Maestra 3	N46E	66NW
Diaclasa Maestra 4	N63W	79NE

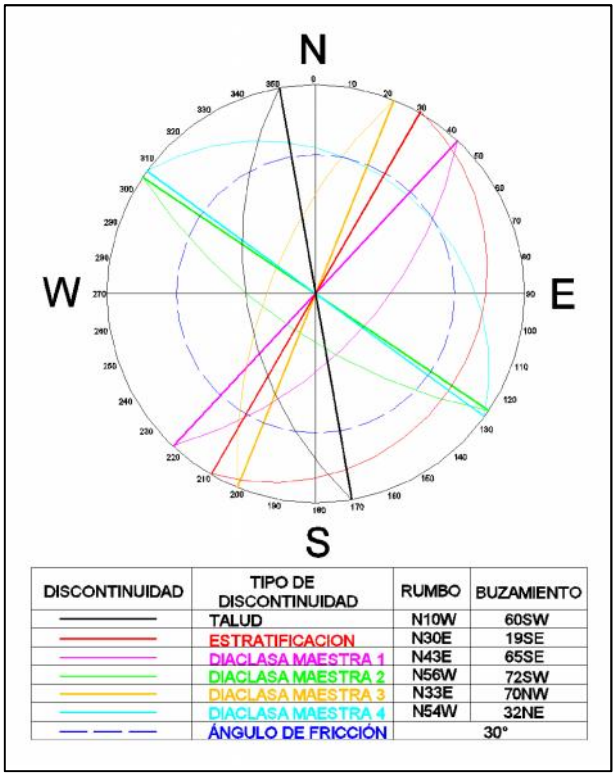


Figura 5. Representación estereográfica de las familias de discontinuidades resultante para el talud movilizado localizado dentro de la zona de interés.

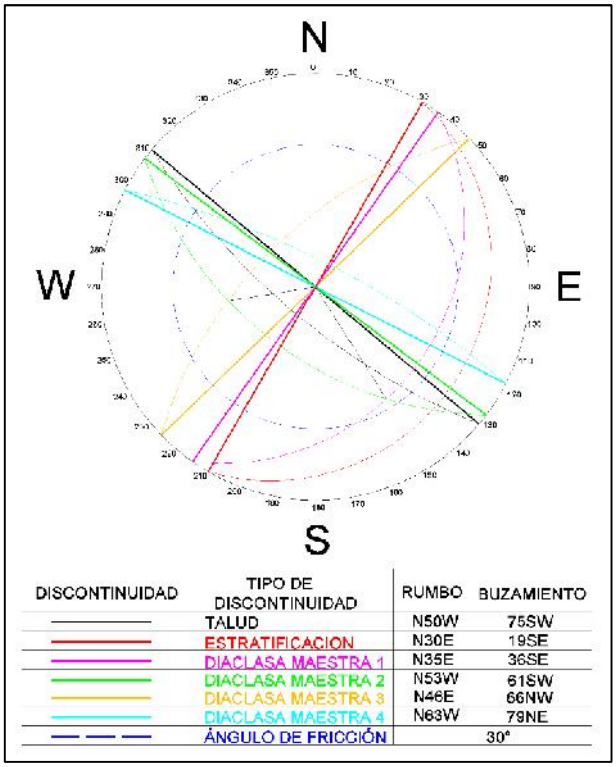
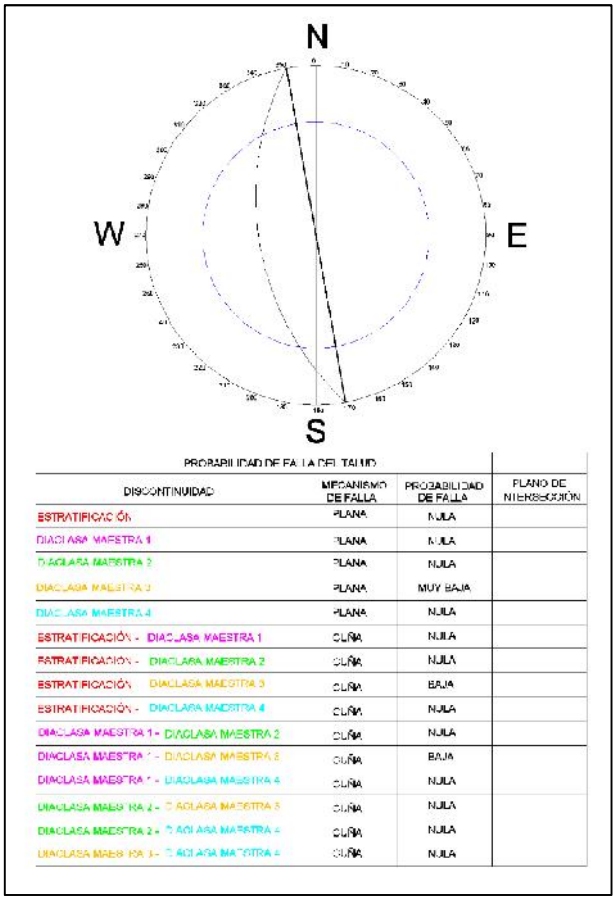


Figura 6. Representación estereográfica de las familias de discontinuidades resultante para el talud in-situ localizado al oriente de la zona de interés.

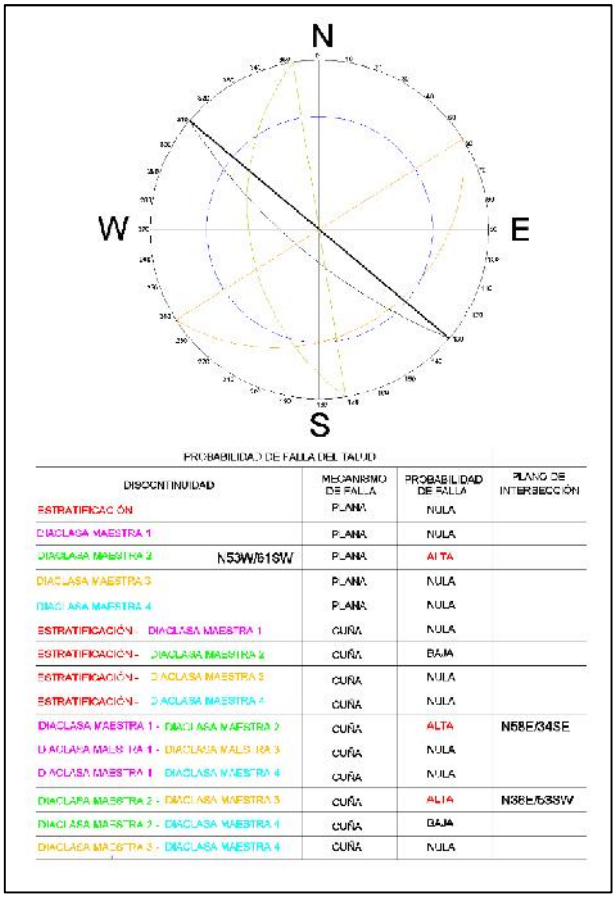
Una vez graficadas las familias principales de las discontinuidades para los taludes analizados, se procede con la identificación de los planos que eventualmente podrían provocar falla plana, falla en cuña o falla por volcamiento respectivamente para su posterior análisis de estabilidad. En la Figura 7 y Figura 8 se presenta el análisis preliminar de estabilidad representando las intersecciones de las discontinuidades que podrían provocar la falla en los taludes bajo condiciones actuales.



PROBABILIDAD DE FALLA DEL TALUD

DISCONTINUIDAD	MECANISMO DE FALLA	PROBABILIDAD DE FALLA	PLANO DE INTERSECCIÓN
ESTRATIFICACIÓN	PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1	PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 2	PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 3	PLANA	MUY BAJA	
DIACLASA MAESTRA 4	PLANA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN - DIACLASA MAESTRA 1	CUÑA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN - DIACLASA MAESTRA 2	CUÑA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN - DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	BAJA	
ESTRATIFICACIÓN - DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1 - DIACLASA MAESTRA 2	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1 - DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	BAJA	
DIACLASA MAESTRA 1 - DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 2 - DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 2 - DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 3 - DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	

Figura 7. Representación estereográfica de los planos de intersección de las discontinuidades con probabilidad de falla para el talud movilizado localizado dentro de la zona de estudio.



PROBABILIDAD DE FALLA DEL TALUD

DISCONTINUIDAD		MECANISMO DE FALLA	PROBABILIDAD DE FALLA	PLANO DE INTERSECCIÓN
ESTRATIFICACIÓN		PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1		PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 2	N53W/61SW	PLANA	ALTA	
DIACLASA MAESTRA 3		PLANA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 4		PLANA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASA MAESTRA 1	CUÑA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASA MAESTRA 2	CUÑA	BAJA	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	NULA	
ESTRATIFICACIÓN	DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1	DIACLASA MAESTRA 2	CUÑA	ALTA	N58E/34SE
DIACLASA MAESTRA 1	DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 1	DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	
DIACLASA MAESTRA 2	DIACLASA MAESTRA 3	CUÑA	ALTA	N38E/53SW
DIACLASA MAESTRA 2	DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	BAJA	
DIACLASA MAESTRA 3	DIACLASA MAESTRA 4	CUÑA	NULA	

Figura 8. Representación estereográfica de los planos de intersección de las discontinuidades con probabilidad de falla para el talud in-situ localizado al oriente de la zona de estudio.

De acuerdo con las figuras precedentes se presentan intersecciones entre los planos principales que eventualmente podrían provocar la falla en los taludes analizados bajo condiciones actuales de la siguiente manera:

Talud movilizado: La probabilidad de ocurrencia de falla plana es nula a muy baja y la probabilidad de ocurrencia de falla en cuña es baja a nula, de acuerdo con los análisis realizados para las discontinuidades levantadas en esta zona. De otra parte, la probabilidad de ocurrencia de falla en Toppling se considera nula.

Talud in-situ: La probabilidad de ocurrencia de falla plana es nula para la estratificación y para las diaclasas maestras 1, 3 y 4, en el caso de la diaclasa 4 (N46E/66NW) la probabilidad de ocurrencia de falla plan es alta. En esta zona, existe alta probabilidad de falla en cuña con los planos de la diaclasa maestra 1 (N35E/36SE) y la diaclasa maestra 2 (N53W/61SW) formando un plano de falla con

dirección N58E/34SE. También existe alta probabilidad de falla en cuña con los planos de la diaclasa maestra 2 (N53W/61SW) y la diaclasa maestra 3 (N46E/66NW) formando un plano de falla con dirección N36E/53SW. De acuerdo con lo anterior, estos planos se consideran críticos razón por la cual es importante realizar el análisis de estabilidad teniendo en cuenta la dirección del talud actual y las medidas de protección. De otra parte, la probabilidad de ocurrencia de falla en Toppling es nula teniendo en cuenta los análisis efectuados para las discontinuidades levantadas.

4 GEOMORFOLOGÍA

4.1 Geomorfología Regional

Las unidades geomorfológicas representan el elemento fundamental del análisis y resultan de las características litológicas e historia tectónica de la región, y de los procesos denudativos y morfogenèticos que han estado actuando hasta el presente acelerados por la influencia antrópica. En el área del sinclinal de Usme se destacan tres unidades de relieve, la primera montañosa que corresponde a zonas de tipo montañoso estructural plegado, donde la morfogénesis predominante es denudativa y estructural, la segunda semiplana ligada a zonas agradacionales o acumulativas a partir de materiales arrastrados por corrientes y procesos erosivos y la tercera de origen antrópico propia de zonas de explotación y acumulación de materiales en las canteras.
En el sitio donde se localiza el Barrio La Arboleda Sur, a nivel regional, se evidencia un paisaje de origen estructural - denudacional conformando colinas y cerros de interfluvios agudos tectónicamente orientados, con laderas de pendiente moderada a suave intensamente disectadas y desarrolladas sobre rocas arcillosas de la Formación Regadera. De otra parte, al norte y sur de la zona de interés se distingue un paisaje de origen fluvio–torrencial constituido por formas amplias pseudoplanares de baja pendiente, moderadamente disectadas. Entre los procesos morfodinámicos más sobresalientes se tiene la erosión laminar.

4.2 Geomorfología Local

La geomorfología local presentada en este documento corresponde a la identificación de los cambios físicos a partir de las formas de relieve, los procesos formadores o transformadores del paisaje o del relieve a través del tiempo y la relación de los diferentes agentes del medio con los distintos tipos de roca en la zona de estudio; el componente estructural, la topografía de la zona, la inclinación de las laderas, el tipo de drenaje y los procesos morfodinámicos que han desarrollado geoformas de gran importancia en el área de influencia, la escala de trabajo será a 1:750.

Para la realización del presente trabajo se adoptó la metodología de Carvajal (2008), basados en el texto “Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia”, donde se expone inicialmente una jerarquización geomorfológica adoptada por INGEOMINAS (2002) con base en la propuesta hecha por Velásquez, (1999) y posteriormente ajustada por Carvajal (2002, 2003 y 2005), se indica el nivel de escala en que se realiza el trabajo y la génesis de cada una de las geoformas de acuerdo con el ambiente morfogenético.

Teniendo en cuenta la escala de trabajo (1:200), el análisis geomorfológico llevado a cabo sobre el área de estudio corresponde a nivel de componente geomorfológico, ver **Figura 9**, la cual está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos o determinados.

En el área de estudio se observaron geoformas de origen denudacional y antropogénico respectivamente.



Figura 9. Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto por el Servicio Geológico Colombiano. Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999) e INGEOMINAS (1999), Carvajal (2002 – 2008)

La descripción de las geoformas se fundamenta en la expresión morfológica o de relieve y la Morfometría llevada a cabo con base en estándares y rangos de uso común a nivel internacional, ver Figura 10.

INDICES DE INCLINACIÓN DE LADERA		
ID	INCLINACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	< 5O	Plana o suavemente inclinada
2	6o - 10o	Inclinada
3	11o - 15o	Muy Inclinada
4	16o - 20o	Abrupta
5	21o - 30o	Muy Abrupta
6	31o - 45o	Escarpada
7	> 45o	Muy escarpada

INDICE DE CONTRASTE DE RELIEVE		
ID	ELEVACIONES	DESCRIPCIÓN
1	< 29 m	Muy bajo
2	30 - 74 m	Bajo
3	75 - 149 m	Moderado
4	150 -249 m	Alto
5	250 -499 m	Muy Alto
6	> 500 m	Extremadamente Alto

TIPO RELIEVE		
ID	TIPO	ELEVACION
1	Montañoso	> 500 m
2	Colina	201 -499 m
3	loma	50 - 200 m
4	Montículos	0 - 49 m

TIPOS DE FORMA DE LADERA		
ID	FORMA LADERA	CALIFICACIÓN
1	Cóncava - Divergente	
2	Cóncava - Convergente	
3	Convexa - Divergente	
4	Convexa - Convergente	

FORMA DE CRESTA		
ID	TIPO	CALIFICACIÓN
1	Aguda	
2	Redondeada	
3	Convexa amplia	
4	Convexa Plana	
5	Plana	
6	Plana Disectada	

LONGITUD DE LADERA		
ID	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
1	< 50 m	Muy Corta
2	51 - 250 m	Corta
3	251 -500 m	Moderada
4	501 -1000 m	Larga
5	1001 - 2500 m	Muy Larga
6	> 2500 m	Extremadamente Larga

FORMAS DE VALLE		
ID	TIPO	CALIFICACIÓN
1	Artesa	
2	Forma de V	
3	Forma de U	

DENSIDAD DRENAJE		
ID	RANGOS	CUALIFICACIÓN
1	< 0.5 km/ km2	Baja
2	0.51 - 1 km/ km2	Moderada
3	> 1 km/ km2	Alta

FORMAS DE LADERA		
ID	CLASE	CALIFICACIÓN
1	Recta	
2	Cóncava *	
3	Convexa *	
4	Irregular	
5	Compleja	

INDICE DE FRECUENCIA DE DRENAJE		
ID	NoF/ km2	CUALIFICACIÓN
1	> 40	Muy Alta
2	21 - 40	Alta
3	20-nov	Media
4	10-may	Baja
5	< 5	Muy Baja

TEXTURA DE DRENAJE			
ID	DENSIDAD	FRECUENCIA DE DRENAJE	TEXTURA DRENAJE
1	Baja	Baja a muy baja	Gruesa
2	Moderada	Media	Mediana
3	Alta	Alta	Fina
4	Muy Alta	Muy alta	Muy fina

Figura 10. Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto por el Servicio Geológico Colombiano. Fuente: Tomado y modificado de Velásquez (1999) e INGEOMINAS (1999), Carvajal (2002 – 2008)

Siguiendo la metodología propuesta por Carvajal (2008), se realiza una recopilación y análisis de información temática del área de estudio, en donde las unidades

geomorfológicas son corroboradas en campo con el fin de tener un control puntual del trabajo de oficina, además se levantó información acerca del tipo de geoforma, formas de relieve, inclinaciones de ladera y tipos de material entre otros.

La finalidad de la cartografía geomorfológica es identificar caracterizar y describir las unidades geomorfológicas desde el punto de vista de la Morfogénesis, Morfoestructura, Morfodinámica y Morfometría sobre el área de estudio, las cuales describen las siguientes características:

Morfogénesis: Origen de las formas del terreno.
Morfoestructura: Rasgos asociados a la deformación tectónica que incide en el modelado del paisaje.
Morfometría: Características de las geoformas con base en criterios métricos.
Morfodinámica: Procesos morfodinámicos que han modelado y continúan modelando las geoformas.

En el área de estudio se reconocen principalmente geoformas de ambiente denudacional y antropogénico conformando laderas de pendiente muy inclinada que se desarrollan sobre suelos residuales. Esta situación presenta variaciones debido a la intervención antrópica por lo cual se han generado geoformas locales como laderas, taludes de corte y terrazas antrópicas. A continuación, se describen las geoformas observadas.

4.2.1 Ambiente Denudacional

Incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos. En el sitio de interés se identificó una geoforma de este origen que corresponde con Ladera denudacional residual (Dld-r), la cual se describe a continuación.

Ladera Denudacional Residual (Dld-r)

Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a muy abruptas, de longitudes moderadas, de formas planas a convexas, patrón de drenaje típico dendrítico. Presenta procesos erosivos sobre materiales de suelo o roca intensamente meteorizada, constituida por suelos residuales, cubiertos por niveles de material coluvial. La Fotografía 9 muestra la unidad geomorfológica descrita.

Morfogénesis: Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial de rocas arcillolitas y areniscas de la Formación Regadera.
Morfoestructura: Sobre esta unidad geomorfológica se identificó una brecha de falla, evidencia de la afectación en la zona relacionada con la tectónica reciente.
Morfometría: Esta unidad conforma laderas rectas a convexas, de pendiente muy inclinada a muy abrupta con valores entre 17° y 28°, ancho aproximado entre 12 y 22 m, longitud corta aproximadamente 90 m, de acuerdo con la topografía de detalle.

Morfodinámica: Se evidencia la acción de procesos morfodinámicos asociados a la erosión laminar y procesos de remoción en masa.



Fotografía 9. Ladera denudacional residual localizada al costado sur del área de estudio, en contacto con una terraza antrópica.

4.2.2 Ambiente Antropogénico

Corresponden a geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, con el objetivo de adecuar las laderas para construcción de viviendas y obras de infraestructura como vías, que modifican la morfología natural del terreno. En el sitio de interés se identificaron tres geoformas de este origen que corresponden con Laderas Antrópicas (Ala), Terrazas Antrópicas (Ata) y Taludes de Corte (Atc), cuyas características principales se presentan a continuación.

Ladera Antrópica (Ala)

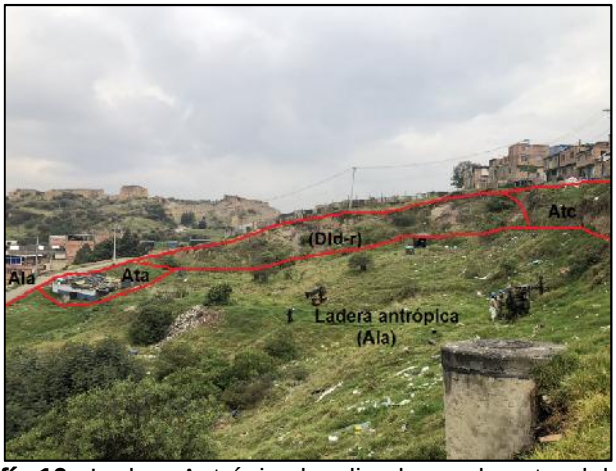
Esta unidad geomorfológica corresponde con las formas de relieve que se han generado por intervención del hombre cuando se han ejecutado movimientos de

tierra adecuando la ladera para antiguas explotaciones mineras y para la construcción de viviendas. En la Fotografía 10 se presenta una panorámica hacia la unidad geomorfológica antes descrita.

Morfogénesis: El origen de esta unidad corresponde a la adecuación, con medios manuales y mecánicos de los terrenos dispuestos para la construcción de viviendas.
Morfoestructura: Esta unidad está afectada por procesos de fallamiento local, en el sitio se identificaron evidencias de neotectónica.

Morfometría: Esta unidad conforma laderas conexas, de pendiente inclinada a muy inclinada con valores entre 7° y 15° con ancho promedio de 87 m, longitud corta aproximadamente 80 m, de acuerdo con la topografía de detalle.

Morfodinámica: Se evidencia la acción de procesos morfodinámicos asociados a procesos de remoción en masa y procesos erosivos.



Fotografía 10. Ladera Antrópica localizada en el centro del área de estudio.

Terraza Antrópica (Ata)

Geoformas con topografías planas a suavemente inclinadas producto de la intervención del hombre para la construcción de parqueaderos, viviendas y vías de acceso. En el área de estudio esta geoforma fue identificada en el costado norte y oriental de la zona de interés. La Fotografía 11 muestra la unidad geomorfológica correspondiente a las terrazas antrópicas.

Morfogénesis: Excavaciones mecánicas y manuales encaminadas a la adecuación del terreno para la construcción viviendas, parqueaderos y vías de acceso.
Morfoestructura: Esta unidad no está afectada por procesos de fallamiento, pues se

trata de geoformas de edad reciente.
Morfometría: Zonas con pendientes planas a inclinadas con valores entre 2° y 10°, de forma regular, longitud aproximada de 70 m y ancho promedio de 50 m.
Morfodinámica: No se evidencia la acción de procesos morfodinámicos sobre esta unidad.



Fotografía 11. Terraza antrópica conformada para la construcción de un parqueadero en el costado norte de la zona de estudio.

Taludes de Corte (Atc)

Corresponde con los cortes realizados por el hombre, sobre las laderas naturales, para explotaciones mineras y la conformación de obras de infraestructura, en el sitio de interés es de topografía muy escarpada. Esta geoforma se identificó a lo largo de toda el área de interés. En la Fotografía 12 se presenta una panorámica hacia la unidad geomorfológica antes descrita.

Morfogénesis: Cortes mecánicos encaminados a la adecuación del terreno para la construcción edificaciones y actividades de minería.
Morfoestructura: Esta unidad no está afectada por procesos de fallamiento, durante los recorridos no se identificaron indicios de neotectónica.
Morfometría: Zonas muy escarpadas de forma recta, con pendientes que oscilan entre 82 y 84 grados, de longitud corta entre 4 y 16 m.
Morfodinámica: Se evidencia la acción de procesos morfodinámicos asociados a procesos de remoción en masa.



Fotografía 12. Talud de corte localizado al costado occidental del área de estudio, en contacto con una ladera antrópica.

4.3 Procesos Morfodinámicos

En la zona de estudio se identificaron procesos morfodinámicos cuyas causas condicionantes han sido principalmente determinadas por las condiciones topográficas, los materiales constituyentes, la tectónica, el régimen climático y sus factores contribuyentes han sido determinados principalmente por la actividad antrópica. Durante los trabajos de campo se identificaron procesos morfodinámicos asociados a procesos de remoción en masa correspondientes con deslizamientos complejos y deslizamientos con mecanismo de falla rotacional, sobre los suelos residuales aflorantes, adicionalmente a lo largo de toda el área de interés se reconoció la acción de procesos erosivos representados por erosión laminar; en el Anexo 2 se presentan los formatos de campo para cada uno de los procesos identificados. A continuación, se describen las características de los procesos predominantes en la zona de interés.

4.3.1 Procesos erosivos

Se entiende por erosión, el movimiento y desprendimiento de las partículas del suelo o roca, por efecto de los agentes meteóricos, su manifestación depende de factores, tales como el tipo de roca o sedimento constituyente de las geoformas y las pendientes de las mismas, las características climáticas (principalmente, pluviosidad y temperatura), y la cobertura vegetal.

Los procesos erosivos actuantes en el sitio de interés corresponden con erosión laminar la cual afecta predominantemente los taludes de corte y las zonas desprovistas de vegetación.

4.3.2 Procesos de remoción en masa

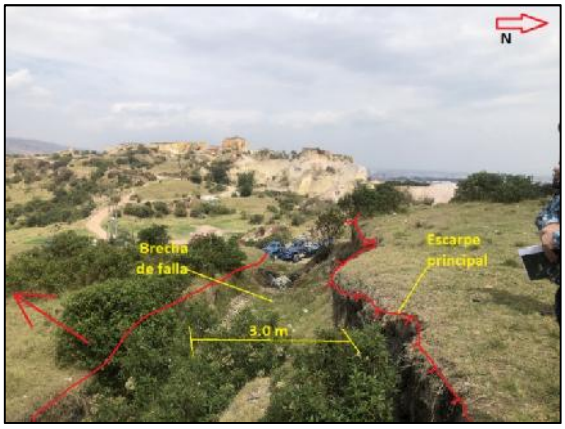
Los procesos de remoción en masa, en general, son el producto de las condiciones geomecánicas de las unidades geológicas, aflorantes en el sitio de interés, y de la topografía asociada a las laderas de las mismas, generando de acuerdo al grado de inestabilidad los diferentes procesos. Dentro del área de estudio se identificaron dos tipos de procesos de remoción en masa, los cuales corresponden con deslizamiento complejo y deslizamientos con mecanismo de falla rotacional, actuantes principalmente sobre las laderas conformadas por suelos residuales, sus características más relevantes se describen a continuación.

Deslizamiento Complejo

Con mucha frecuencia los movimientos de un talud incluyen una combinación de dos o más tipos de desplazamiento. A este tipo de deslizamiento que involucra varios tipos de movimientos, se le denomina “Complejo”. Adicionalmente, un tipo de proceso activo puede convertirse en otro, a medida que progresa el fenómeno de desintegración. En el sitio de interés se reconoció un deslizamiento con un componente rotacional y un componente rotacional, cuyas características principales se describen a continuación.

El deslizamiento complejo con mecanismo de falla rotacional en el techo y traslacional en la base, identificado durante las visitas de reconocimiento está localizado hacia el costado noroeste de la zona de estudio, al sur de la cantera abandonada, delimitado tanto al norte como al sur por rellenos antrópicos. El movimiento presenta un escarpe principal de 3.3 m de altura, una brecha de falla de 3 m de ancho (Ver Fotografía 13), una longitud promedio de 98 m y un ancho aproximado de 35 m.

La masa deslizada está constituida por suelos residuales de la Formación Regadera y su espesor es de 12 m de acuerdo con las perforaciones ejecutadas, a lo largo de la misma se reconocieron grietas de tracción y grietas transversales al deslizamiento (Ver Fotografía 14). El proceso de remoción en masa se encuentra en estado colapsado y su actividad se considera potencial, como agentes detonantes del movimiento se reconocen la tectónica, los factores climáticos, ausencia de estructuras hidráulicas para el manejo de aguas de escorrentía, la naturaleza de los materiales presentes en el área, la topografía abrupta de la ladera y la acción antrópica. En la corona se ubican unas viviendas que podrían resultar afectadas por un eventual proceso retrogresivo (Ver Fotografía 15)



Fotografía 13. Escarpe principal del deslizamiento localizado sobre el costado norte de la zona de estudio, involucrando suelos residuales de la formación Regadera.



Fotografía 14. Cuerpo del deslizamiento, costado norte de la zona de estudio, nótese la presencia de una vía intermedia afectada por el proceso de remoción en masa.

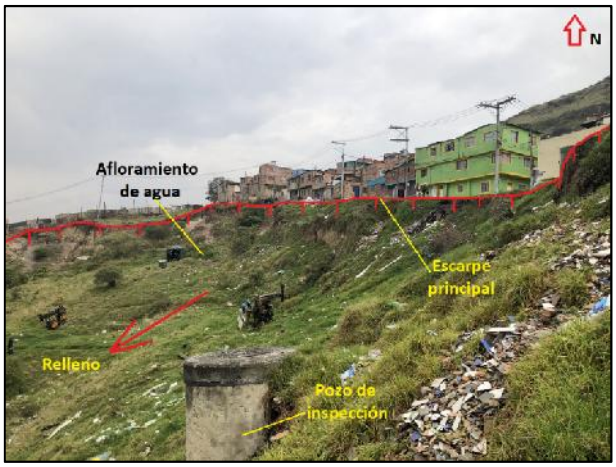


Fotografía 15. Flanco derecho del deslizamiento del costado norte, vía intermedia destruida por el proceso de remoción en masa.

Deslizamientos Rotacionales

Los deslizamientos rotacionales se producen a lo largo de una superficie de rotura curvilínea y cóncava, donde el terreno experimenta un movimiento a lo largo de la misma (Escobar y Duque-Escobar, 2016). En la zona de estudio se identificaron 2 deslizamientos de este tipo los cuales se describen a continuación.

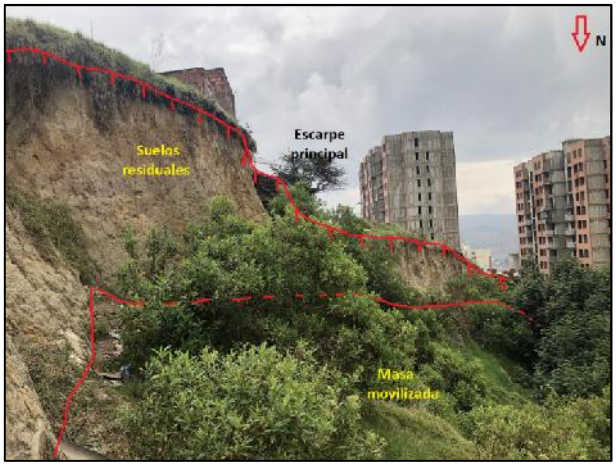
En la parte central del área de estudio se identificó un deslizamiento con mecanismo de falla rotacional que involucra suelos residuales cubiertos por un relleno heterogéneo constituido, por escombros, materiales de construcción y residuos sólidos, entre otros. El movimiento presenta una superficie de ruptura representada por un escarpe principal de hasta 5 m de altura, de la misma forma, en el cuerpo del deslizamiento se observan algunos escarpes secundarios. De acuerdo con la topografía de detalle, la exploración directa e indirecta del subsuelo y las mediciones de campo, el espesor de la masa deslizada puede alcanzar los 6 m, el ancho promedio es de 85 m y la longitud aproximada de 70 m. La cobertura vegetal en el sitio afectado está distribuida entre pastos, arbustos y algunos árboles. En la corona es posible identificar zonas de infiltración, las cuales se ven reflejadas en afloramientos de agua subsuperficial en el cuerpo del deslizamiento. En la Fotografía 16 se muestra una panorámica hacia el proceso de remoción en masa antes descrito.



Fotografía 16. Proceso de remoción en masa localizado en la parte central de la zona de estudio sobra

Finalmente, en la zona sur del polígono seleccionado para el área de estudio, se ubica un deslizamiento con mecanismo de falla rotacional que involucra suelos residuales de constitución litológica predominantemente arenosa. El movimiento presenta un escarpe de falla principal que puede tener alturas hasta de 5 m, la masa

deslizada tiene un espesor promedio de 3.5 m de acuerdo con la exploración directa del subsuelo ejecutada, su ancho aproximado es de 30 m y la longitud promedio de 25 m. El proceso de remoción en masa se encuentra en estado colapsado y su actividad se considera inactivo, como agentes detonantes del movimiento se reconocen los factores climáticos, la naturaleza de los materiales presentes en el área, la topografía abrupta de la ladera y la acción antrópica. La zona afectada está parcialmente cubierta por pastos, arbustos y vegetación arbórea. Durante los recorridos de campo se evidenció el colapso completo y posterior desalojo de algunas viviendas localizadas en la base de este proceso. En la Fotografía 17 se muestra una panorámica hacia el proceso de remoción en masa antes descrito.



Fotografía 17. Proceso de remoción en masa localizado sobre el costado sur de la zona de estudio, producto de la actividad antrópica del sector, involucrando suelos residuales de la formación Regadera Superior.

5 COBERTURA DEL SUELO

De acuerdo a las especificaciones descritas en los anexos técnicos del contrato, se debe realizar el análisis de la cobertura y los suelos del suelo siguiendo un sistema de clasificación reconocido. Para este estudio esta clasificación se realizará con base en la metodología CIAF.

En el área de influencia se identificaron cinco tipos de cobertura vegetal o uso del suelo; las cuales corresponden a construcciones, vegetación herbácea descubierta, bosques y/o montes, cuerpos de agua y tierras eriales.

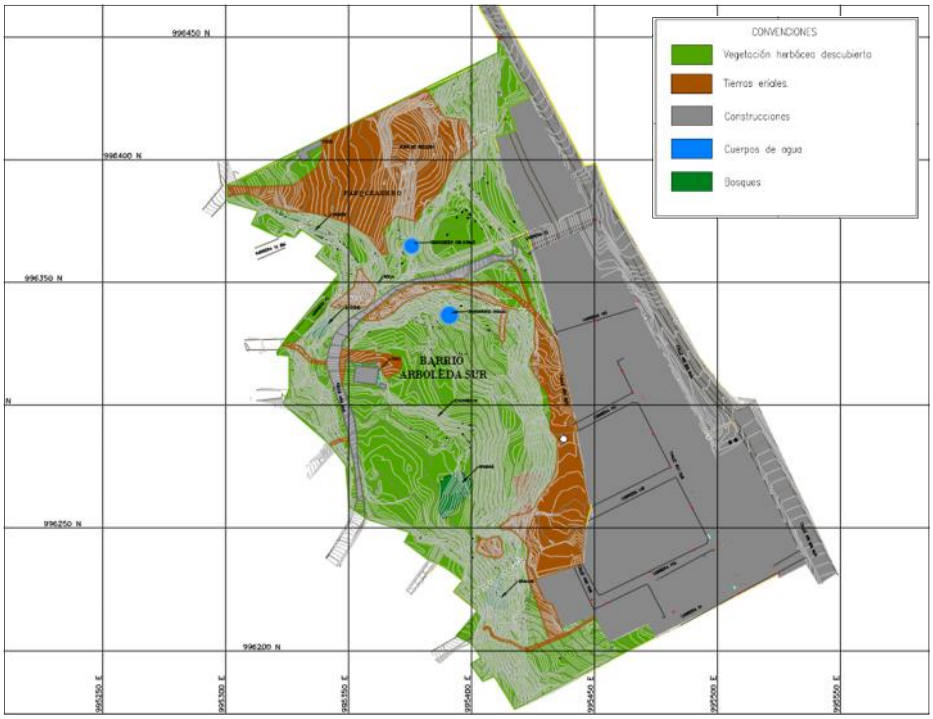


Figura 11. Usos del suelo área de influencia del estudio. Arboleda sur.

Tabla 11. Áreas uso del suelo.

Cobertura	Área (m2)	Área (%)
Construcciones	13.505,00	38,85%
Vegetación herbácea descubierta	15.759,00	45,33%
bosques y/o montes	298,60	0,86%
Cuerpos de agua	72,40	0,21%
Tierras eriales	5.130,00	14,76%

En el Anexo 3, se presenta el plano correspondiente a cobertura del suelo en el área de estudio Arboleda sur.

6 HIDROGEOLOGIA

De acuerdo con el sistema de modelamiento hidrogeológico del distrito capital Bogotá, la secuencia de la Formación Regadera aflorante en el sitio de interés, se compone de capas de areniscas de tamaño medio a grueso y capas de conglomerados a manera de bancos detríticos que alternan con capas de arcillas abigarradas y lodolitas arenosas varicoloreadas, composicionalmente son litoarenitas con cuarzo y líticos de chert, volcánicos y metamórficos de cuarcitas y pizarras, por lo cual, la unidad de la Formación Regadera es clasificada como rocas con flujo esencialmente intergranular, con sistemas acuíferos discontinuos de extensión y productividad moderada a baja (Ver Figura 12).

No obstante, la Formación Regadera en conjunto dada su matriz arcillosa y alta cementación, presenta una porosidad primaria baja, la cual se incrementa producto de la porosidad secundaria controlada por el nivel de alteración que permite el lavado de la matriz arcillosa y perdida de grano, aumentando de esta forma, el número y diámetro de los espacios vacíos interconectados (Veloza J, 2013).

De otra parte, durante los recorridos de campo se logró evidenciar porosidad secundaria por fracturamiento del macizo rocoso, por lo cual se produce infiltración o se reconoce una zona de recarga, lo cual se ve reflejado en la base del talud donde se identificaron zonas de descarga por la presencia de nacederos o afloramientos de aguas sub-superficiales, lo anterior permite deducir que este comportamiento contribuye con la generación de procesos de inestabilidad.

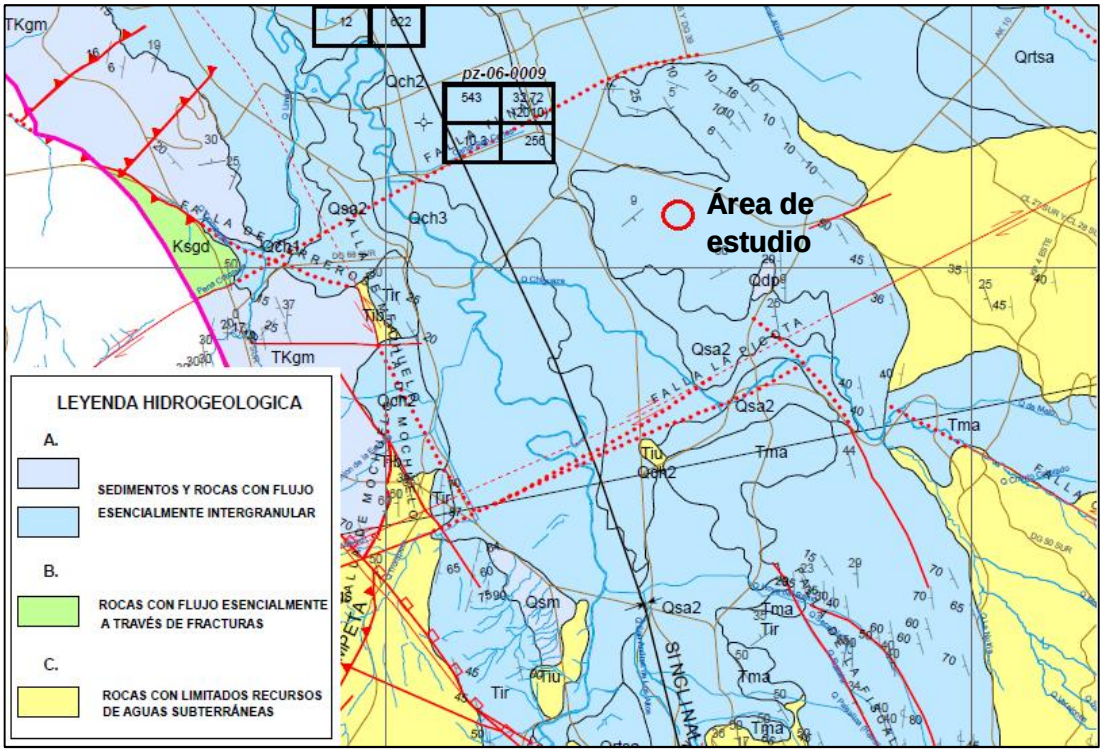


Figura 12. Mapa Hidrogeológico de la Sabana de Bogotá. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013.

De acuerdo con el mapa de isoyetas de precipitación anual, en la zona de estudio se precipitan alrededor de 650 mm/año, sin embargo, los resultados del balance hídrico calculan solo 50 mm/año, es decir, el 7.6 % de la precipitación (Figura 13)

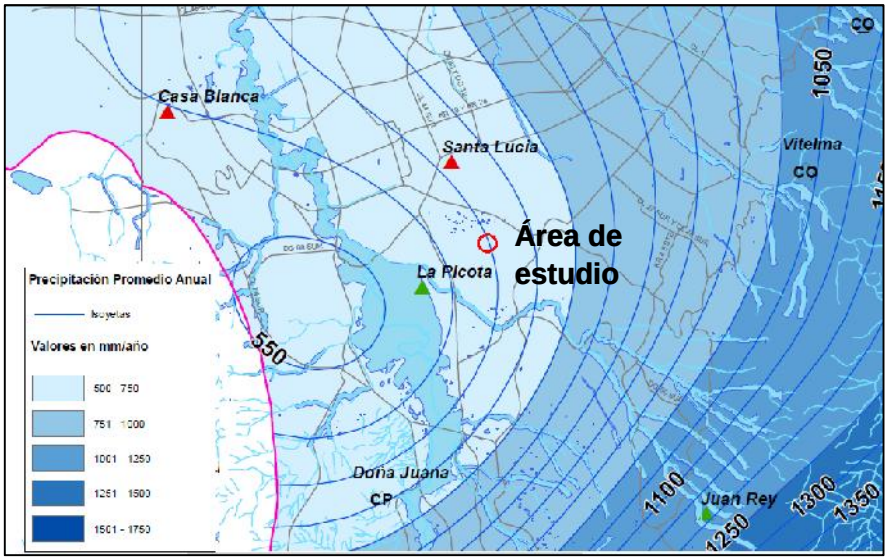


Figura 13. Isoyetas de precipitación anual. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013.

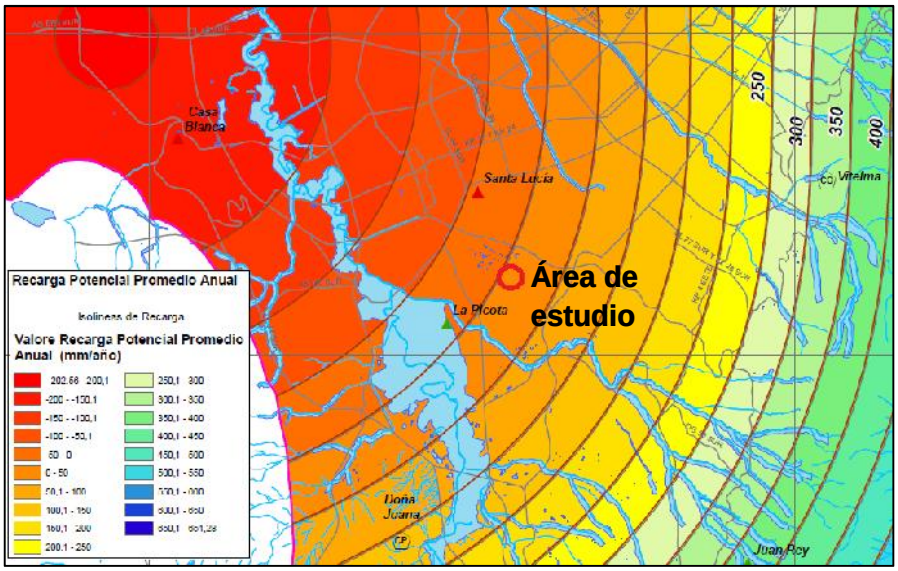


Figura 14. Recarga potencial en la zona de estudio. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013.

En el sector La Arboleda el valor de la izopieza calculada para la temporada de precipitación alta es del orden de 2544 m.s.n.m., y el valor de la izopieza calculada para la temporada de precipitación baja es del orden de 2535 m.s.n.m. Por lo anterior, y considerando las pendientes abruptas a escarpadas de la superficie

topográfica se estima que el nivel piezométrico en esta unidad se encuentra muy profundo (> 30 metros de profundidad). Por lo tanto, para la evaluación de los procesos de deterioro del terreno en el área de estudio se recomienda utilizar condiciones de humedad baja en condiciones normales y moderada para condiciones extremas, puede ser mediante la adopción del factor Ru entre 0.4 y 0.6 respectivamente. (Ver **Figura 15**)

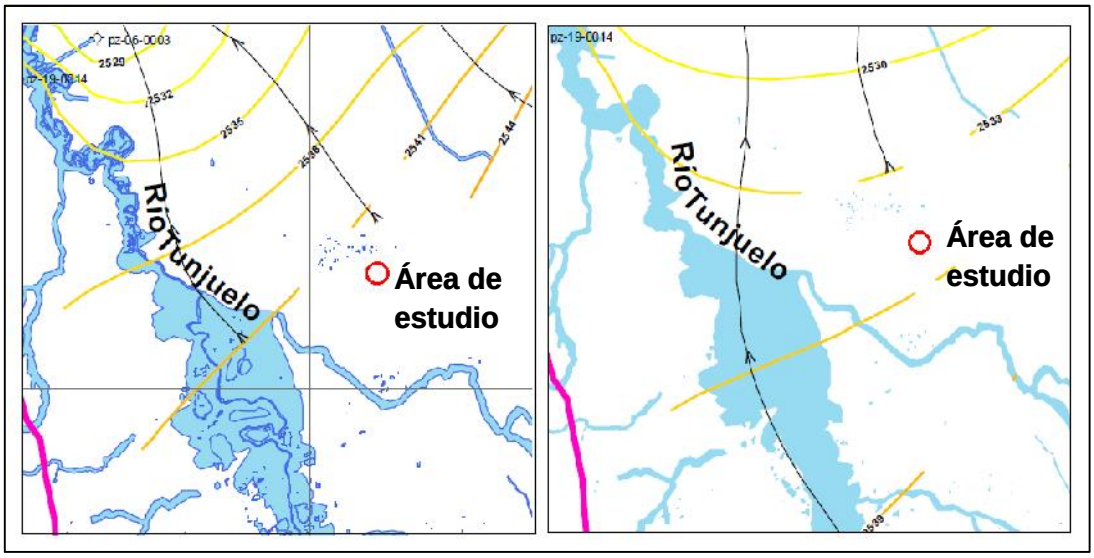


Figura 15. Izquierda: Isopiezas temporada de precipitación alta (1999 - 2010). Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico Distrito Capital, Secretaria Distrital de Ambiente – Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, Jairo Alfredo Veloza Franco 2013.

Se aclara que la determinación efectiva de los factores Ru o niveles de agua en el subsuelo (red de flujo) obedece al desarrollo exhaustivo de un programa de exploración directa del subsuelo en la zona de estudio, con monitoreo multitemporal de las condiciones freáticas o piezometricas, el cual para el presente caso no aplica debido a la magnitud de los procesos morfodinámicos (ej. Profundidad) y los materiales constitutivos (rocas arcillolitas y areniscas).

7 GEOTECNIA

En este capítulo se presentan las características geotécnicas de los materiales encontrados en el sector de estudio, los análisis y los resultados de la investigación del subsuelo, incluyendo trabajos de campo con sondeos, apiques y líneas de refracción sísmica y ensayos de laboratorio de suelos, la determinación de parámetros geotécnicos, el análisis de estabilidad de taludes y las recomendaciones de las obras de estabilidad requeridas.

7.1 Generalidades

7.1.1 Descripción del proceso de remoción en masa

Para la descripción del movimiento de remoción en masa que se presenta en el barrio La Arboleda Sur se dividió el polígono de estudio en tres sectores denominados Sector 1, Sector 2 y Sector 3, los cuales se ubican en el costado norte, central y sur del polígono de estudio, respectivamente. A continuación, se presenta en la **Figura 16** la localización de los sectores mencionados, empleando el plano de geología para ingeniería y enseguida se hace una reseña con las características de cada uno de los sectores.

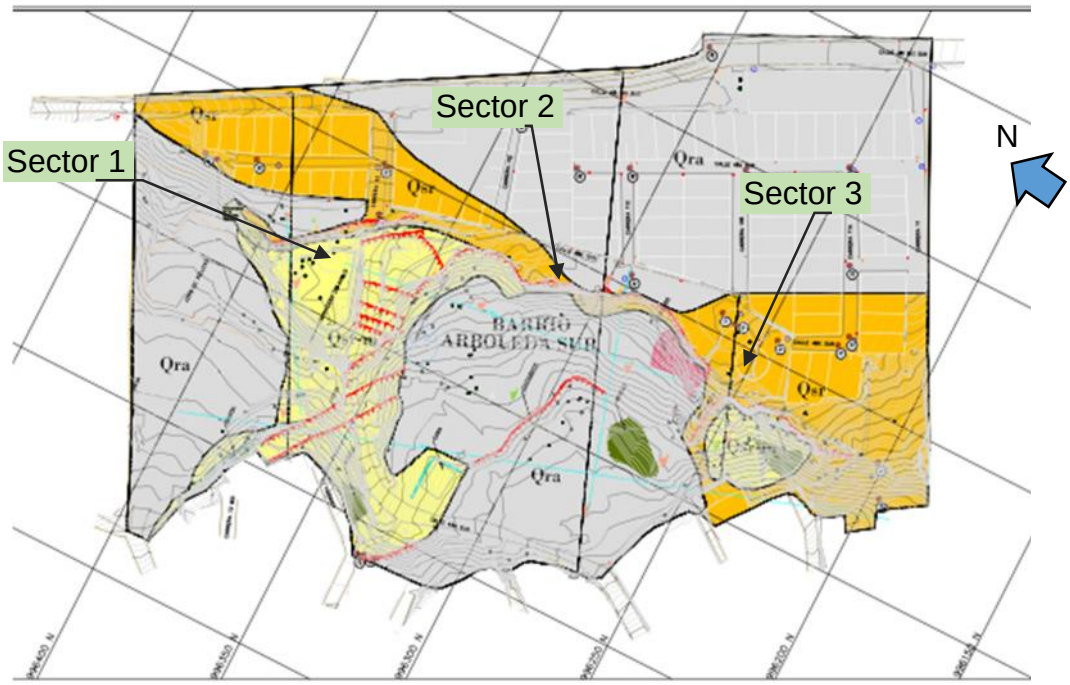


Figura 16. Localización de sectores de estudio sobre el mapa de geología para ingeniería

- Sector 1 Costado norte (entre Carrera 11D y limite norte del polígono)

En el sector 1 se identifica un movimiento de remoción en masa complejo (Varnes, 1997), debido a que se identifica en campo un escarpe de 4.0 m de altura con componente rotacional, y superficie de falla planar la cual se desarrolla sobre el contacto entre el suelo residual y las intercalaciones de arcillolita y arenisca de la formación regadera.

El escarpe del movimiento en este sector tiene un ancho de 50 m y hacia el costado sur produce la rotura de la Carrera 12. De igual manera se identificaron escarpes de falla en la parte central de la masa en movimiento los cuales se evidencian sobre el pavimento que conformaba la carrera 12.

Hacia la parte baja del Sector 1 se observa también la falla por volcamiento de un muro de gaviones de 5 m de altura, en este sector se localiza el afloramiento de la superficie de falla, y que estaría relacionada con el desplazamiento del mencionado muro.

En el Sector 1 se han realizado rellenos antrópicos con materiales provenientes de la antigua explotación minera de arcilla, dichas áreas son conformadas sin ninguna compactación para la adecuación del terreno como parqueadero de camiones.

De acuerdo con el DT-3334 con fecha agosto de 2007 la problemática de agrietamiento del terreno se viene presentando, sin embargo, es en el año 2011 que se presenta un avance en la tasa de deformación de la masa de suelo, detonado principalmente por las fuertes precipitaciones que ocurrieron en dicho año. (DT-5403, DT-5411 y DT-5621).

- Sector 2 (entre Carrera 11 B y Carrera 12)

En el sector 2 se observa de forma paralela a la calle 48 K sur un escarpe de 115 m de longitud y altura 4.0 m, el cual hace parte del antiguo frente de explotación minera de arcillas. El movimiento que se presenta en esta zona corresponde a un deslizamiento traslacional del material de relleno antrópico, y conformado por residuos de explotación minera, escombros de construcción y basuras, los cuales han sido depositados sobre el escarpe mencionado anteriormente. De esta manera el movimiento tiene un ancho de 115 m y una longitud de 40 m, con una pendiente longitudinal del 40%.

En este sector llama la atención la presencia de árboles y arbustos localizados en

la zona de cambio de pendiente, del costado sur occidental del sector, lo cual se correlaciona con el aporte de aguas subsuperficiales, además se aprecia un color verde intenso en la vegetación existente en esta parte del sector 2.
Es importante mencionar que a lo largo de la calle 48 K sur y en las carreras del barrio La Arboleda Sur no se evidencian grietas de tracción o asentamientos en el terreno que puedan dar un indicio sobre el carácter retrogresivo del movimiento.

La fecha de este movimiento según DT-6032 es el 20 de noviembre de 2011, y se produce como resultado de la prolongación del escarpe del sector 1 que se desplaza hacia el sur.

- Sector 3 (entre Carrera 11 y Carrera 11B)

El sector 3 localizado en el costado sur occidental del polígono de estudio se encontró un talud en el cual se presentó un deslizamiento complejo con componente rotacional en la parte superior, seguido de un movimiento traslacional sobre suelos residuales conformados por intercalaciones de arcilla y arena.

De las características del movimiento se puede mencionar que tiene un escarpe de ancho 66 m y altura de 5 m, con una la longitud de 25 m. La dirección del movimiento tiene componente hacia el occidente.

Al frente de dicho movimiento se localizaban 3 viviendas las cuales fueron desalojadas y demolidas con el fin de evitar la afectación de la población que habitaba en estas.

7.1.2 Identificación de causas del movimiento

De acuerdo con la información recopilada y las evidencias de campo, se observa que para el proceso de remoción en masa que se presenta al occidente del barrio La Arboleda Sur, las causas que contribuyeron al desarrollo del movimiento fueron, entre otras la existencia de antiguos escarpes de explotación minera sin ningún tipo de obras de recomposición geomorfológica, la susceptibilidad de la arcillolita a la perdida de resistencia con el incremento de la humedad y las intensas precipitaciones que se presentaron en el año 2011. A continuación, en la **Tabla 12** se clasifican las causas según sean condicionantes, contribuyentes o detonantes con el fin de comprender de una mejor manera la problemática del área de estudio.

Tabla 12. Causas del deslizamiento

Tipo de causa	Descripción
Condicionantes	Se presentan suelos residuales en contacto con una capa de arcillolita blanda susceptible a la perdida de resistencia con el aumento de la presión de poros. Los niveles de roca arenisca en el área de estudio cuentan con diaclasas con buzamiento entre 60 a 75° en dirección SW, lo cual favorece la aparición de grietas de tracción y escarpes de falla con dirección NS. Construcción de rellenos antrópicos para uso comercial del territorio como parqueaderos.
Contribuyentes	Pendiente del terreno Existencia de escarpes de antiguos frentes de explotación minera de arcilla. Sector 1 escarpe de 50 m de ancho Sector 2 escarpe de 115 m de ancho Sector 3 escarpe de 66 m de ancho Disposición deficiente de residuos de exploración minera Falta de obras de drenaje superficial y subsuperficial Falta de obras de recomposición geomorfológica de taludes, como terrazas, muros o pantallas
Detonantes	Precipitaciones de la ola invernal en el periodo 2010 - 2011

7.2 Antecedentes

Por parte del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) fueron suministrados conceptos técnicos realizados entre el año 2002 hasta el año 2011 en el área de influencia del estudio, el propósito de dicha información es el de realizar un inventario de datos y la obtención de los antecedes del proceso de remoción de masa que permitan comprender la generación del movimiento. De esta manera fueron revisados 20 conceptos de los cuales 11 tienen relación con la problemática del deslizamiento en la parte baja del barrio La Arboleda Sur.

En la Tabla 13 se incluye los aspectos más relevantes de los conceptos técnicos analizados, entre lo que se incluye código del concepto, fecha, nombre de la persona que lo realizo, localización y descripción de los hallazgos obtenidos.

Tabla 13. Revisión de conceptos técnicos.

Estudio o concepto técnico	Código	Fecha	Realizado por:	Localización relativa	Aspectos relevantes
Concepto técnico	CT-3848	12/2002	Gustavo Moreno Montaña	La Merced Sur Carreras 48 y 50 entre calles 11 A y 11 A sur	En el sector se presentan principalmente la caída de pequeños fragmentos de bloques, principalmente en el contacto arenisca-arcillolita, producto de la erosión diferencial que deja sin soporte los bloques de roca dura.
Concepto técnico	CT-4005	19/07/2004	John Edwin Alarcón	Barrio la Arboleda II Calles 48I Bis B sur y 48K Sur, y las Carreras 11D y 12A Bis	En este concepto se concluye desde el punto de vista de riesgo la legalización del barrio La Arboleda II
Concepto técnico	CT-4475	1/10/2006	Cesar Eduardo Peña	Barrio la Merced	Se identifican cinco (5) sectores con amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, que corresponden a los escarpes producto de la actividad minera adelantada en la zona. Se identifica como factor condicionante de la amenaza por remoción en masa “el reblandecimiento o reducción de cohesión por incremento de humedad, y de aumento de presión de poros por fenómenos locales progresivos pueden ser los mecanismos críticos causantes de la reducción de la resistencia. En ese sentido, debe considerarse la influencia de lluvias muy intensas y de infiltración incontrolada de aguas..”
Diagnostico técnico	DT-3152	8/11/2006	Fredy Alonso Díaz	La Merced Sur San Ignacio Carrera 11A Bis # 49 – 07 Sur	Se reporta la caída de rocas de tamaño máximo de 40 centímetros en su dimensión mayor, desde un talud de corte posiblemente perteneciente a un antiguo frente de explotación en cantera ubicado en el costado oriental del predio de la Carrera 11A Bis # 49 – 07 Sur. Las causas de este desprendimiento de bloques de roca se asocian a la alta pendiente del talud de corte en mención ($\beta \cong 90^{o}$), al alto grado de diaclasamiento del macizo rocoso, a las fuertes lluvias presentadas en el sector, a que el talud no cuenta con medidas de contención ni protección adecuadas,

Tabla 13. Revisión de conceptos técnicos.

Estudio o concepto técnico	Código	Fecha	Realizado por:	Localización relativa	Aspectos relevantes
					tampoco tiene un adecuado manejo de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial.
Diagnostico técnico	DT-3334	28/08/2007		Barrio Arboleda Sur Calle 48 J Sur No. 12 - 70	Afectación por agrietamiento de la vivienda localizada en la Calle 48 J Sur No. 12 - 70
Diagnostico técnico	DT-3852	30/05/2008		La Merced Sur San Ignacio Carrera 11 A Bis No. 49-07 Sur	En el sector se observó un bloque de areniscas y arcillas duras potencialmente inestable pertenecientes a la Formación Regadera.
Diagnostico técnico	DT-4972	19-11-2010		La Merced Sur San Ignacio Cra. 11 A Bis A No. 49 – 04 Sur	Se presentó desprendimiento de aproximadamente 15,0 m3 de roca desde un talud de antiguo frente de explotación minera de 6,0 a 8,0 m de altura y de por lo menos 50,0 m de longitud y carente de medidas de estabilización. Se realiza la solicitud de evacuación de 15 predios por afectación a la estabilidad y habitabilidad.
Diagnostico técnico	DT-5403	3/05/2011	Claudio Gerardo Hozman	Barrio Arboleda Sur Calle 48 J Sur No. 12 - 70	Deslizamiento en una ladera natural con pendiente media comprendida entre la calle 48 I Bis B Sur y la calle 48 K Sur, la ladera ha sido intensamente intervenida posiblemente por actividades de extracción minera de las arcillas. Como posible aspecto detonante del proceso de remoción en masa evidenciado, se destaca la intensidad de las lluvias registradas en el sector como resultado de la ola invernal que se presentó los primeros meses del año 2011

Tabla 13. Revisión de conceptos técnicos.

Estudio o concepto técnico	Código	Fecha	Realizado por:	Localización relativa	Aspectos relevantes
					Afectación de dos viviendas las cuales fueron evacuadas definitivamente.
Diagnostico técnico	DT-5411	23/05/2011	Gustavo Palomino Saavedra	La Merced Sur Transversal 12 No. 49 A – 15 Sur Interiores 5 y 6	Fenómeno de remoción en masa compuesto fragmentos rocosos provenientes de un talud de corte vial En la parte alta del talud se evidencian bloques de material potencialmente desprendibles con diámetros hasta de 1 m en un volumen aproximado de 20 m3, los cuales presentan pendientes negativas en algunos sectores y grietas retrogresivas que se ven reflejadas en la Carrera 12, afectando la funcionalidad y estabilidad de la misma.
Diagnostico técnico	DT-5621	9/06/2011	Cesar Alejandro Orjuela	La Merced Sur Carrera 12 Bis No. 49A 04 SUR	Se reporta la carrera 12 que se encuentra afectada por un fenómeno de remoción en masa de carácter local, caracterizado por grietas de tracción y un escarpe en el ancho total de la vía. De igual manera se hace la inspección del muro ge gaviones de la parte baja que se encuentra fallado.
Diagnostico técnico	DT-6032	20/11/2011	Gustavo Palomino Saavedra	La Merced Sur y Arboleda II Sector Calle 48 K Sur con Carrera 12	A la altura de la Calle 48 K Sur con la Carrera 12, se presenta un fenómeno de remoción masa de carácter retrogresivo, el cual ha venido generando una grieta en el terreno paralela a la Calle 48 K Sur, entre la Carrera 11 D hacia el norte, de 30 cm de abertura y una longitud aproximada de 100 m. A su vez se ha presentado escalonamiento o hundimiento en el terreno que supera los 50 cm, daños que se encuentran a

Tabla 13. Revisión de conceptos técnicos.

Estudio o concepto técnico	Código	Fecha	Realizado por:	Localización relativa	Aspectos relevantes
					una distancia aproximada de 2 m de las viviendas ubicadas en el costado oriental de la Calle 48 K entre las carreras 12 y 11 D y aproximadamente 40 m al norte de la carrera 12.

Análisis de la información

De la tabla anterior se puede concluir que en la zona aledaña al área de estudio se han presentado eventos de caída de fragmentos de bloques, y deslizamientos ocasionados principalmente por la erosión diferencial que deja sin soportes los bloques de roca dura. A esto se suma la existencia de antiguos frentes de explotación minera de arcillas que han sido dejados sin ninguna reconformación del terreno como tampoco obras de manejo de aguas y contención.

De acuerdo con el CT-4475 de 2006 en el Barrio la Merced se identificaron cinco (5) sectores con amenaza alta por fenómenos de remoción en masa, asociados a antiguos frentes mineros, de los cuales dos (2) están localizados al occidente de la Calle 48 K sur, dentro del polígono de estudio del presente informe. También el concepto CT-4475 menciona que entre los principales condicionantes de la amenaza están el reblandecimiento de la roca por incremento de la humedad debido a la influencia de las precipitaciones y la infiltración incontrolada de aguas.

En el Sector 1 definido por esta Consultoría se presentó en mayo de 2011 (DT-5403) la aparición de grietas en el terreno entre las calles 48 I Bis Sur y Cll 48 K Sur, asociadas al movimiento del terreno en una zona de antiguo frente de explotación minera, en la actualidad esta zona ha sido rellenada para la adecuación del terreno como parqueadero de camiones. Posteriormente, en junio de 2011 se presenta la falla del muro de gaviones existente en la parte baja de la ladera, el agrietamiento de la parte media de la carrera 12, y la conformación de una grieta de tracción en la Carrera 12 con Calle 48 K Sur, que luego avanzaría sobre la Calle 48 K Sur.

Para el Sector 2 (parte central del polígono de estudio) se reporta en noviembre de 2011 un deslizamiento que afectó la Calle 48 K sur con Carrera 12, el escarpe genera la perdida de la Calle 48 K Sur y de acuerdo con el DT-6032 el movimiento es de carácter retrogresivo. Entre los detonantes del movimiento se encuentran las intensas precipitaciones que ocurrieron en el año 2011.

En el Sector 3 definido por esta Consultoría en el costado sur del polígono de estudio se han presentado caída de rocas y materiales desde un escarpe de explotación minera, en diferentes eventos en los años 2006, 2008 y 2010.

7.3 Metodología

Los estudios geotécnicos se desarrollaron de acuerdo con la siguiente metodología:

- Recopilación y análisis de la información existente (se refiere a cualquier tipo de información geotécnica, conceptos y diagnósticos técnicos sobre amenaza por remoción en masa en la zona del proyecto)
- Reconocimiento detallado del sitio del proyecto.
- Investigación de campo, mediante la ejecución sondeos mecánicos, sondeos manuales, trincheras y apiques, ensayos de geofísica, ensayos in situ y de laboratorio.
- Procesamiento y análisis de la información geotécnica. Determinación de parámetros a partir de correlación con el ensayo de SPT, ensayos geofísicos y los resultados de laboratorio.
- Análisis geotécnico y caracterización geotécnica de los materiales que constituyen la zona del proyecto.
- Análisis de ingeniería que comprende evaluación de estabilidad de taludes, alternativas de obras y evaluación de capacidad portante, empujes en el terreno y factores de seguridad en taludes.
- Conclusiones y recomendaciones generales.
- Elaboración del informe Geotécnico con la descripción y resultados de las actividades anteriormente anotadas.

7.4 Descripción del proceso de remoción en masa

A continuación, se presenta la descripción del movimiento basado en los resultados de la visita, el informe geológico, la revisión de información secundaria, la visita de campo y el concepto de expertos.

El día 28 de febrero de 2019 se realizó la visita de reconocimiento al sitio de estudio denominado La Arboleda Sur con el fin de efectuar un diagnóstico inicial de la problemática del deslizamiento complejo que afecta un área aproximada de 3.2 Ha. La visita fue ejecutada por los Ingenieros Gilmar Iván Patiño, Eldibrando Patiño y Edgar Osorio.

A continuación, se hace una reseña de los principales hallazgos encontrados durante el recorrido y se formulan hipótesis sobre el mecanismo de falla que puede estar controlando el movimiento del terreno. Al final se plantea la exploración del subsuelo consistente en sondeos mecánicos, apiques, trincheras y ensayos de refracción sísmica y el método de análisis de dispersión de ondas superficiales MASW.

De esta visita de campo se puede concluir que el movimiento objeto de estudio es de carácter complejo dado que el cuerpo del deslizamiento está conformado por un gran bloque de suelo residual conformado por intercalaciones de arcilla y arena

(costados norte y sur), como también por depósitos asociados a la actividad minera que se desarrolló en el área (parte central) y al mismo proceso de deslizamiento de materiales en la zona central

Se encuentran en el terreno escarpes de altura inclusive mayor a 4.0m, que han dejado expuestos los estratos de del suelo residual principalmente, así como algunos paquetes de arcillolita grises, estos últimos inducen una pendiente más suave del terreno en comparación con los escarpes de arenisca.

Adicionalmente, se observó la actividad de reparación de la tubería de alcantarillado existente sobre la Carrera 11B con Calle 48 K sur, que venía aportando aguas a la masa deslizada y que por tanto pudo también actuar como agente detonante del movimiento. Es importante mencionar que a lo largo de la calle 48 K sur no se evidencian grietas de tracción o asentamientos en el terreno que pudieran dar un indicio sobre el carácter retrogresivo del movimiento.

Por último, hacia el costado sur occidental se encontró un talud con afloramiento de suelos residuales de arcillolita y con algunos bloques de roca en posibilidad de caer, lo cual motivó al reasentamiento de la primera fila de viviendas ubicadas en la parte baja.

Fuera de polígono de estudio en el costado sur se viene adelantando la construcción de torres de apartamentos de 15 pisos, con cimentación profunda con pilotes, se observó que el material extraído por la piloteadora corresponde a arcilla gris con tonos violetas, lo que indica la posibilidad de encontrar por debajo de la capa de areniscas, arcillas que pueden estar siendo alteradas por flujos de aguas de infiltración.

7.5 Recopilación de la información.

7.5.1 Revisión de imágenes de sensores remotos

Se revisaron imágenes satélites del sensor remoto de Google Earth de diferentes fechas, de ellas se seleccionaron las siguientes imágenes por su calidad y la identificación de rasgos geotécnicos asociados al proceso de remoción en masa. Las fechas de las imágenes seleccionadas son abril de 2000, septiembre de 2001, agosto de 2010, junio de 2012.
Básicamente en la imagen del año 2000, se aprecian procesos de erosión en los costados sur y nor-occidental del polígono en estudio, la cobertura vegetal cubre el 70% del área deslizada, para esta fecha la carrera 12 aún no estaba pavimentada. En el costado norte se identifica de forma clara el antiguo frente de explotación del chircal. En la Figura 17 se muestra la imagen revisada.

En el año 2001 el avance de los procesos erosivos es notoria y se observa la afectación por perdida de materiales en el costado norte, donde se presenta actualmente el flanco derecho del deslizamiento complejo. En la Figura 18 se muestra la imagen revisada.

En la imagen de 2010 se observa que la carrera 12 se encuentra pavimentada, de igual manera se observa cobertura vegetal que enmascara los procesos identificados en las imágenes previas. Así mismo, se aprecia en la parte superior del talud en la Calle 48 K sur con carrera 11B que esta fue empleada como parqueadero de vehículos, lo cual puede contribuir con sobrecargas vehiculares sobre la corona del talud. En la **Figura 19** se muestra la imagen revisada.

En la imagen del 2012 se puede observar un deslizamiento complejo con dirección sur occidental, de dimensiones 150 m de ancho y 54 m de longitud, conformado por dos escarpes paralelos el primero hacia el costado norte (parte superior de la fotografía), y el segundo paralelo a la Calle 48 K sur. Del movimiento se puede mencionar que se evidencia mayor alteración en el flanco derecho, principalmente por aporte de aguas de escorrentía desde la Carrera 12. De igual manera en el costado sur se aprecia el avance de la erosión en una longitud de 30 m en el talud paralelo a la calle 49a sur (parte baja del área de estudio). (Ver la **Figura 20**).

Es importante mencionar que en la imagen de 2012 se observa un bosque en el costado sur y fuera del polígono de estudio, el cual para el año 2013 ya no se encuentra, en parte debido a que dicha zona corresponde a un proyecto de desarrollo inmobiliario.



Figura 17. Imagen satelital de abril de 2000.
Fuente Google Earth (2019)



Figura 18. Imagen satelital de septiembre de 2001.
Fuente Google Earth (2019)



Figura 19. Imagen satelital de agosto de 2010.
Fuente Google Earth (2019)



Figura 20. Imagen satelital de junio de 2012.
Fuente Google Earth (2019)

7.5.2 Estudio de suelos Conjunto Cerrado Portal del Molinos 3

Como información secundaria se revisó en la Curaduría Urbana No. 3 el Estudio de suelos LFO 2320-12 desarrollado para el Conjunto Cerrado Portal de Molinos 3, localizado en la Calle 48 A sur Carrera 5, por la Constructora Galias de acuerdo con el Expediente No.1732279. Este Conjunto se localiza en el predio que limita por el sur con el área de estudio, por lo tanto, se consideró pertinente su consulta. De la revisión del documento mencionado se encontró el perfil promedio ilustrado en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Perfil de suelos promedio estudio LFO-2030-12.

Profundidad (m)	Descripción
0 a 0.3-2.15	Rellenos heterogéneos
0-2.15 a 3.95-11.,90	Intercalación de arcillas, arcillas arenosas, arenas arcillosas y arenas con tonalidades de café, gris, rojiza, amarilla.
11.90 a 24.4	Arcillolita gris/rojiza

Con relación al nivel freático el informe LFO-2032-12 señala que el agua de lavado utilizada en las perforaciones se estabilizó a profundidades entre 1 y 3 m en 15 de los 18 sondeos realizados.

7.5.3 Revisión de registros de lluvia

La fecha del evento es 20 de noviembre de 2011, por lo que es posible correlacionar la falla del talud con las lluvias intensas del año 2011 en el cual se presentó fenómeno de la niña, por lo anterior y teniendo en cuenta la presencia de suelos residuales arcillo arenosos en el perfil de suelo, se pudo presentar un ascenso del nivel freático, el cual favoreció el reblandecimiento del estrato de arcillolita, generando una capa débil para la movilización de la masa de suelo.

Teniendo en cuenta la Estación Santa Lucia 2120052 que presenta una precipitación media anual de 604 mm y las correlaciones para Bogotá obtenidas de la actualización del mapa de Amenaza por remoción en masa del POT 2018, se puede obtener la lluvia critica en función de la lluvia media anual, y duración critica en función de la lluvia critica se determina lo siguiente:

Lluvia critica

$$LLcrit=0.3808LLanual$$

Duración critica

$$Durcrit=1.67LLcri\hat{}0.5269$$

Lluvia anual LLanual=604 mm
Lluvia critica LLcrit=230 mm
Duración critica Durcrit=29.3 días

A partir de los datos anteriores se construyó la curva de masa de precipitación diaria acumulada para duración critica de 30 días antecedentes al evento, siguiendo la metodología de Castellanos (1997), encontrándose un valor de precipitación acumulada de 178 mm, tal como se muestra en la Figura 21.

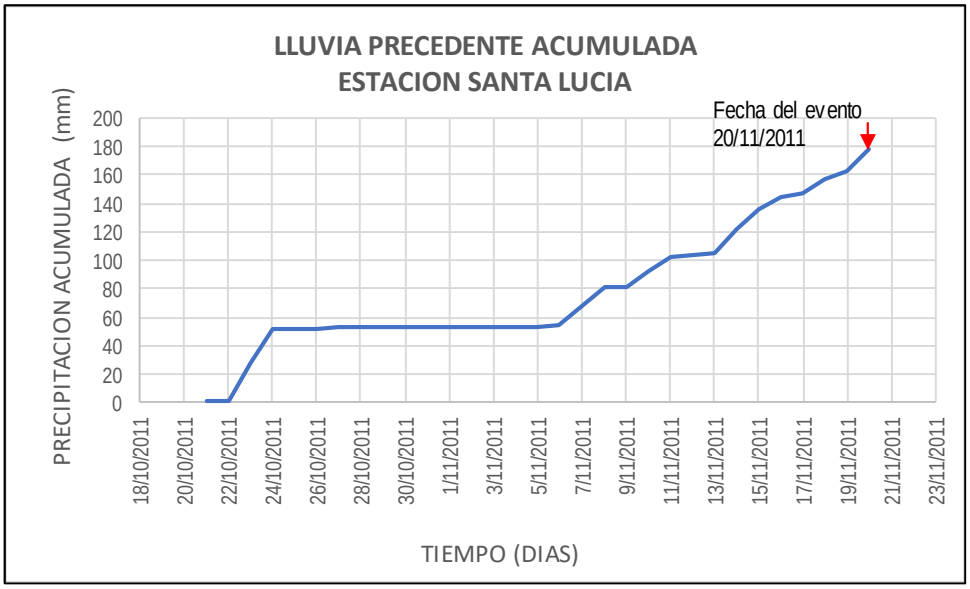


Figura 21. Curva de masa de precipitación acumulada de 30 días antecedentes al evento. Estación Santa Lucia.

Con los resultados se puede evidencia la relación entre la lluvia antecedente de 178 mm acumulados en 30 días, en el proceso de inestabilidad de la ladera del Barrio Arboleda Sur.

7.6 Investigación del subsuelo

Con el fin de conocer la estratigrafía del área de estudio, e identificar las potenciales superficies de falla del terreno, se llevó a cabo un programa de exploración directa con nueve (9) perforaciones mecánicas entre 10 y 20 m de profundidad y un sondeo manual de 5 m, así mismo se realizaron cuatro (4) líneas de refracción sísmica con longitudes entre 100 y 300 m.

7.6.1 Exploración directa

Se realizaron nueve (9) perforaciones mecánicas, un (1) sondeo manual y tres (3) apiques distribuidos en el área de estudio, sobre los cuales se llevó un registro detallado de los materiales encontrados que incluyo: descripción del material, color, humedad, plasticidad, consistencia o densidad, presencia de materia orgánica y posición del nivel freático en caso de presentarse.

Cada muestra obtenida fue: clasificada, rotulada, adecuadamente empacada para conservar sus propiedades y enviada al laboratorio. Los registros estratigráficos de campo se presentan en el Anexo 4. La localización y profundidad de cada uno de los sondeos mecánicos se incluye en la Tabla 15.

En la **Figura 22** se muestra la localización de sondeos y líneas de refracción sísmica ejecutadas para el proyecto, y en la **Figura 23** fotografías a manera de ejemplo de las muestras de suelo obtenidas de la exploración.

Tabla 15. Localización de sondeos y trincheras.

Sondeo	Coordenadas		Profundidad alcanzada (m)	Nivel freático
	Este (m)	Norte (m)		
S-1	995422	996396	15	No se presento
S-2	995405	996384	20	No se presento
S-3	995368	996370	15	No se presento
S-4	995500	996321	10	No se presento
S-5	995448	996300	15	No se presento
S-6	995428	996283	20	No se presento
S-7	995384	996275	10	No se presento
S-8	995424	996331	15	No se presento
S-9	995407	996260	10	No se presento
SM-1	995422	996246	5	No se presento
AP-1	995424	996388	1.5	No se presento
AP-2	995405	996310	1.5	No se presento
AP-3	995418	996248	1.5	No se presento

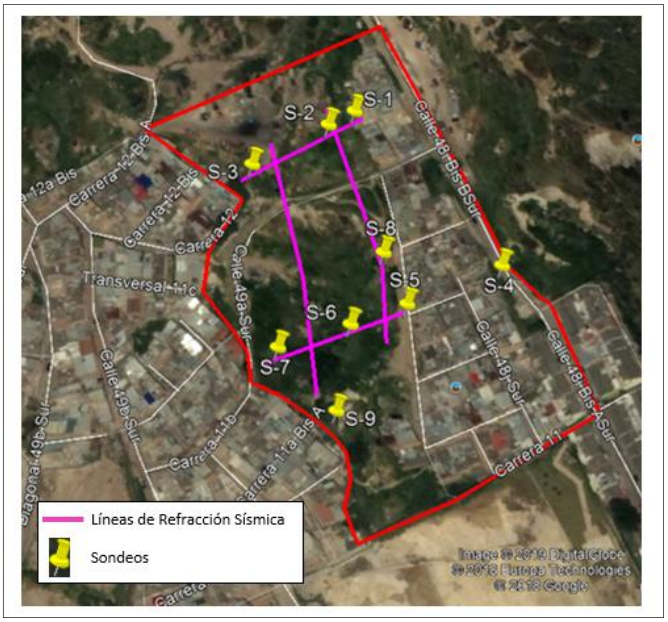


Figura 22. Localización de sondeos mecánicos y líneas de refracción sísmica.



SONDEO 2-M13	SONDEO 2-M14
PROFUNDIDAD (m): 11.80 - 13.00	PROFUNDIDAD (m): 13.00 - 14.20



Figura 23. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos.

Ensayo de penetración estándar

Durante la ejecución de los sondeos se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar SPT del cual se obtuvo valores de N (golpes/pie) que permiten correlacionar con la consistencia de los materiales arcillosos y la densidad de los materiales granulares. De esta manera se obtuvo la variación en profundidad del valor N el cual se encuentra en promedio entre 10 y 30 golpes/pie, alcanzándose valores mayores a los 30golpes/pie en los sondeos S3, S5, S7, S8 y S9. De la **Figura 24** a la **Figura 27** se muestra la variación del valor de N con la profundidad para cada uno de los sondeos efectuados.

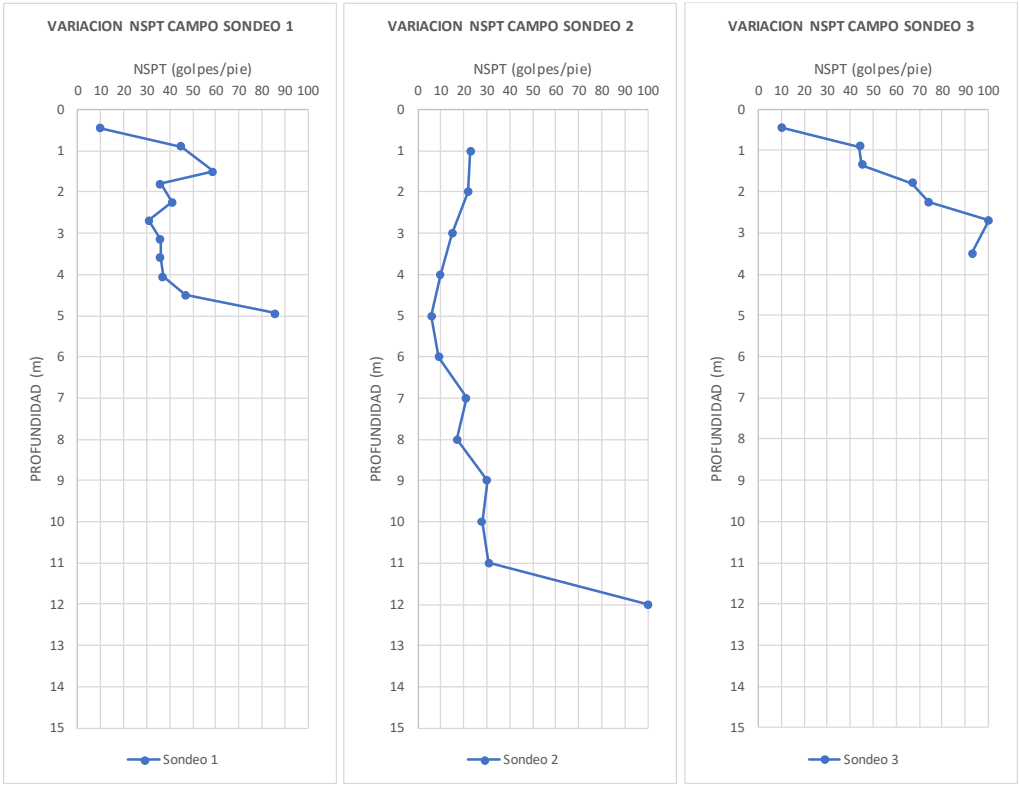


Figura 24. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 1, 2 y 3.

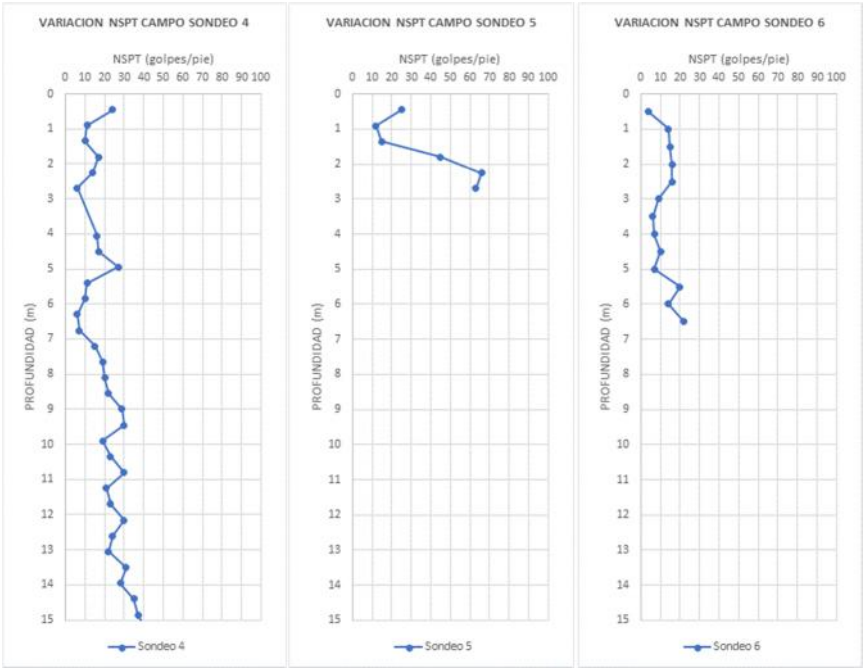


Figura 25. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 4, 5 y 6.

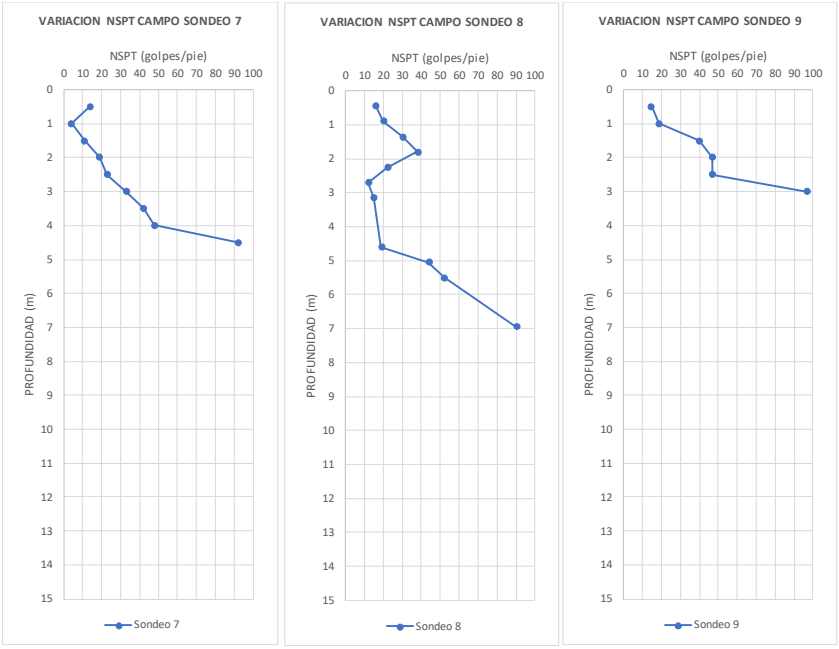


Figura 26. Variación del número de golpes por pie del ensayo spt en los sondeos 7, 8 y 9.

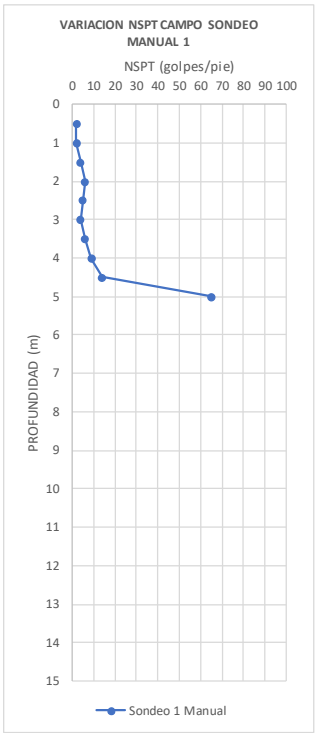


Figura 27. Variación del número de golpes por pie del ensayo SPT en el sondeo manual 1.

Estimación de parámetros de resistencia a partir del SPT

Con la metodología propuesta por González, A. J. (1999), se estimaron los parámetros c' y ϕ' de manera aproximada por tipo de material. Este método consiste en graficar puntos (σv', τ) en planos Mohr – Coulomb, donde los coeficientes de la regresión lineal corresponden a los parámetros geomecánicos efectivos buscados. El esfuerzo efectivo vertical se calcula como la diferencia entre el esfuerzo geostático total y la presión de poros y, el esfuerzo cortante a la profundidad del ensayo, se obtiene como el producto del esfuerzo efectivo vertical por la tangente del ángulo de fricción equivalente estimado como se describió anteriormente.

A continuación, se muestran los resultados de la regresión lineal y el ángulo de fricción obtenido para los materiales de relleno antrópico (**Figura 28**) encontrado en la parte superior del perfil de suelo en el barrio La Arboleda Sur, el suelo residual superior (**Figura 29**) y el suelo residual inferior (**Figura 30**).

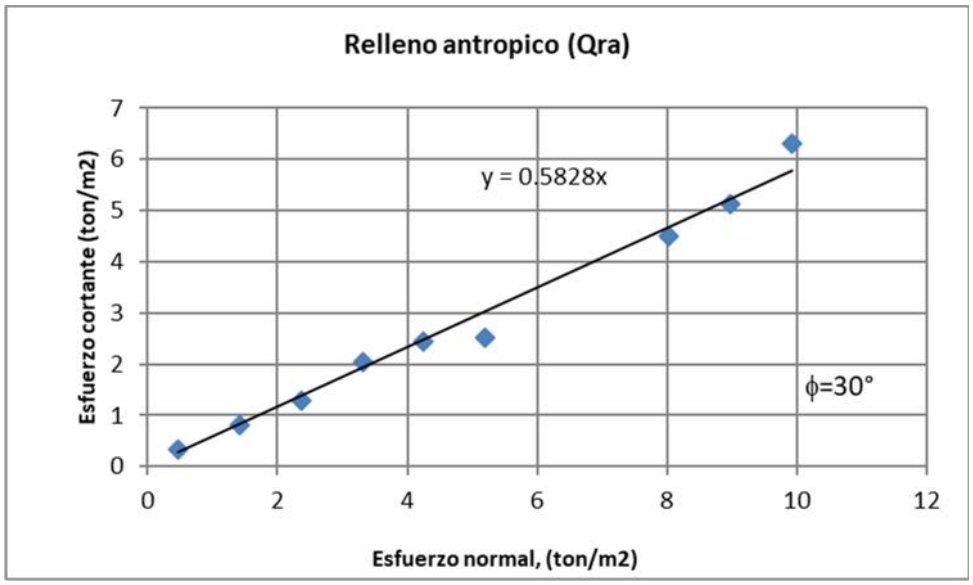


Figura 28. Estimación de parámetros de resistencia para el relleno antrópico

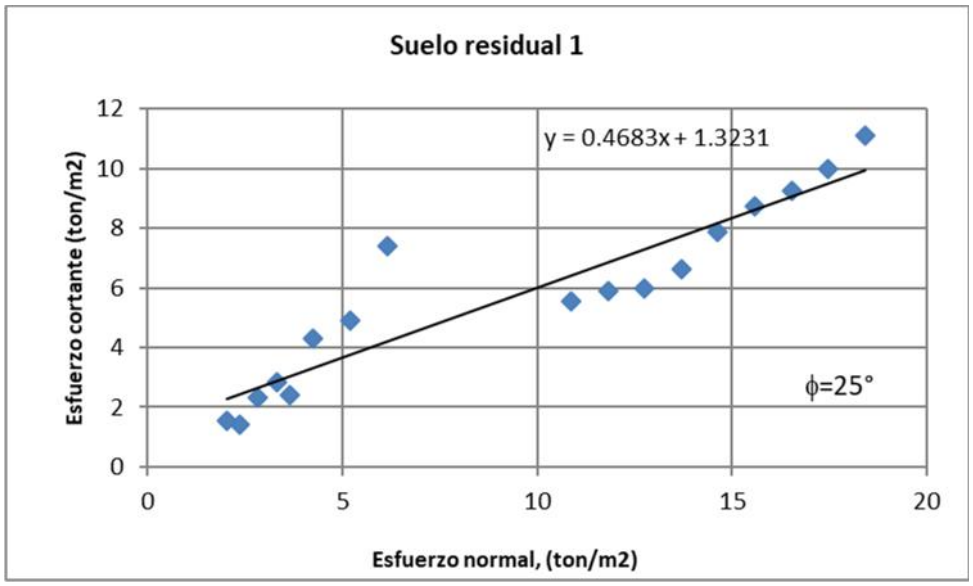


Figura 29. Estimación de parámetros de resistencia para el estrato de suelo residual superior

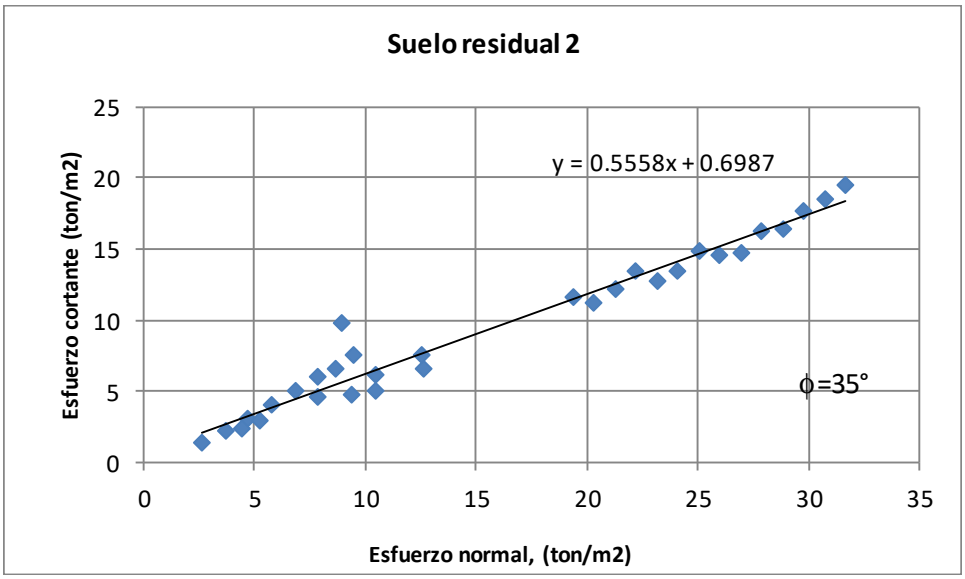


Figura 30. Estimación de parámetros de resistencia para el estrato de suelo residual inferior

7.6.2 Nivel freático

Durante la ejecución de los sondeos no fue encontrado el nivel freático, sin embargo, se observaron en los recorridos a lo largo del área de estudio sitios donde aflora el agua, los cuales se relacionan en la
Tabla 16.

Tabla 16. Coordenadas de sitios de afloramiento de agua

Sitio	Coordenadas	
	Este (m)	Norte (m)
1	995387	996370
2	995405	996344
3	995418	996248

7.6.3 Exploración indirecta. Líneas de refracción sísmica

Para el proyecto se ejecutaron cuatro (4) líneas de geofísica con la realización de los ensayos de MASW y refracción sísmica, tendientes a obtener el perfil de velocidades de ondas de corte (Vs) y ondas longitudinales (Vp). A continuación, en la **Tabla 17** se presentan las coordenadas de inicio y fin de cada una de las líneas, así como en la **Figura 31** la localización en planta de cada una de las cuatro (4) líneas geofísicas. Los resultados de la interpretación del ensayo que se representan por medio de perfiles de velocidad de ondas P y S se muestran de la **Figura 32** a la **Figura 39**, junto con el análisis de los resultados y al final se incluye la correlación con cada uno de los sondeos realizados, con el fin de identificar los contactos entre materiales. El informe de geofísica se incluye en el Anexo 5.

Tabla 17. Coordenadas de inicio y fin líneas de refracción sísmica.

Línea		Coordenadas		longitud (m)
	Punto	Este (m)	Norte (m)	
Línea 1	Inicial	995417	996373	107
	Final	995431	996267	
Línea 2	Inicial	995455	996296	80
	Final	995384	996273	
Línea 3	Inicial	995354	996398	220
	Final	995423	996191	
Línea 4	Inicial	995422	996396	65
	Final	995370	996364	

Fuente Consorcio Himec-Consulcons (2019)



Figura 31. Localización de líneas de refracción sísmica
Fuente Consorcio Himec-Consulcons (2019)

Análisis de resultados

Línea de refracción sísmica 1

En la línea de refracción sísmica 1 realizada en el cambio de pendiente entre el escarpe y la masa deslizada se puede apreciar el contraste de velocidades de onda de corte en los primeros 10 m de profundidad del perfil, dado que se obtuvieron Vs inferiores 250 m/s para los rellenos antrópicos y de 350 m/s para el suelo residual. Luego aparecen a partir de los 12.5 m suelos con Vs mayores a 569 m/s. En la **Figura 32** se presenta el perfil de velocidad de onda P y sobre este se superpuso la exploración del subsuelo correspondiente a los sondeos S-08 y S-06.

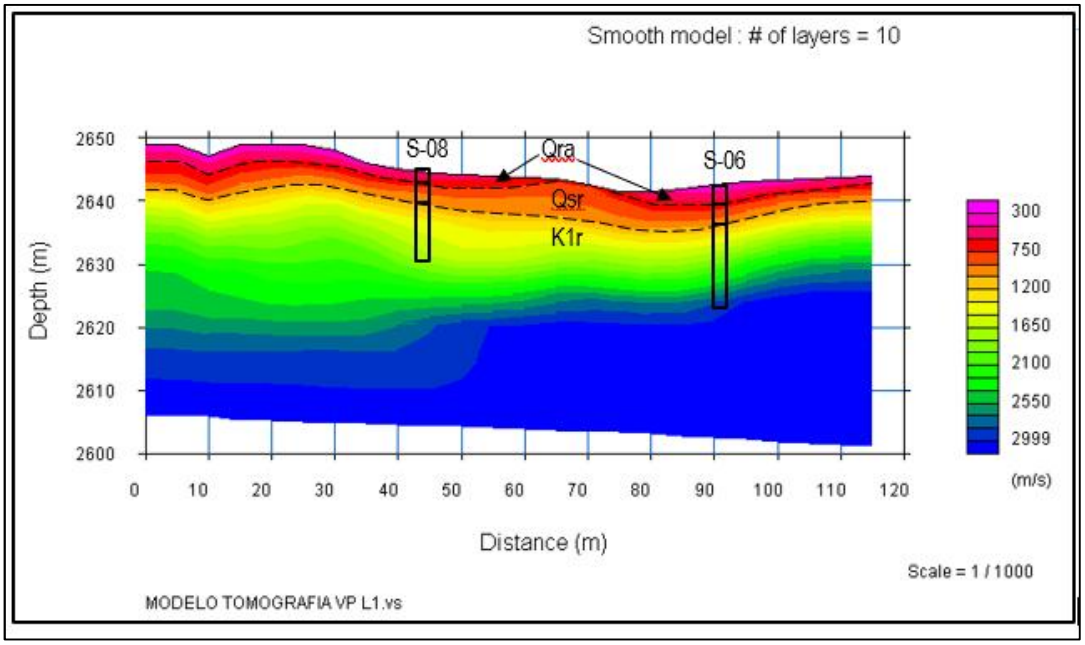


Figura 32. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 1

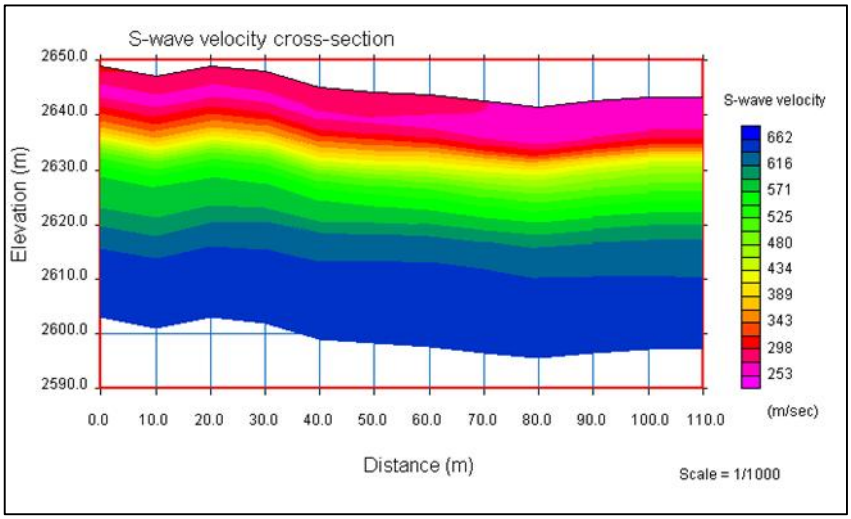


Figura 33. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 1

Línea de refracción sísmica 2

En la línea de refracción sísmica 2 realizada en el costado sur del área de estudio, a lo largo de la ladera, se puede apreciar el contraste de velocidades de onda de corte en los primeros 9 m de profundidad del perfil, dado que se obtuvieron Vs inferiores 300 m/s para los rellenos antrópicos y de 350 m/s para el suelo residual. Luego aparecen a partir de los 9.0 m suelos con Vs mayores a 590 m/s. En la **Figura**

35 se presenta el perfil de velocidad de onda P y sobre este se superpuso la exploración del subsuelo correspondiente a los sondeos S-05, S-06 y S-07.

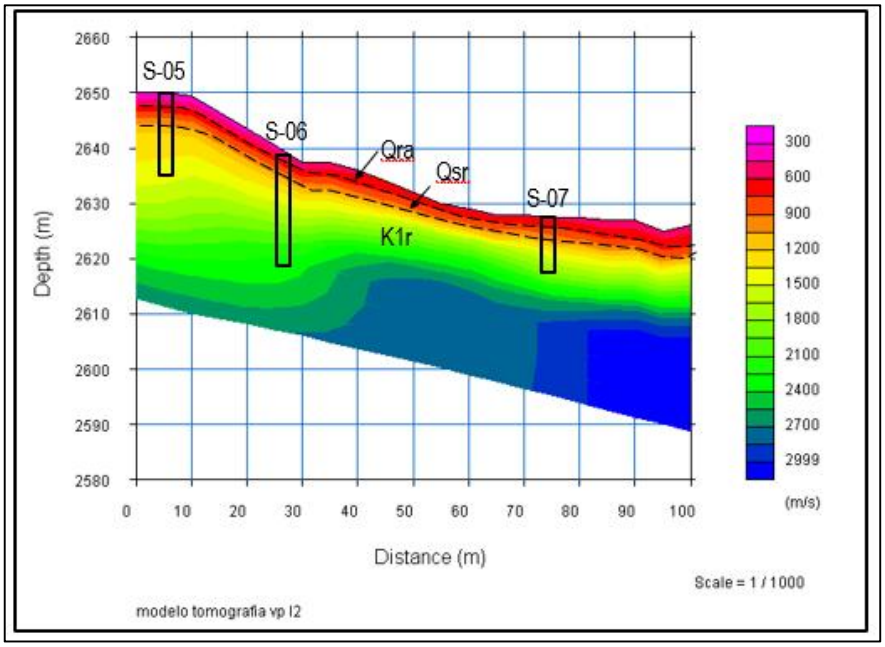


Figura 34. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 2

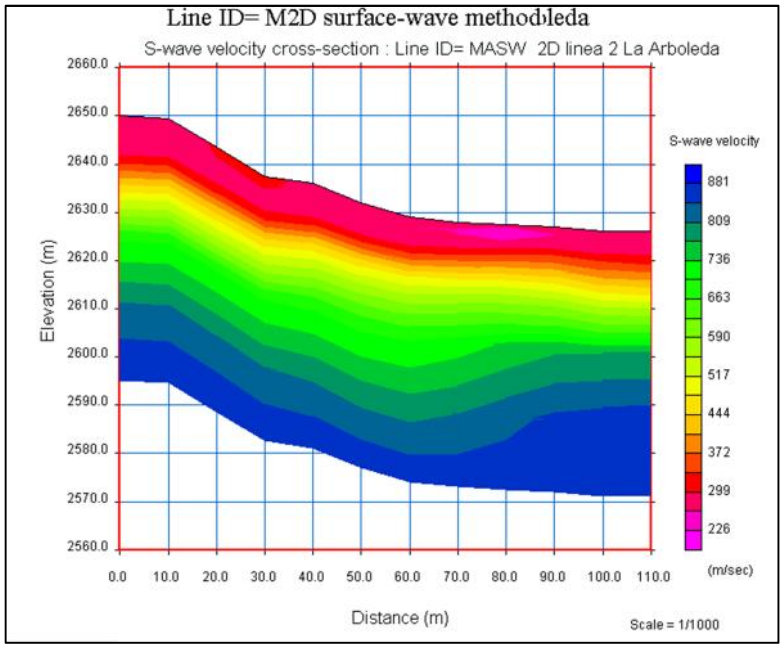


Figura 35. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 2

Línea de refracción sísmica 3

Para la línea de refracción sísmica 3 realizada la parte baja del deslizamiento, se observa un menor espesor de los rellenos antrópicos los cuales alcanzan un espesor de 4 a 5 m, con velocidades de onda de corte del orden de 264 m/s. Luego aparece una capa de 3 m de espesor con velocidad Vs de 316 m/s. Hacia el costado norte de la línea (lado izquierdo de la **Figura 37**) se observa el incremento en la velocidad Vs a 368 m/s debido a la presencia en esta zona del lomo que se desarrolla sobre suelos residuales y sobre el cual se localiza la carrera 12, afectada por el deslizamiento.

En la **Figura 36** se presenta el perfil de velocidad de onda P y sobre este se superpuso la exploración del subsuelo correspondiente a los sondeos S-03, S-06, S-07 y S-09.

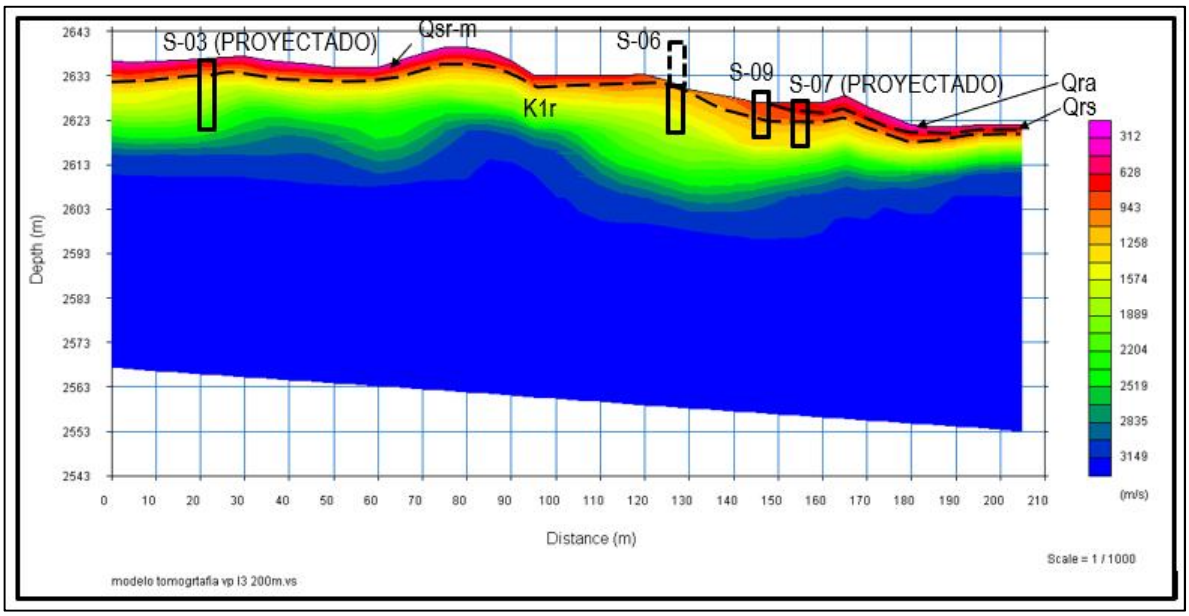


Figura 36. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 3

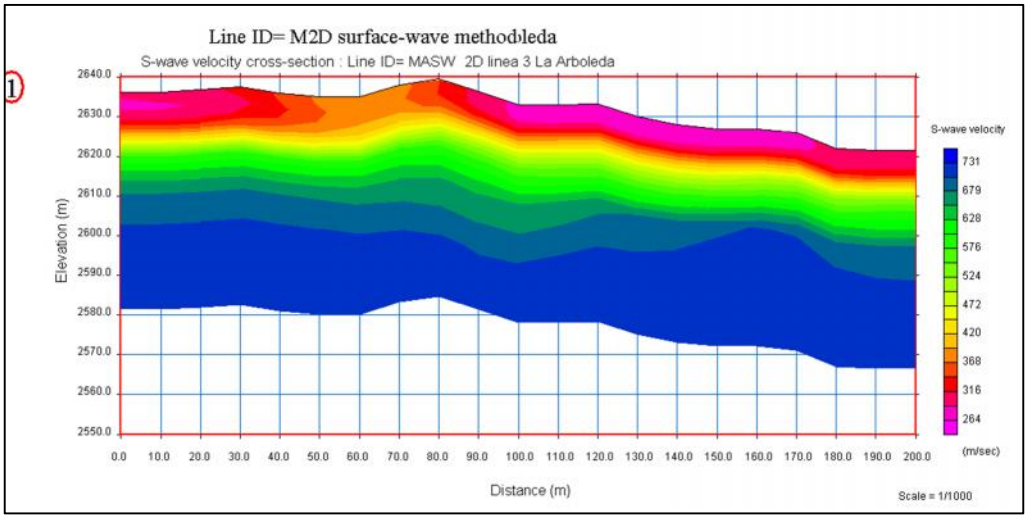


Figura 37. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 3

Línea de refracción sísmica 4

Por último, para la línea de refracción sísmica 4 realizada en el costado norte del polígono de estudio a lo largo de la ladera, se identifican tres capas de suelo, la primera con un espesor de 5 m con Vs de 230 m/s, seguido de una capa de 5 m de espesor con Vs de 292 m/s y finamente el incremento de la velocidad de corte a partir de los 12 m de profundidad con un valor de Vs de 480 m/s.

En la parte superior del terreno la línea de refracción muestra un aumento de velocidad Vs a valores de 421 m/s, lo cual estaría relacionado con una mayor rigidez del suelo residual en esta parte del barrio La Arboleda Sur.

En la **Figura 38** se presenta el perfil de velocidad de onda P y sobre este se superpuso la exploración del subsuelo correspondiente a los sondeos S-01, S-02 y S-03.

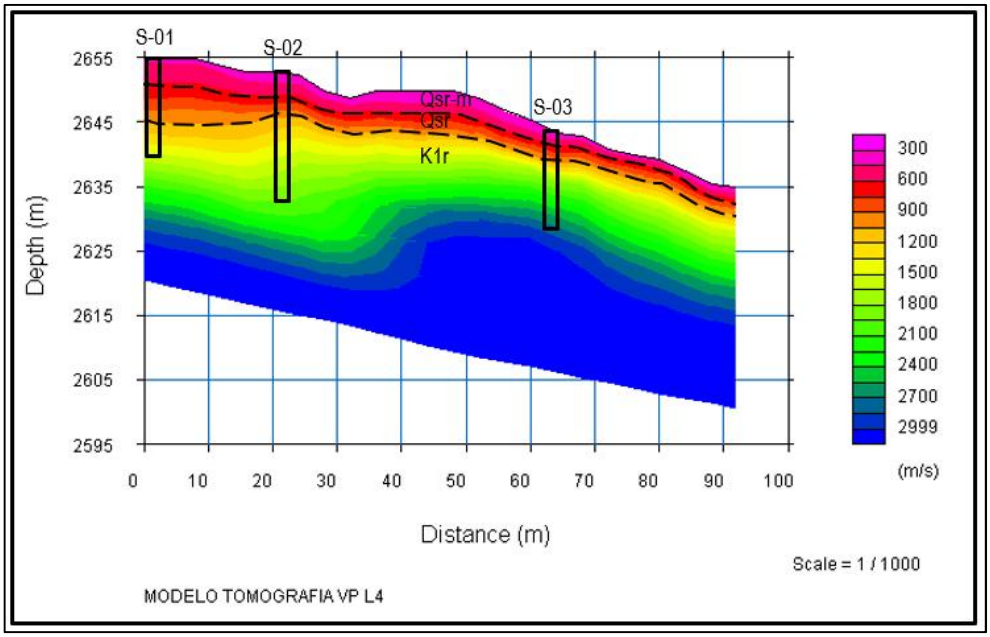


Figura 38. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea 4

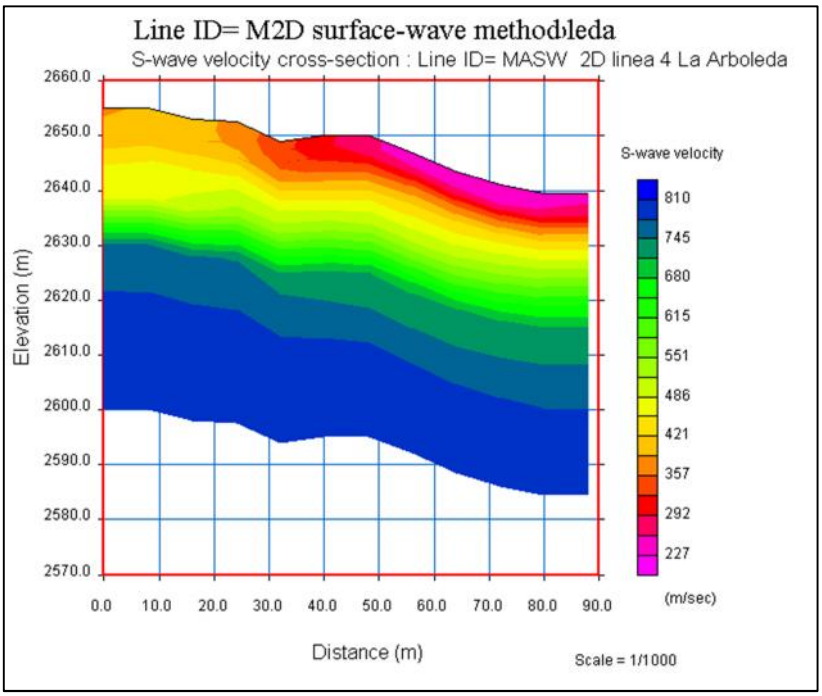


Figura 39. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea 4

Correlación de los resultados geofísicos con exploración directa

Al comparar los resultados de los ensayos geofísicos con los registros de perforación se puede observar que se presentan tres tipos de materiales por diferencias en el valor de onda de corte, de esta manera entre 0 y 12.5 m se tiene los suelos residuales con valores de Vs entre 272 y 350 m/s, que de acuerdo con la NSR-10 clasifican como perfil de suelos tipo D. Luego aparece un estrato 12.5 m y 20.0 m que corresponde a la transición entre el suelo residual y la roca arcillolita, este estrato presenta valores de Vs entre 569 a 589 m/s, y se asocia a un perfil de suelos Tipo C de la NSR-10.

Finalmente, las líneas muestran un contraste entre los 20 a 25 m de profundidad en el cual se encuentra la arcillolita con un incremento en la velocidad de onda de corte Vs la cual alcanza valores entre a 784 y 962 m/s. Esto clasifica el estrato como un perfil de suelo tipo B o roca de rigidez media de acuerdo con la NSR-10.

7.6.4 Ensayos de laboratorio

Todas las muestras obtenidas durante la fase de exploración del subsuelo fueron identificadas visualmente, rotuladas y empacadas de tal forma para que no se alteraran sus propiedades, una vez en el laboratorio sobre un número representativo de los diferentes materiales se ejecutaron ensayos tendientes a conocer su comportamiento geomecánico. La cantidad de ensayos de laboratorio realizados se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Resumen de ensayos de laboratorio ejecutados.

Ensayo	Norma	Cantidad
Clasificación	NTC-4630-99 / INV E-125-126	46
Humedad natural	NTC-4630-99 / INV E-125-122	52
Límites de Atterberg	NTC-4630-99 / INV E-125-126	46
Peso unitario seco	INV-E-162	25
Granulometría	NTC-1522 / INV-E-123	19
Ensayo de compresión inconfinada	ASTM T208-70	20
Corte directo	INV-E-154	6

Peso unitario

El peso unitario de los materiales encontrado varía entre 18 a 23 kN/m3, siendo el valor más bajo asociado a los suelos residuales que se presentan en la parte superior del perfil, mientras que el valor más alto se relaciona con la arcillolita que se presenta en la base de la ladera y la cual fue reportada en todas las perforaciones. En la **Tabla 19**. Resultados de peso unitario.se muestran los valores de peso unitario obtenidos para el proyecto.

Tabla 19. Resultados de peso unitario.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD			DESCRIPCION	PESO UNITARIO TOTAL (KN/M3)	PESO UNITARIO SECO (KN/M3)
		DESDE (m)	HASTA (m	PROMEDIO (m)			
S1	M21	14.0	15.0	14.5	Arcillolita	23.0	19.0
S2	M13	11.8	13.0	12.4	Arcilla color café claro de alta plasticidad	21.0	18.0
S3	M9	3.8	5.5	4.7	Arcilla color café de alta plasticidad	23.0	19.0
S3	M14	11.5	13.0	12.3	Arcilla color café de alta plasticidad	22.0	20.0
S6	M17	10.0	11.5	10.8	Arcilla color gris verdoso de alta plasticidad	21.0	18.0
S6	M20	14.5	16.0	15.3	Arcilla color café de alta plasticidad	22.0	20.0
S6	M23	19.0	20.0	19.5	Arcilla color café de alta plasticidad	23.0	20.0
S7	M10	4.5	5.0	4.8	Arcilla limosa de color café de plasticidad media	21.0	18.0
S8	M11	5.5	6.5	6.0	Arcilla de color gris de alta plasticidad	22.0	18.2
S8	M17	12.0	13.0	12.5	Arcilla limosa de color café claro de alta plasticidad	23.0	21.0
S9	M10	7.5	10.0	8.8	Arcilla de color café de alta plasticidad	23.0	21.0
S3	M12	8.5	10.0	9.3	Arcilla color café de alta plasticidad	22.5	18.55
APIQUE 2	M3	1.3	1.5	1.4	Arcilla limo arenosa color café, humedad media, consistencia media	20.0	18.0
APIQUE 3	M4	1.3	1.5	1.4	Arcilla limosa de color habano claro.	20.0	17.3
S1	M6	2.5	2.7	2.6	Arcilla limosa de color habano oscuro de plasticidad media a baja.	21.0	18.1
S1	M8	3.2	3.6	3.4		20.0	

Tabla 19. Resultados de peso unitario.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD			DESCRIPCION	PESO UNITARIO TOTAL (KN/M3)	PESO UNITARIO SECO (KN/M3)
		DESDE (m)	HASTA (m	PROMEDIO (m)			
S1	M21	14.0	15.0	14.5	Arcillolita	23.0	19.0
S4	M10	5.0	5.4	5.2	Arcilla color habano de alta plasticidad	21.0	17.0
S5	M12	6.8	8.0	7.4		22.0	18.0
S1-manual	M10	4.5	5.0	4.8	Arcilla color habano de alta plasticidad	21.0	18.0
S4	M21	9.9	10.4	10.1	Arcilla color gris/violeta de alta plasticidad	21.0	19.0
S4	M31	14.4	14.9	14.6		21.0	18.0
S6	M9	4.0	4.5	4.3	Arcilla algo arenosa color marrón de plasticidad media a alta.	22.0	19.0
S6	M14	6.5	7.0	6.8	Arcilla algo arenosa color café de plasticidad media a alta	21.0	18.0
S8	M8	4.2	4.6	4.4	Arcilla limosa de color habano de plasticidad media a baja	18.0	15.0

En la **Figura 40** se ilustra la variación del peso unitario para cada uno de los materiales del modelo geotécnico.

Humedad natural y carta de plasticidad

La humedad natural varía entre 5 y 24% con un valor promedio de 15%, con lo cual se tiene en general suelos de humedad media. El limite liquido varía entre 18 a 62%, y el limite plástico varía entre 11 y 23.7%. Por lo anterior, teniendo en cuenta los valores de índice de plasticidad entre 5.9 y 42.1% se puede mencionar que el comportamiento de los materiales es semisólido al encontrarse la humedad natural por debajo de los valores de límite plástico.

De igual manera al clasificar los materiales por plasticidad se observa que el 83% de las muestras son en su mayoría arcillas de baja compresibilidad (CL) con valores de índice de plasticidad menores al 30%, el restante 17% de los materiales corresponde a arcillas de alta compresibilidad (CH).

En la **Figura 41** se muestra la variación de la humedad para cada uno de los materiales del modelo geotécnico y en la **Figura 28** se presenta la Carta de Plasticidad de Casagrande con los valores obtenidos de limite líquido e índice de plasticidad.

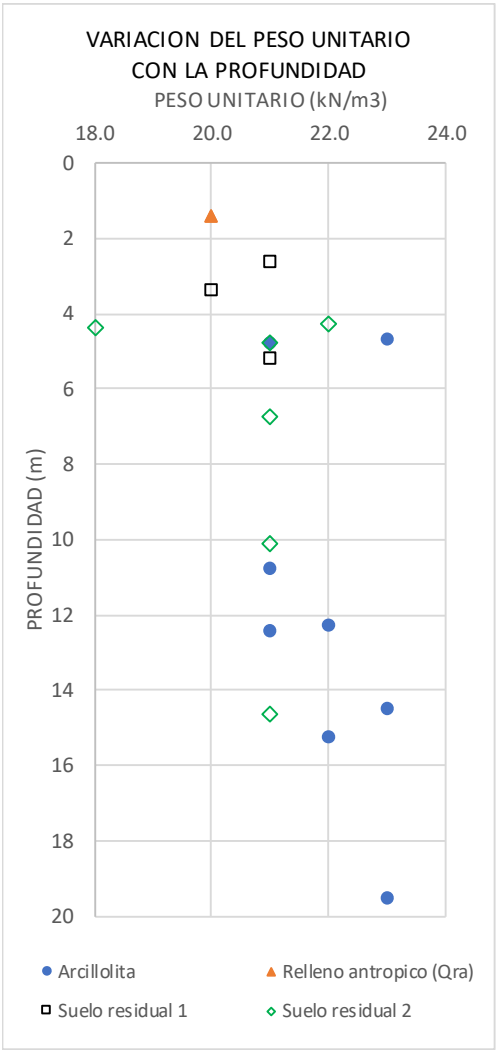


Figura 40. Variación del peso unitario con la profundidad

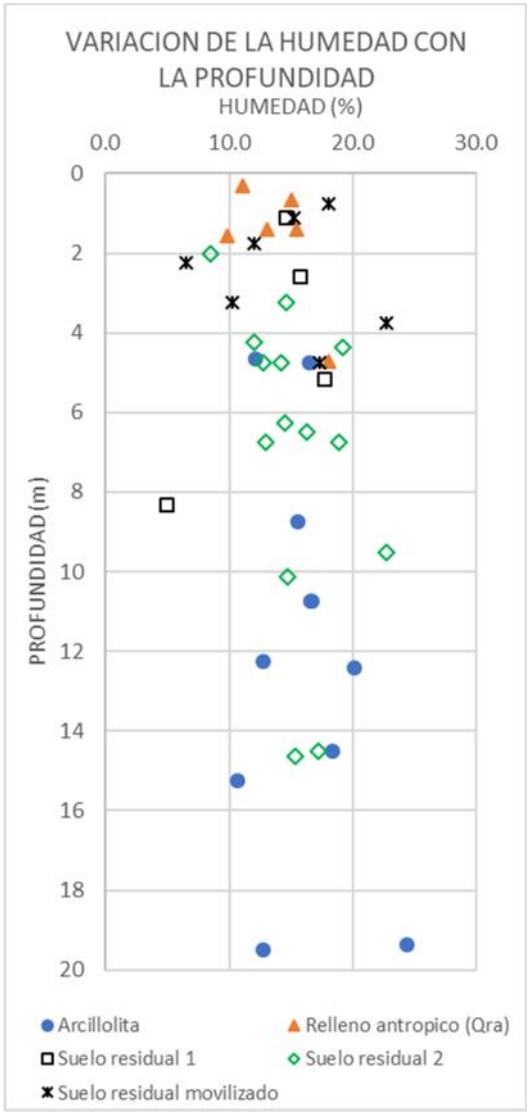


Figura 41. Variación de la humedad con la profundidad
Fuente Consorcio Himec-Consulcons (2019)

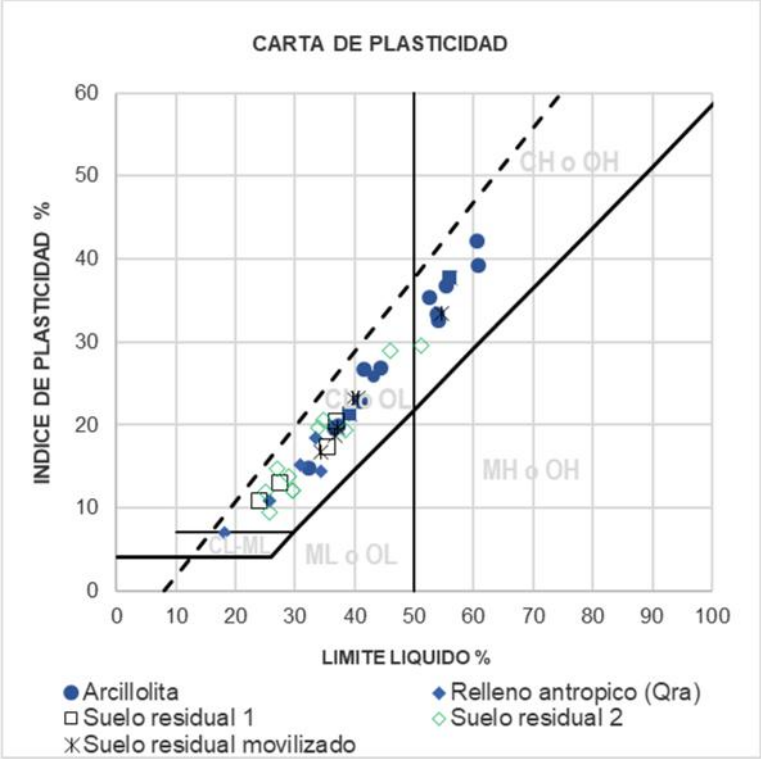


Figura 42. Carta de plasticidad para los materiales finos obtenidos en el perfil de suelo

Resultados de ensayos de compresión inconfinada

Del ensayos de compresión inconfinada se pudo clasificar los materiales por resistencia, de esta manera se obtuvieron valores de resistencia al corte no drenado Cu para la arcillolita entre 102 y 350 kN/m2 con un valor promedio de 195 kN/m^2, para el suelo residual superior se presentan valores entre 57 y 234 kN/m^2 , mientras que para el suelo residual inferior se obtuvo valores de Cu entre 45 y 173 kN/m^2 y para Se obtuvieron valores de resistencia al corte no drenado entre 45.7 y 353 kN/m^2, por ultimo para el relleno antrópico el valor obtenido fue de 97.6 kN/m^2. En la **Tabla 20** se presenta el resumen de los resultados del ensayo de compresión inconfinada y en la **Figura 43** la variación con la profundidad de la resistencia al corte no drenado.

Tabla 20. Resultados ensayos de compresión inconfinada.

Sondeo/Apique	Muestra	Profundidad (m)			Material	USCS	Qu (kN/m2)	Cu (kN/m2)
		Desde	Hasta	Promedio				
APIQUE 2	M3	4.5	5	4.75	Relleno antrópico (Qra)	CL	195.2	97.6
S1	M21	14	15	14.5	Arcillolita K1r	CH	376.2	188.1
S1-manual	M10	4.5	5	4.75	Suelo residual Qsr-2	CH	706	353
S2	M13	11.8	13	12.4	Arcillolita K1r	CH	204.4	102.2
S3	M9	3.8	5.5	4.65	Arcillolita K1r	CL	573.5	286.8
S3	M14	11.5	13	12.25	Arcillolita K1r	CL	343.7	171.9
S4	M10	4.95	5.4	5.175	Suelo residual Qsr-1	CL	114.7	57.3
S4	M21	9.9	10.35	10.125	Suelo residual Qsr-2	CL	240.1	120
S4	M31	14.4	14.85	14.625	Suelo residual Qsr-2	CL	347.2	173.6
S6	M9	4	4.5	4.25	Suelo residual Qsr-2	CL	168.4	84.2
S6	M14	6.5	7	6.75	Suelo residual Qsr-2	CL	145.5	72.8
S6	M17	10	11.5	10.75	Arcillolita K1r	CH	160.4	80.2
S6	M20	14.5	16	15.25	Arcillolita K1r	CL	215.1	107.5
S6	M23	19	20	19.5	Arcillolita K1r	CL	700.6	350.3
S8	M8	4.15	4.6	4.375	Suelo residual Qsr-2	CL	91.3	45.7
S8	M17	12	13	12.5	Suelo residual Qsr-2	CL	388.7	194.3
S9	M10	7.5	10	8.75	Arcillolita K1r	CL	330.3	165.2

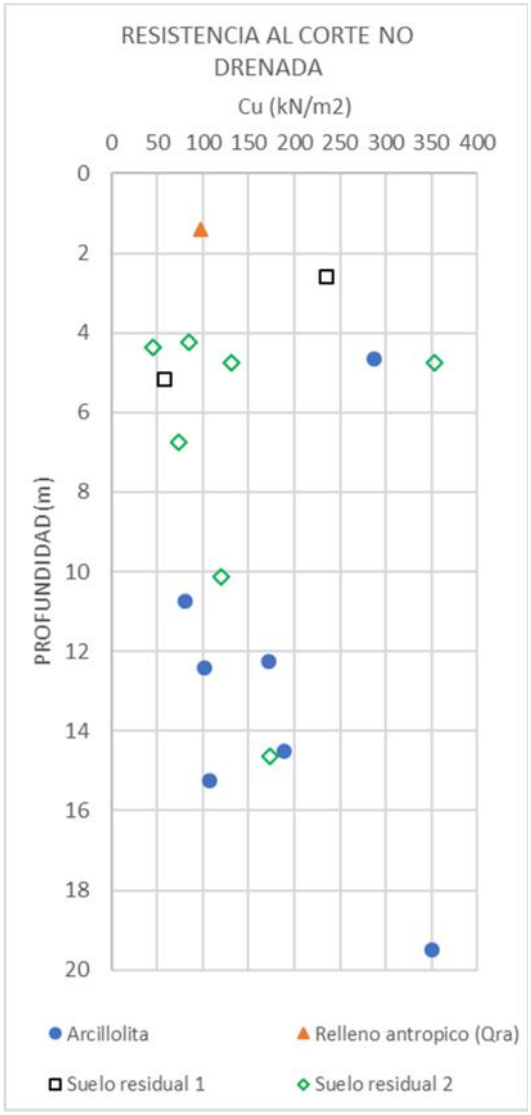


Figura 43. Variación de la resistencia al corte no drenado (Cu) con la profundidad

Resultados de ensayos de corte directo

A continuación, se relacionan en la **Tabla 21** los resultados de los ensayos de corte directo, en el cual se determinaron los parámetros para la arcillolita con un valor de ángulo de fricción de ϕ=32.8°, y para la arcillolita remoldeada un valor de ϕ de 17°. Por su parte para los suelos residuales el valor del ángulo de fricción esta entre 29 a 32°.

Tabla 21. Resultados ensayos de corte directo.

Sondeo/Apique	Muestra	Profundidad (m)			Material	USCS	C' (kN/m2)	¤ (º)
		Desde	Hasta	Promedio				
S2	M13	11.8	13.0	12.4	Arcillolita K1r	CH	18	18.2
S3	M12	8.5	10.0	9.3	Arcillolita K1r	CH	31	17.6
S5	M12	6.8	8.0	7.4	Suelo residual Qsr-1	CL	20	29.1
S6	M14	6.5	7.0	6.8	Suelo residual Qsr-2	CL	12	31.9
S7	M10	4.5	5.0	4.8	Arcillolita K1r	CL	1	32.8
S8	M11	5.5	6.5	6.0	Arcillolita K1r	CH	1	23.6

7.7 Caracterización geotécnica

A partir de los resultados de la exploración del subsuelo, ensayo de campo de penetración estándar SPT, líneas de geofísica, de los ensayos de laboratorio ejecutados para el proyecto, y del modelo geológico – geotécnico, en el cual fueron identificados cuatro (4) tipos de materiales (rellenos antrópicos, suelos residuales, suelos residuales movilizados y arcillolita), se realizó la caracterización geotécnica de los materiales, obteniéndose el perfil promedio que se indica en la Tabla 22 con el resumen de las propiedades índice y en la Tabla 23 el resumen de los parámetros de resistencia y deformabilidad.

Tabla 22. Propiedades índice de los materiales

MATERIAL	DESCRIPCION	¥t (kN/m3)	¥d (kN/m3)	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	USCS	PORCENTAJE DE		
									G (%)	A (%)	F (%)
Relleno antrópico (Qra)	Arcilla arenosa de consistencia firme, plasticidad baja y color habano oscuro	19	16	11.1	30.9	15.7	15.1	CL	0.5	44.4	54.5
Suelo residual superior (Qsr-1)	Arcilla limosa de consistencia firme y plasticidad media	19	18	15.2	36.2	17.2	19	CL	0	47.6	52.4
Suelo residual inferior (Qsr-2)	Arcilla arenosa de consistencia firme y plasticidad media	21	18	16.5	28.9	15.1	13.7	SC-CL	0	54.2	45.6
Suelo residual movilizado (Qsr-m)	Arcilla limo arenosa de consistencia	21	18	15.2	54.7	21.2	33.4	CL - CH	4.3	34.6	61.1

MATERIAL	DESCRIPCION	¥t (kN/m3)	¥d (kN/m3)	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	USCS	PORCENTAJE DE		
									G (%)	A (%)	F (%)
	firme y alta plasticidad										
Arcillolita reblandecida	Arcillolita reblandecida	21	18	20.1	60.5	18.4	42.0	CH	--	--	--
Arcillolitas (K1r)	Arcillolita	22	19	12.1	44.3	17.4	26.8	CL - CH	--	--	--

Tabla 23. Propiedades de resistencia y deformabilidad

MATERIAL	Ncorr g/pie	Qu (kN/m2)	Cu (kN/m2)	Parámetros SPT		Parámetros corte directo		Hoek-Brown		Vp (m/s)	Vs (m/s)	Eo (MPa)
				C' (kN/m2)	¤:(°)	C' (kN/m2)	¤:(°)	C' (kN/m2)	¤:(°)			
Relleno antrópico (Qra)	11	195.2	97.6	0	30	--	--	--	--	300	200	49.2
Suelo residual superior (Qsr-1)	28	469	234.5	10.3	22	20	29	--	--	300 - 600	253	130.4
Suelo residual inferior (Qsr-2)	17	240.1	120	11.8	26	12	31.9	--	--	600 - 1300	350	392.0
Suelo residual movilizado (Qsr-m)	11	--	--	5	25	--	--	--	--	600 - 1200	400	51.8
Arcillolita reblandecida	--	204.4	102.2	--	--	18	18.2	7	19	800	400	--
Arcillolitas (K1r)	--	7950*	3975	--	--	12	32	27	36	2400	525	592.2

* La resistencia a la compresión se obtuvo por correlación con la velocidad de onda Vp (m/s), siguiendo la metodología propuesta por Torres (2005). $\sigma c = 3.768e^{6x10\text{-}4Vp}$ (MPa)

Convenciones

γt= Peso unitario total (kN/m3)
γd= Peso unitario total (kN/m3)
Wn= humedad natural (%)
LL= Límite liquido (%)
LP= Límite plástico (%)
IP= Indice de plasticidad (%)
USCS= Sistema unificado de clasificación de suelos
G= Gravas (%)
A= Arenas (%)
F= Finos (%)

Ncorr= Numero de golpes corregido del ensayo de SPT (golpes/pie)
C'= cohesión (kN/M2)
PHI= ángulo de fricción
Qu= resistencia a la compresión inconfinada (kN/m2)
Cu= resistencia al corte no drenado (kN/m2)
Vp= velocidad de onda longitudinal (m/s)
Vs= velocidad de onda de corte (m/s)
Eo= módulo de elasticidad (MPa)

Sumado a lo anterior en los análisis de estabilidad con obras se consideraron los parámetros de resistencia para los materiales como gaviones, relleno compactado y pilotes que se ilustran en la Tabla 24 y Tabla 25.

Tabla 24. Parámetros geotécnicos para las obras consideradas en cada una de las alternativas.

MATERIAL	Peso unitario total (kN/m3)	Cohesión (kN/m2)	Angulo de fricción
Relleno compactado*	20	10	33
Muro de gavión	19	30	30
Concreto	24	2100	45

* Los parámetros de relleno se tomaron como referencia del texto Curso aplicado de cimentaciones. Carlos Oteo (1982), material “Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos”.

Tabla 25. Parámetros geotécnicos para pilote de diámetro 8 pulgadas SCH 80

MATERIAL	Fy (kN/m2)	Area m2	Fuerza resistente al corte en la sección transversal (kN)
Pilote metálico diámetro. 8 in (0.20 m)SCH 80 (12 mm)	170000	7.3e-3	411

Se toma como referencia tubos de acero de calidad ASTM-A53.

7.8 Análisis geotécnico

7.8.1 Secciones y modelo de análisis (mecánicos de falla)

Falla planar

Con base en la topografía del sitio, la evaluación geológica y geotécnica de campo y en la caracterización de materiales, se definió el modelo geotécnico del sitio de estudio, en el cual se estableció la estratificación y tipos de materiales presentes, con sus correspondientes parámetros geomecánicos, las pendientes típicas de los taludes, los mecanismos de falla identificados y la susceptibilidad del material al agua.

Tal como se presentó en el numeral 1.3 el movimiento del terreno que se presenta en el polígono de estudio fue divido para análisis en tres sectores, así Sector 1 Costado Norte, Sector 2 Parte Central del polígono y Sector 3 Costado Sur del área de estudio. Ver la **Figura 16** Los cortes transversales representativos de las condiciones de cada sector se muestran de la **Figura 44** a la **Figura 46**.

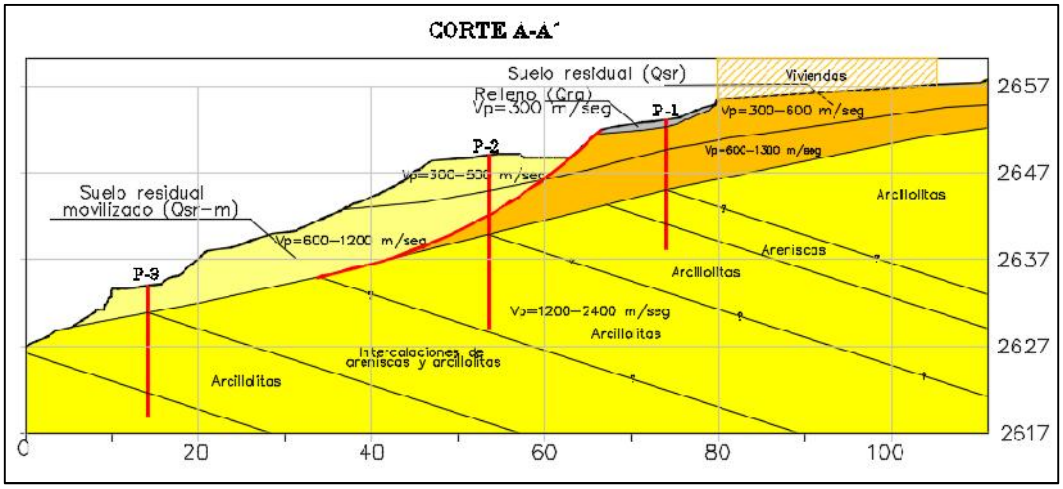


Figura 44. Sección A-A' representativa para el Sector 1
Fuente Estudio geológico

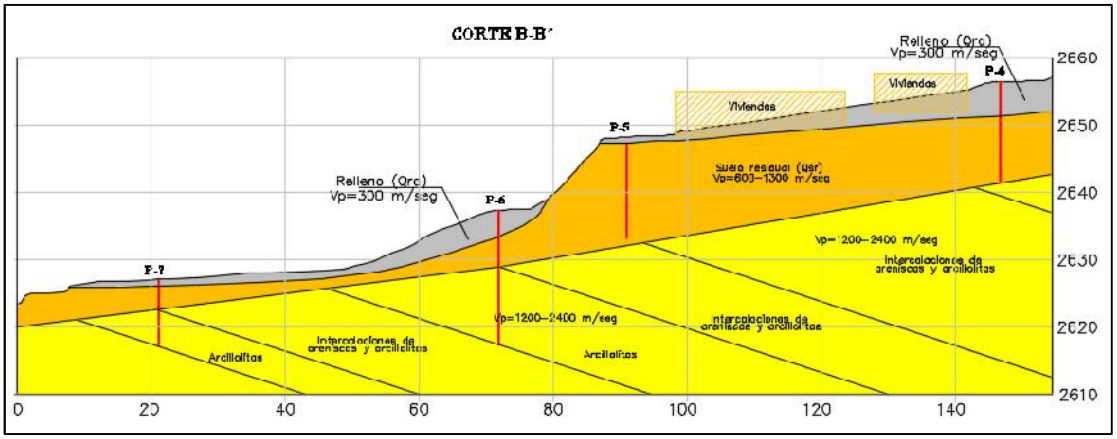


Figura 45. Sección B-B' representativa para el Sector 2
Fuente Estudio geológico

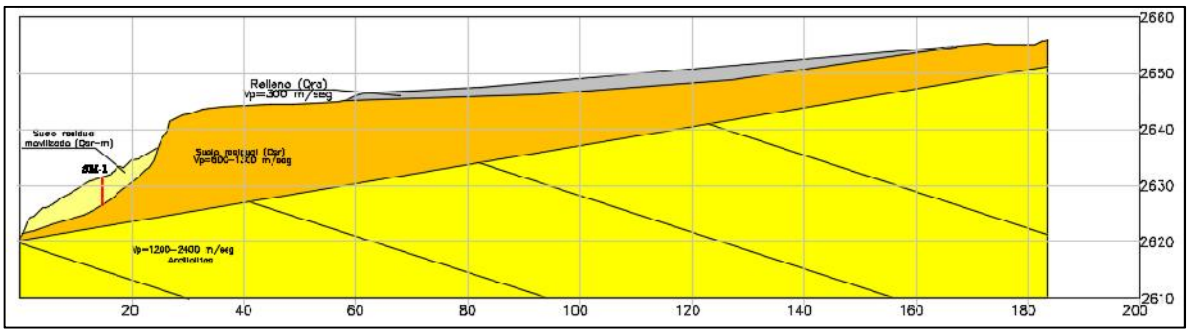


Figura 46. Sección C-C' representativo para el sector 3
Fuente Estudio geológico

Falla en cuña

Los resultados del análisis cinemático muestran la posibilidad de falla en cuña para un talud en el costado norte del área deslizada donde se presenta un afloramiento de un estrato de arenisca (parte superior del parqueadero existente), por lo tanto, dado que el mecanismo de falla se presentó en los estratos de suelo residual, no se analiza la falla en cuña.

7.8.2 Consideraciones de diseño

Para el diseño de las obras de estabilización del deslizamiento que se presenta en el Barrio Arboleda Sur, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debido a la posibilidad que presenta el mecanismo de falla planar de presentar retrogresión se proponen obras de contención, terraceo y drenaje del área de estudio. Las obras de contención están conformadas por pantallas de pilotes que corten la superficie de falla. En el Sector 1 se contemplan tres (3) pantallas de pilotes y en los sectores 2 y 3 dos (2) pantallas de pilotes.
- Las obras de geotecnia propuestas hacen parte de la solución integral para la estabilización del polígono de estudio, para lo cual se determinaron los factores de seguridad del análisis de estabilidad de taludes por equilibrio limite, contemplando la ejecución de la totalidad de las obras.
- Si bien por razones presupuestales se ha dividido la construcción de la obra en cuatro (4) fases, se recomienda un tiempo máximo de seis (6) meses entre una fase y la siguiente, esto con el fin logar cumplir con la solución integral propuesta.

7.8.3 Parámetros geotécnicos

A partir del análisis de las secciones críticas y de los parámetros obtenidos tanto en laboratorio como en la normalización del ensayo de penetración estándar (SPT), se realizó un análisis retrospectivo considerando una superficie de falla profunda, obteniéndose de esta forma los parámetros de resistencia definitivos para cada uno de los estratos considerados en el modelo los cuales se indican en la **Tabla 26.**

Es importante mencionar que el muro de gaviones existente en la parte inferior de la sección A-A’ fue considerado como suelo dado que actualmente se encuentra

fallado por motivo del deslizamiento.

Las viviendas del barrio La Arboleda Sur localizadas en la parte superior de los modelos de análisis, fueron consideradas en el modelo como una sobrecarga de 30 kN/m (asumiendo como máximo 3 niveles de construcción).

Tabla 26. Parámetros geotécnicos de los materiales

MATERIAL	Peso unitario total (kN/m3)	Cohesión (kN/m2)	Angulo de fricción
Relleno antrópico (Qra)	17	0	30
Suelo residual superior (Qsr-1)	19	10	22
Suelo residual inferior (Qsr-2)	21	11	26
Suelo residual movilizado (Qsr-m)	21	5	25
Arcillolita reblandecida	21	18	18
Arcillolitas (K1r)	22	27	36

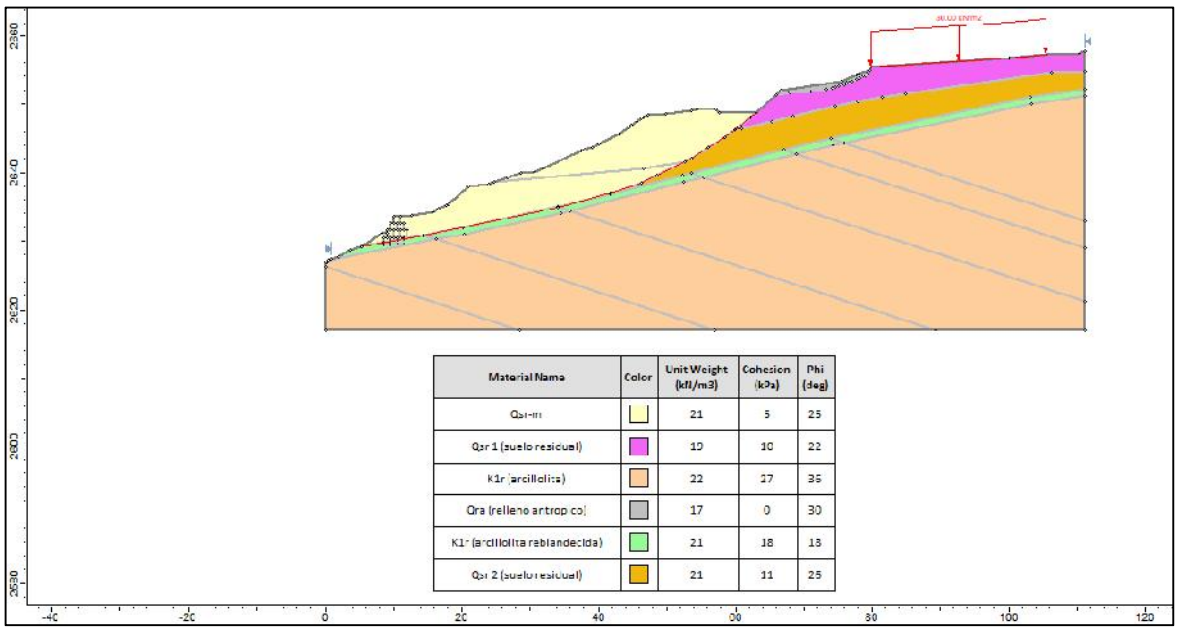


Figura 47. Modelo geotécnico para la sección A-A'

7.8.4 Condiciones de agua

Para efectos de los análisis de estabilidad se consideró el parámetro de relación de presión de poros ru, el cual se varió entre 0.0 y 0.4 para la ejecución de los análisis retrospectivos obteniéndose que con el valor de Ru=0.4 se presenta la falla de los

taludes.

Debe tenerse en cuenta que, si bien no se encontró el nivel freático durante la ejecución de los sondeos, en algunos sectores en especial en el cambio de pendiente de fuerte a moderada y en la base de los taludes de suelo residual del sector 1 se presentan empozamientos de agua, los cuales son aprovechados por la comunidad para abastecimiento de agua. En la
Tabla **16** se indican las coordenadas de dichos empozamientos.

Por lo anterior en los análisis de estabilidad para el caso con obras de mitigación se recomienda la inclusión de obras de subdrenaje tipo drenes horizontales, con lo cual se considera una reducción de la relación de presión de poros de ru=0.40 a ru=0.10.

7.8.5 Parámetros para análisis seudoestático

El modelo geotécnico fue alimentado con información proveniente de (9) perforaciones mecánicas, un (1) sondeo manual y tres (3) apiques, así como la ejecución de (4) líneas de geofísica con la realización de los ensayos de MASW y refracción sísmica. A partir del levantamiento geológico, la exploración del subsuelo y el movimiento de remoción en masa que se presenta, se estableció que en la parte central del área de estudio se presenta un movimiento tipo rotacional con ancho promedio de 85 m y una longitud aproximada de 70 m, el espesor de la masa deslizada puede alcanzar los 6 m, dicho movimiento abarca el 56% del área de estudio, mientras que el 44% restante lo ocupan los movimientos del costado norte y sur respectivamente.

De acuerdo con el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá (2010) y el Decreto 523 de 2010, la zona de estudio se localiza en la zona Cerros con aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie, Ao (475) =0.18g, Tal como muestra en la Figura 48.

De acuerdo con la NSR-10 el coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST para el caso de suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%), se puede obtener a partir de la relación de KST/amax=0.80.

De acuerdo con lo anterior, el coeficiente de aceleración para análisis seudoestático se obtiene de la siguiente forma: Kst= 0.18g * 0.80 = 0.144g.

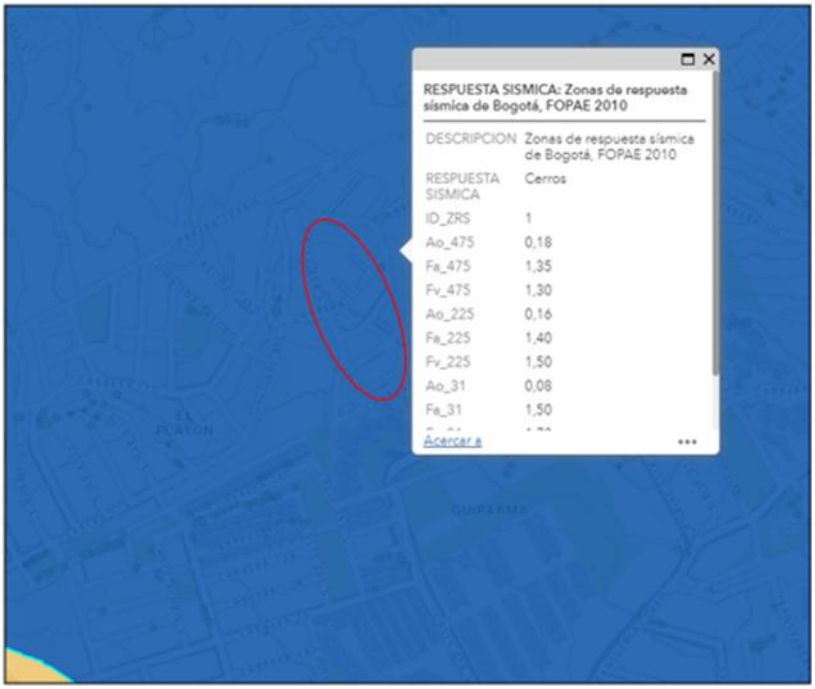


Figura 48. Localización del área de estudio en el mapa de microzonificación sísmica de Bogotá D.C.
Fuente IDIGER (2019)

7.8.6 Factores de seguridad admisibles

De conformidad con la Norma de Sismo Resistencia, los factores de seguridad básicos aplicados para el caso de taludes en condición estática y Seudoestática no deben ser inferiores a los Factores de Seguridad Básicos mínimos directos FSBM que se indica en la Tabla 27.

Tabla 27. Factores de seguridad admisibles

Condición	Factor de seguridad mínimo	
	Diseño	Construcción
Taludes – Condición estática y agua subterránea normal	1.50	1.25
Taludes – Condición Seudoestática con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño	1.05	1.00

Fuente: Norma NSR-10

De acuerdo con lo anterior, para efectos de este estudio, se tendrán en cuenta en especial los Factores de Seguridad Básicos mínimos directos establecidos en la NSR-10.

7.8.7 Escenarios de análisis

Teniendo como referencia la normatividad actual se consideran dos (2) escenarios básicos para la evaluación de la estabilidad que son:

i) Estabilidad en condición actual

El primer escenario corresponde a la condición actual empleando un valor de Ru=0.40 obtenido por retroanálisis.

Análisis retrospectivo

Tomando la sección de análisis A-A se realizó el análisis de estabilidad para la condición actual variando el valor de la relación de presión de poros ru entre 0.1 y 0.4 con el fin de obtener el factor de seguridad menor a 1.0 para el cual falla el talud.

En la Tabla 28 se presentan los resultados del retro análisis, obteniéndose que el talud falla para un valor de ru=0.4 m. De la **Figura 49** a la **Figura 52** se muestran los resultados gráficos para los análisis de estabilidad.

Tabla 28. Resultados de factores de seguridad para la condición actual

Sección	Ru	Factor de seguridad
A-A’	0.1	1.39
	0.2	1.26
	0.3	1.12
	0.4	0.99

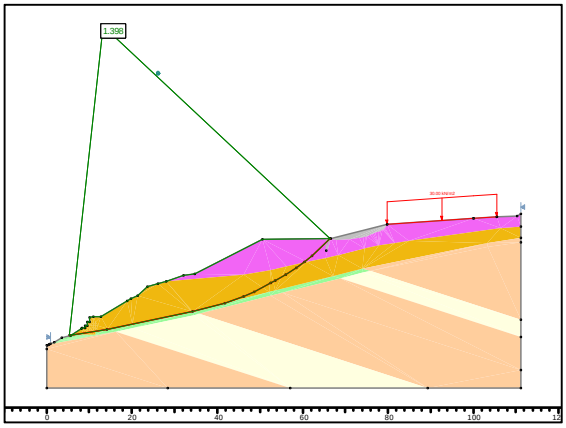


Figura 49. Sección A-A’ retro análisis con agua Ru=0.1. FS:1.398

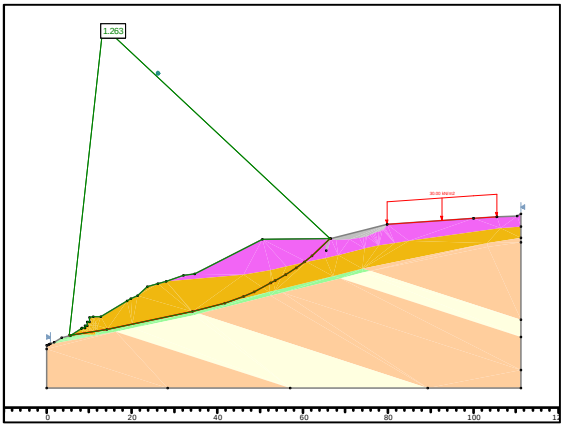


Figura 50. Sección A-A’ retro análisis con agua Ru=0.2.FS:1.263

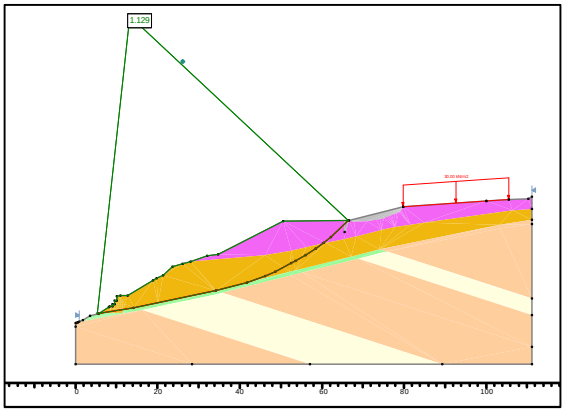


Figura 51. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.3. FS:1.129

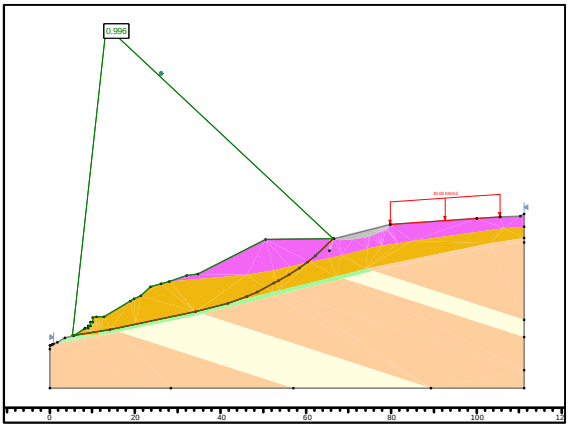


Figura 52. Sección A-A' retro análisis con agua Ru=0.4. FS:0.996

ii) Estabilidad en condiciones futuras con la ejecución de obras correctivas

El segundo escenario corresponde a la condición con obras de estabilización, en este caso fue empleado un valor de Ru=0.1 asociado a la inclusión de obras de drenaje como drenes horizontales en el talud superior y trincheras drenantes en la parte central del área de análisis.

Por lo anterior los factores de seguridad para el escenario 1 presentados en la Tabla 28 del estudio muestran que son inferiores al valor de factor de seguridad recomendado por la NSR-10 el cual es de FS=1.5 para el caso estático. Es de esta manera, que fueron planteadas las dos alternativas de estabilización de la zona de estudio, la cual se dividió para diseño en tres sectores a saber: costado norte, central y sur.

7.8.8 Análisis de estabilidad condición actual

Se realizo el análisis de estabilidad para la condición actual en las secciones A-A', B-B' y C-C' encontrándose los factores de seguridad que se listan en la **Tabla 29** De igual forma los resultados gráficos del programa empleado Slide V 6.0 se muestran de la **Figura 53** a la .**Figura 60**

Tabla 29. Resultados de factores de seguridad para la condición actual

Sección	Condición	Ru	Factor de seguridad	FS min	Verificación
A-A'	Estática y con agua	0.4	1.031	1.50	No cumple
	Seudoestática y con agua	0.4	0.686	1.05	No cumple
B-B'	Estática y con agua	0.4	1.153	1.50	No cumple

	Seudoestática y con agua	0.4	0.859	1.05	No cumple
C-C'	Estática y con agua	0.4	1.026	1.50	No cumple
	Seudoestática y con agua	0.4	0.825	1.05	No cumple
K0+140 Carrera 12	Estática y con agua	0.4	1.199	1.50	No cumple
	Seudoestática y con agua	0.4	0.873	1.05	No cumple

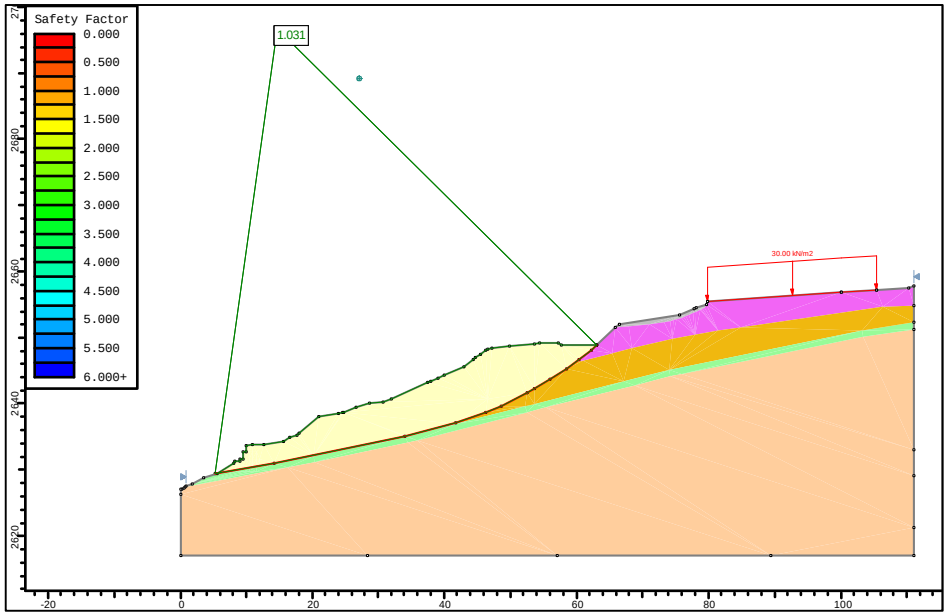


Figura 53. Sección A-A' condición actual estática y con agua Ru=0.4.

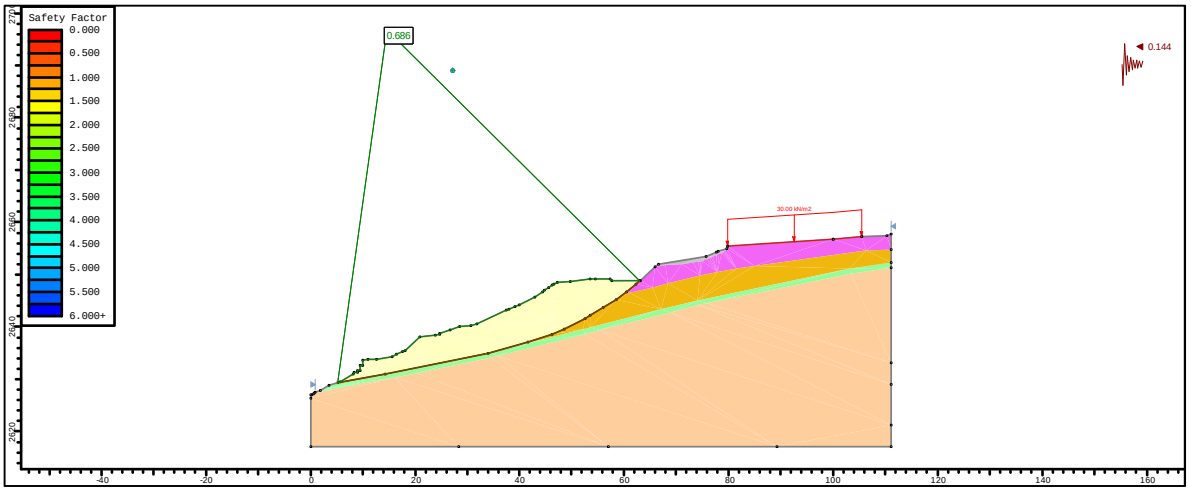


Figura 54. Sección A-A' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4.

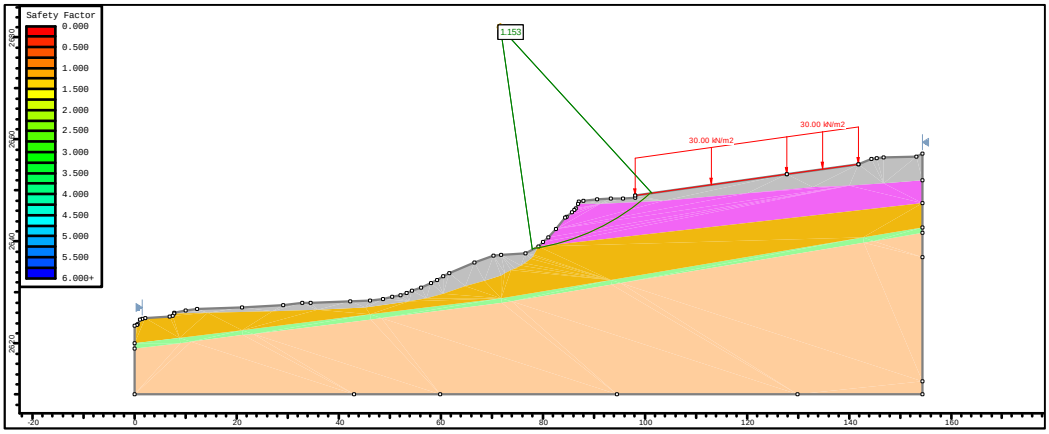


Figura 55. Sección B-B' condición actual estática y con agua Ru=0.4.

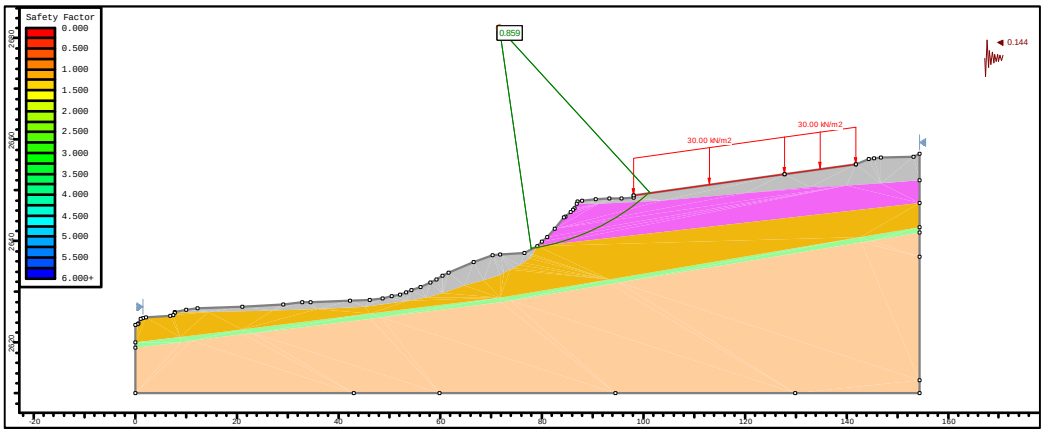


Figura 56. Sección B-B' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4.

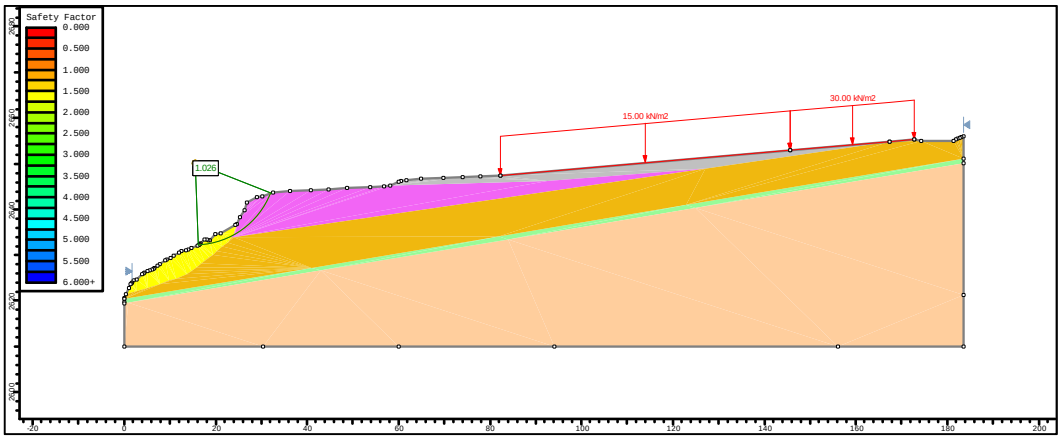


Figura 57. Sección C-C' condición actual estática y con agua Ru=0.4.

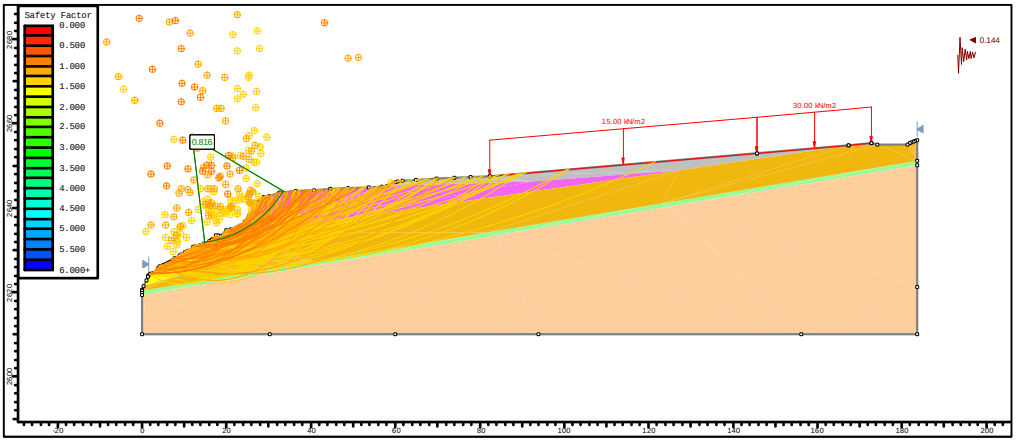


Figura 58. Sección C-C' condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4.

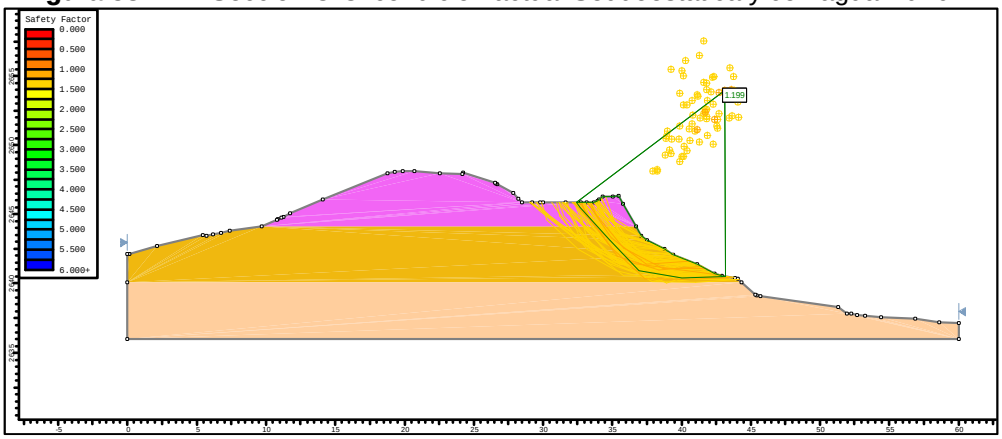


Figura 59. Sección K0+140 Carrera 12 condición actual estática y con agua Ru=0.4. FS:1.199

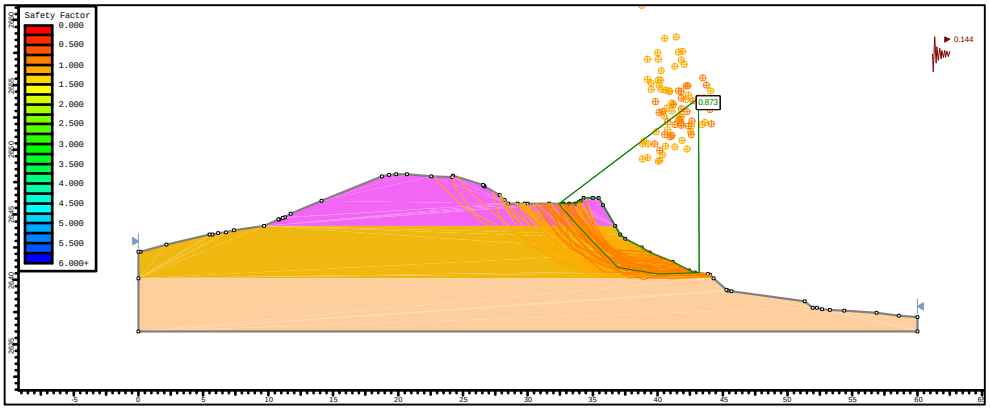


Figura 60. Sección K0+140 Carrera 12 condición actual Seudoestática y con agua Ru=0.4.FS:0.073

7.8.9 Alternativas de estabilización

7.8.9.1 Alternativa 1

Alternativa 1 Sector 1 Costado norte

Esta alternativa consiste en el perfilado del actual escarpe de falla del deslizamiento y el confinamiento de la masa de suelo por medio de dos (2) filas de pilotes de diámetro 8” y longitud 15 m, los pilotes estarán espaciados horizontalmente en cada fila cada 1.0 m y distribuidas al tresbolillo cada 1.0 m. Como elemento de arriostramiento en la parte superior de los pilotes se construirá una viga cabezal en concreto de 2.0x1.2m, la cual a su vez dará soporte a un muro de contención en concreto.

Este sistema de cimentación mediante micropilotes metálicos tiene ventajas en relación con el sistema constructivo dado que se pueden acometer con equipos de tamaño medio tipo track drill mediante perforación en seco (rotación y percusión) con martillo de fondo y que, por las características de los materiales constitutivos de esta ladera, ofrecen rendimiento altos en perforación.

Con el uso de este tipo de equipos, es posible tener hasta tres frentes de trabajo de forma simultánea al mismo tiempo que se minimiza la adecuación de la pista de trabajo a una berma de 3 m de ancho.

Así mismo, la implementación de este sistema evita el amarre y figuración de acero de refuerzo, dado que el aporte del acero esta dado estrictamente por la camisa metálica que conforma el pilote. Por último, el vaciado de los pilotes se facilita dado que el volumen a instalar por unidad de pilote es bajo y durante el proceso no hay contacto con el terreno natural, evitando así la contaminación del concreto.

Una vez completado la fila de pilotes, el muro de contención y los anclajes se procede a la reconformación de la masa inestable por medio de un terraceo con taludes 2.5H:1.0V de altura 4.0 m y bermas de3.0 m de ancho.

La alternativa 1 incluye la construcción de dos (2) filas pantallas de pilotes de 8” de diámetro y longitud 15 m, la primera localizada en la parte media del terraceo, y la segunda antes de llegar al muro de gaviones deformado existente en la parte baja de la ladera.

Como obras de drenaje la alternativa 1 contempla la construcción de drenes horizontales de diámetro 2”, longitud 25 m e inclinados 5° con la horizontal, la separación entre drenes será de 10 m.

Alternativa 1 Sector 2 Costado central

En la parte central del polígono de estudio se contempla la construcción de un muro anclado y cimentado sobre pilotes de diámetro 8", similar a los descritos para el sector 1, pero en este caso los pilotes serán de 25 m de profundidad, espaciados cada 1.0 m entre pilotes y 1.0 m entre filas distribuidas al tres bolillo.

En este sector se contempla también el terraceo con taludes 2.5H:1.0V de altura 4 m y bermas de 3.0 m, la construcción de una segunda fila de pilotes de diámetro 8" en la parte media del área terraceada y los drenes horizontales cada 10 m.

En el sector 2 las obras de drenaje subsuperficial consistirán en la construcción de una trinchera drenante distribuida en forma de espina de pescado, la cual tendrá descole hacia los pozos de alcantarillado existente, previa evaluación por parte del Ing. Hidráulico.

Alternativa 1 Sector 3 costado sur

En el sector 3 se propone la descarga y terraceo con taludes de inclinación 1.0H:1.0V, altura 4.0 m y bermas de 3.0 m de ancho. En la parte baja de la ladera se contempla la construcción de un muro de contención en gaviones de altura 3.0 m, que permita acopiar materiales provenientes de la reconformación del terreno.

En la alternativa 1 se propone la construcción de una (1) fila de pilotes de diámetro 8" localizados en la berma superior del terraceo. La longitud de los pilotes será de 15 m y estarán arriostrados en la cabeza del pilote por medio de una viga de 2.0 m x 1.2 m.

7.8.9.2 Alternativa 2

Alternativa 2 Sector 1 Costado norte

En la alternativa 2 se contempla reemplazar las pantallas de pilotes de diámetro 8" por una fila de caissons de 1.2 m de diámetro. Las demás actividades descritas para la alternativa 1 son similares para la alternativa 2 a excepción de los anclajes.

En este sentido, la implantación de un sistema de cimentación mediante caisons acusara trabajos especiales dado que se requiere la excavación manual de los mismos a una profundidad de 25 m, aspecto que desde el punto de vista de seguridad industrial debe manejarse como una actividad critica, dada la condición de riesgo para el personal que se encargara de las actividades de excavación.

Al acometer las excavaciones de los caisons se debe tener precaución de no generar desconfinamiento lateral de la ladera, aspecto que puede repercutir en el tiempo de ejecución de la obra, esto sumado al tiempo requerido para la implementación de anillos de contención en la medida en que la excavación avance.

Este sistema acusa el amarre de acero longitudinal y transversal y el bajado de camisa metálica, actividad que puede acusar el uso de una grúa para apoyo de estas actividades. Así mismo, durante las actividades de vaciado de concreto, se requieren de hasta 28 m3 de concreto por cada uno de los caisons a construir.

7.8.10 Análisis de estabilidad de taludes

7.8.10.1 Alternativa 1

A continuación, en la Tabla 30 se indican los resultados de la modelación de estabilidad de taludes para cada una de las secciones con obras de la alternativa 1, mostrando los factores de seguridad alcanzados en el escenario con obras son mayores a los mínimos recomendados por la norma NSR-10. Por su parte los resultados gráficos del programa Slide V6.0 empleado en los análisis se presentan de la **Figura 63** a la **Figura 76**.

La sección K0+140 Carrera 12 está localizada en el costado nor-oriental de la Carrera 12, tal como se muestra en las **Figuras** 61 y 62. El planteamiento de los análisis sobre la sección K0+140 corresponde a la evaluación de la estabilidad de taludes para la reconformación de la vía con la alternativa 1 empleando pilotes de diámetro 8” (0.20m). Esta sección no fue considerada para el análisis en la alternativa 2 con caissons dada la menor magnitud de los empujes de tierras.

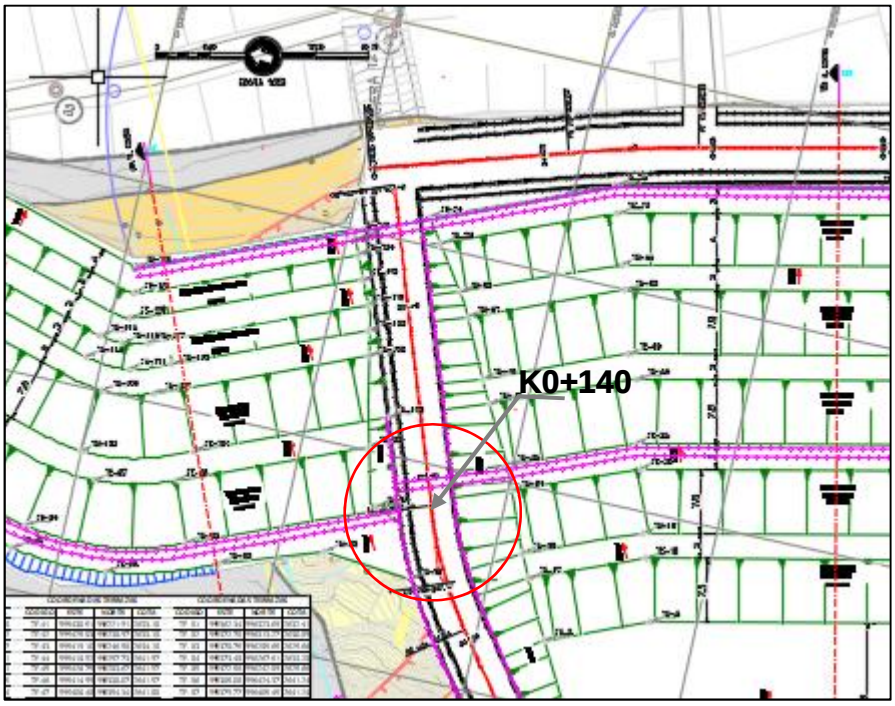


Figura 61– Localización en planta de la sección K0+140 (Cr 12)

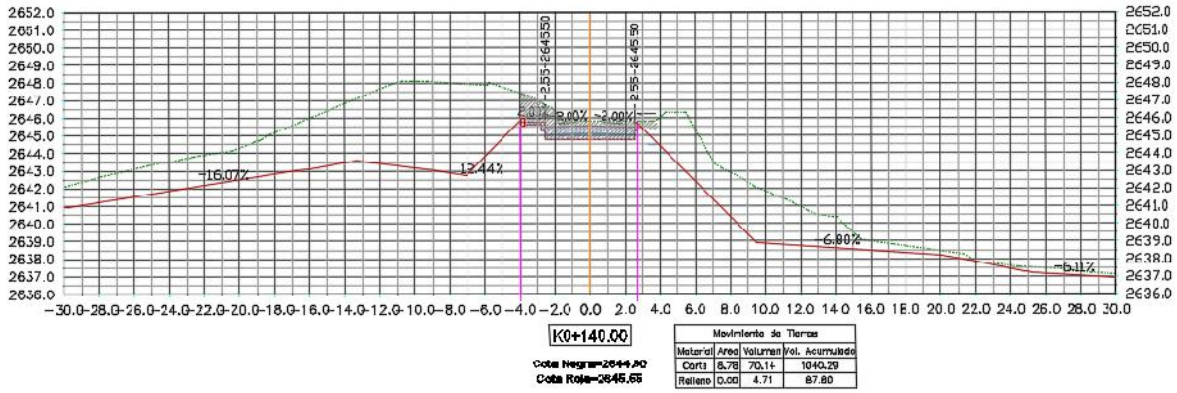


Figura 62– Sección K0+140 (Cr 12)

Tabla 30. Resultados de factores de seguridad para la condición con obras de la Alternativa 1

Sección	Condición	Ru	Factor de seguridad	FS min	Verificación
A-A'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	2.38	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.44	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.74	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.34	1.05	Cumple
B-B'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	2.15	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.41	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.91	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.40	1.05	Cumple
C-C'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	2.35	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.48	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.87	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.50	1.05	Cumple
Sección K0+140 Carrera 12	Estática y con agua	0.1	1.75	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua	0.1	1.45	1.05	Cumple

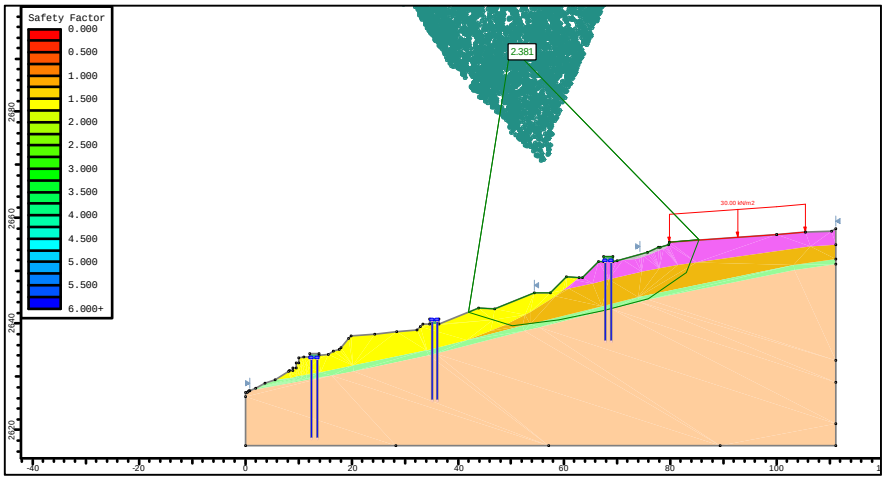


Figura 63. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1.

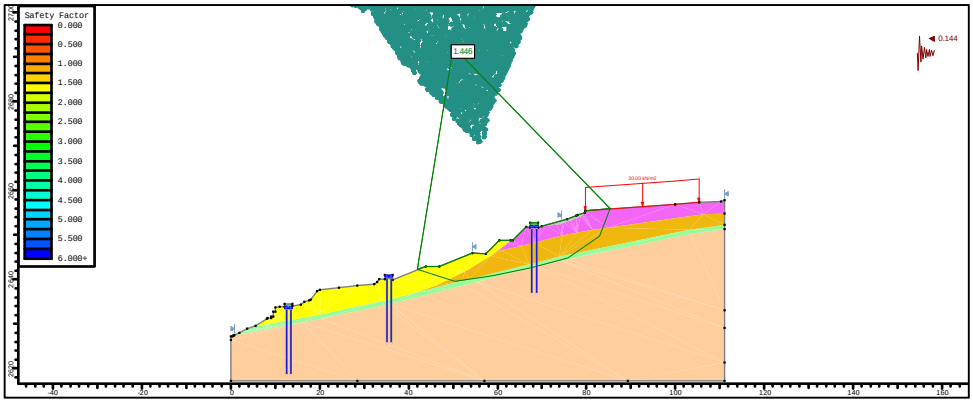


Figura 64. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

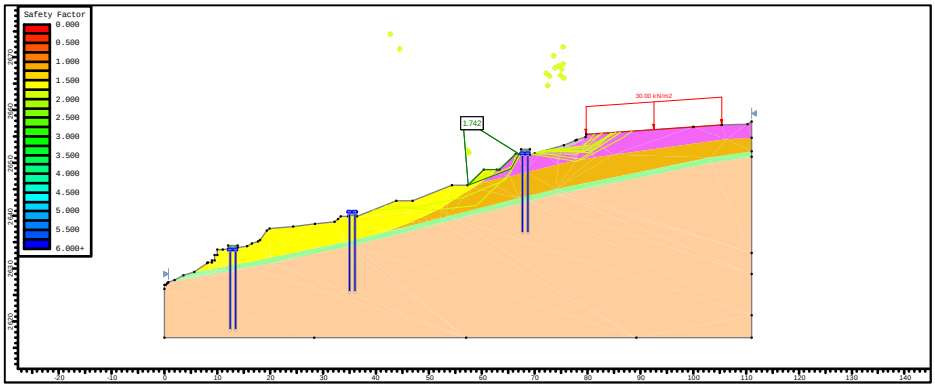


Figura 65. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local

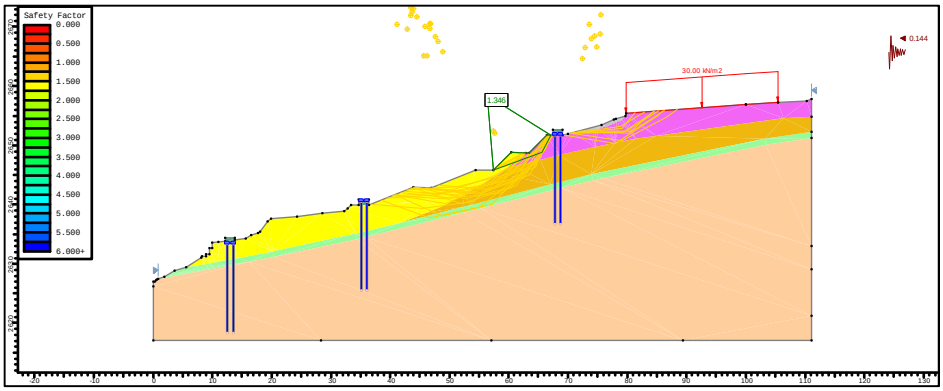


Figura 66. Sección A-A' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local

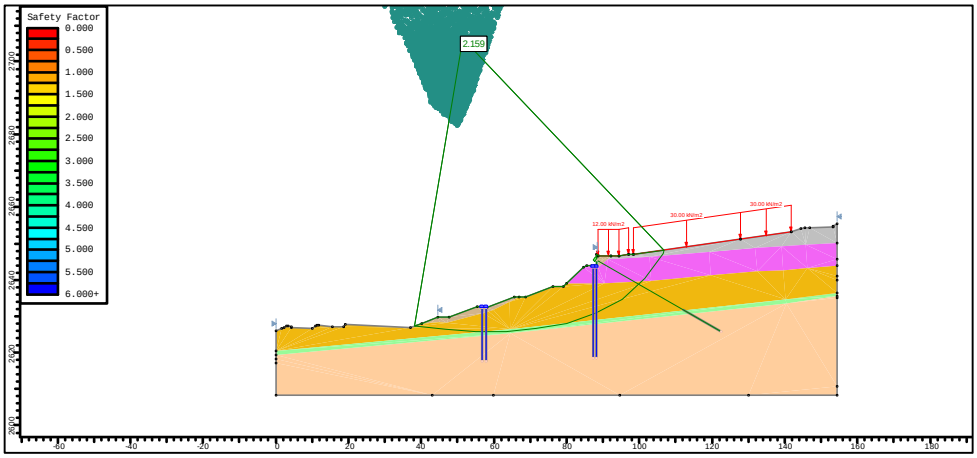


Figura 67. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1.

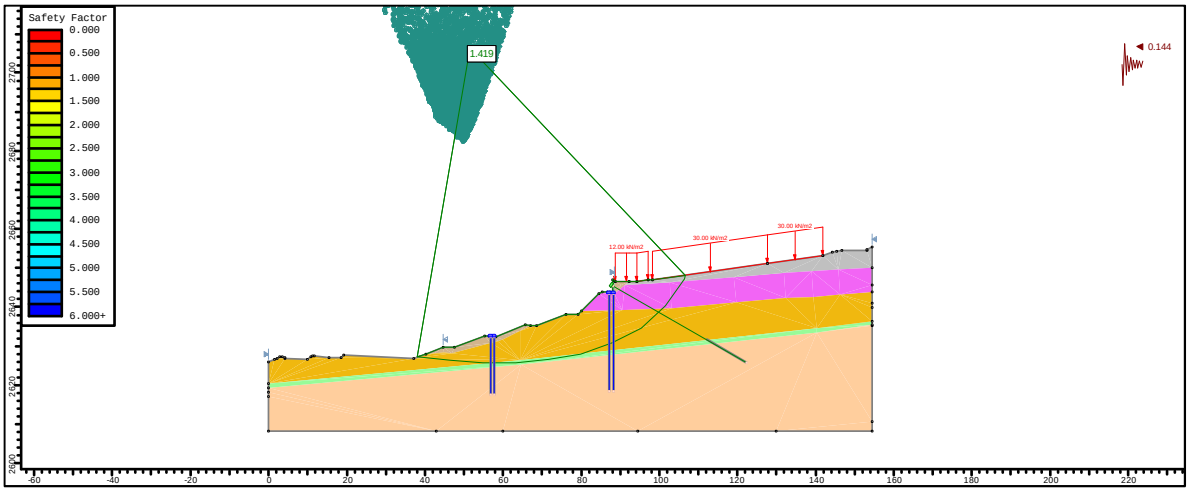


Figura 68. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

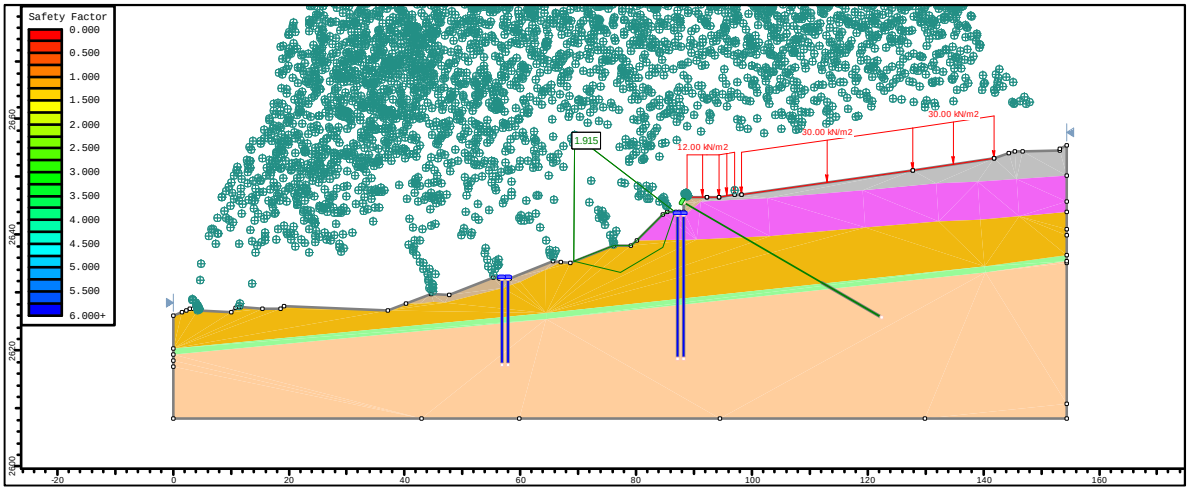


Figura 69. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local

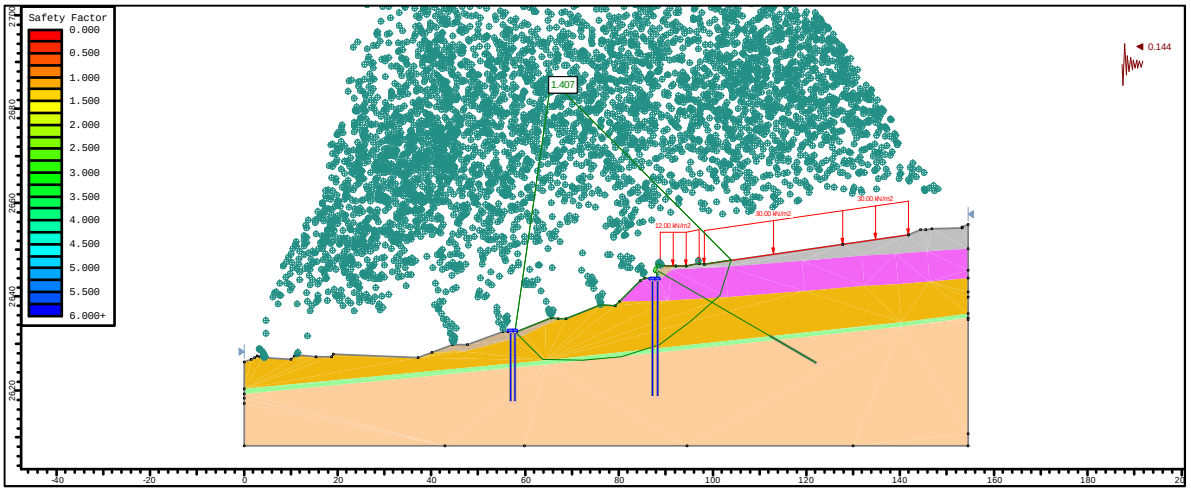


Figura 70. Sección B-B' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local

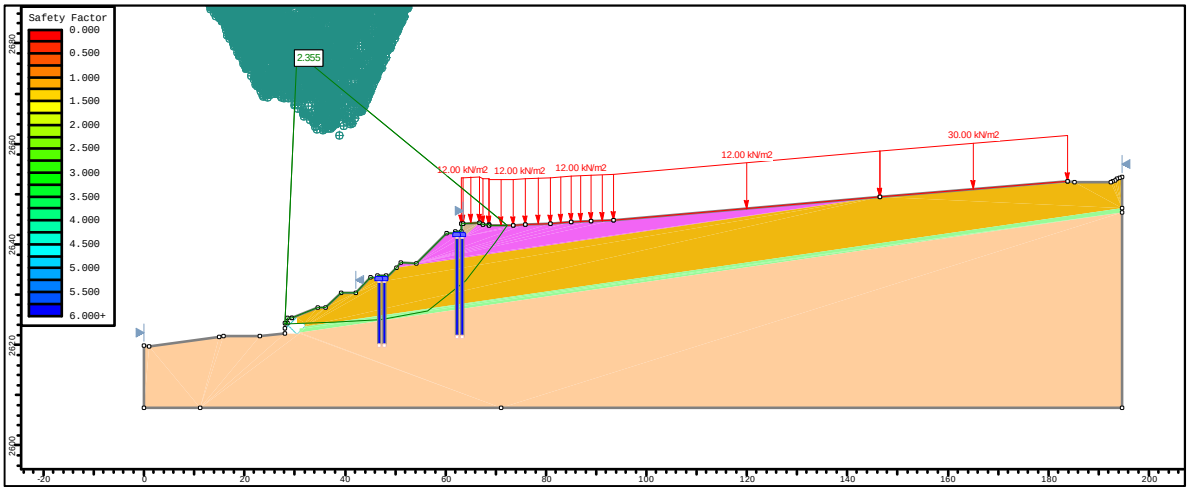


Figura 71. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1.

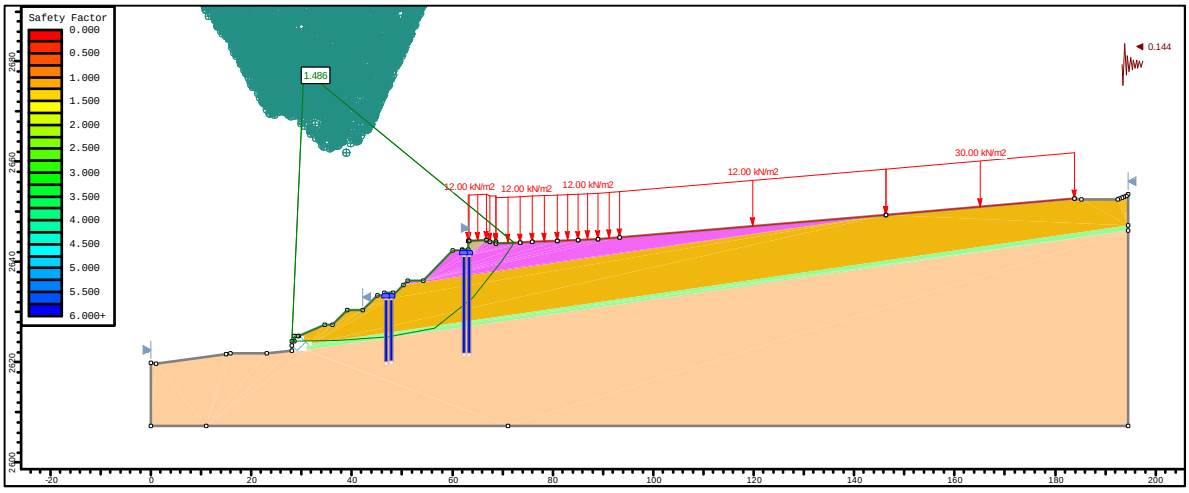


Figura 72. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

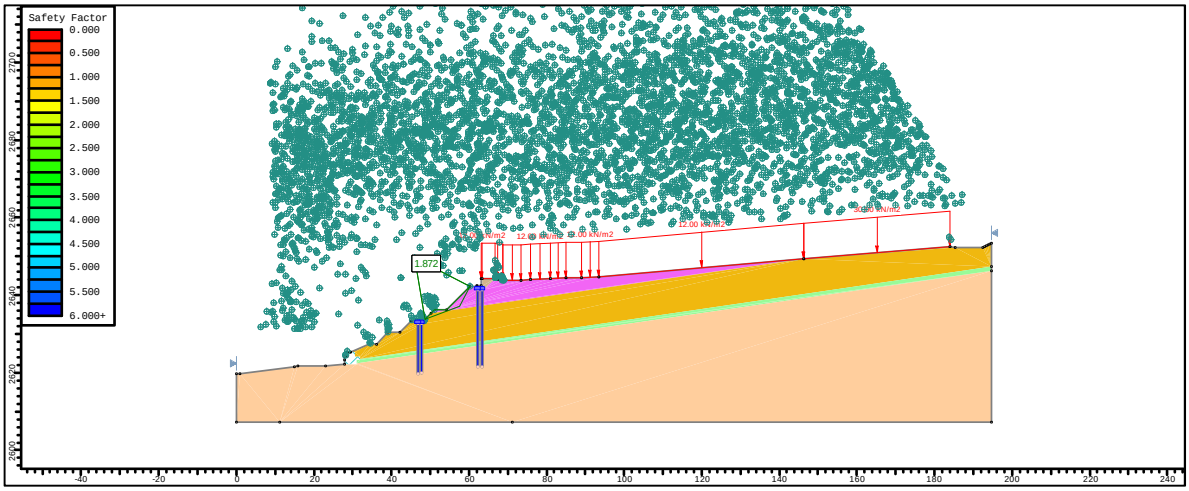


Figura 73. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 estática y con agua Ru=0.1. Falla local

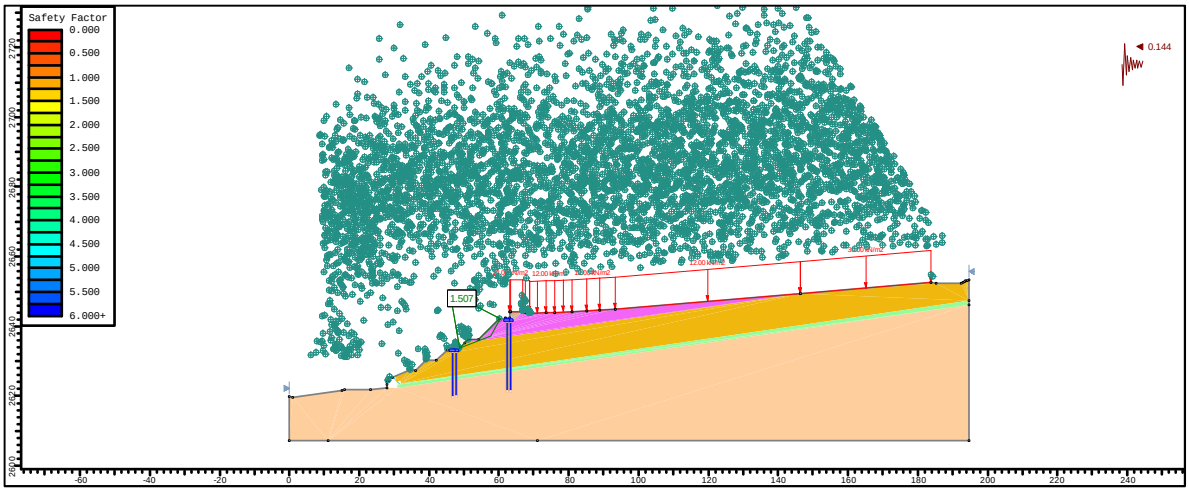


Figura 74. Sección C-C' condición con obras Alternativa 1 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local

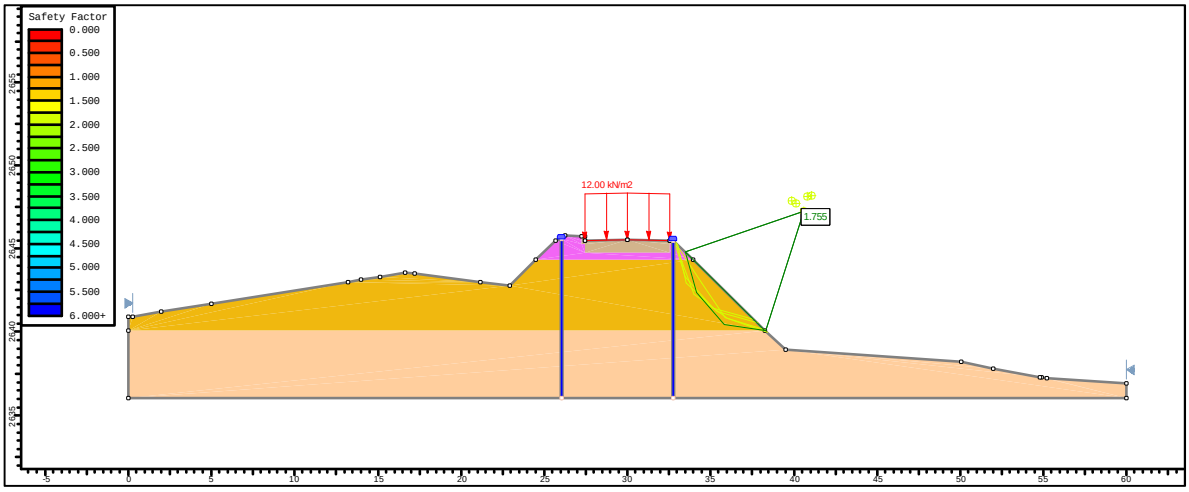


Figura 75. Sección K0+140 Carrera 12 condición con obras estática y con agua Ru=0.1.

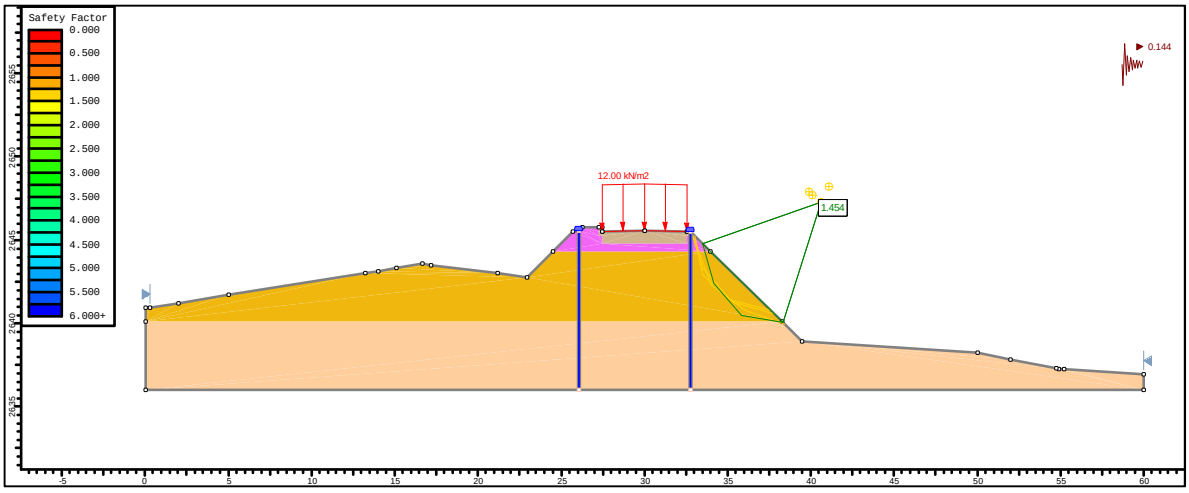


Figura 76. Sección K0+140 Carrera 12 condición con obras seudoestática y con agua Ru=0.1.

7.8.10.2 Alternativa 2

Los resultados del análisis de estabilidad de taludes para la alternativa 2 que incluye caissons como reemplazo de la primera pantalla de pilotes de la alternativa 1 se indican en la Tabla 31. De igual forma que en el caso anterior los resultados gráficos se muestran de la **Figura 77** a la **Figura 86.** Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

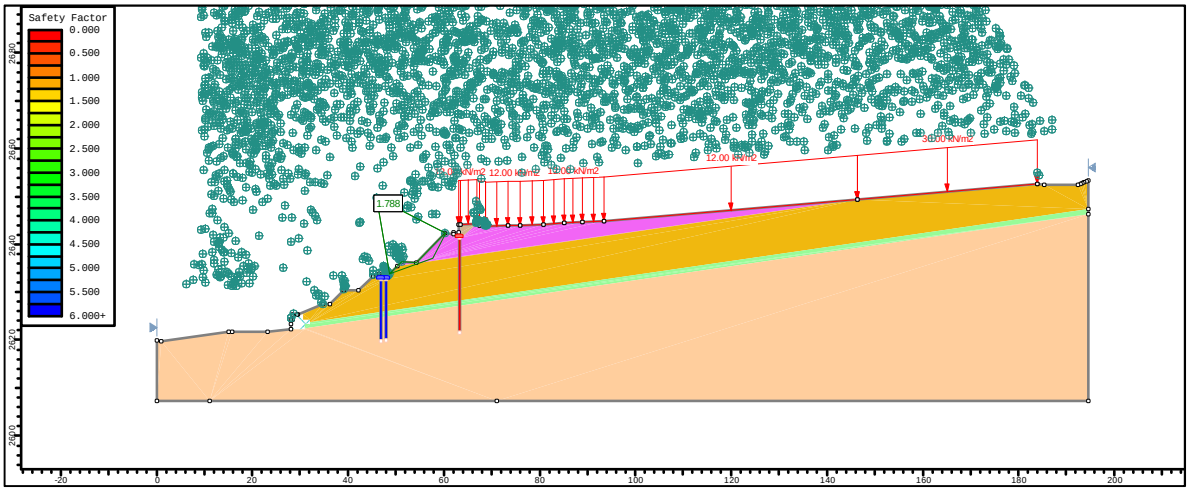


Figura 87. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

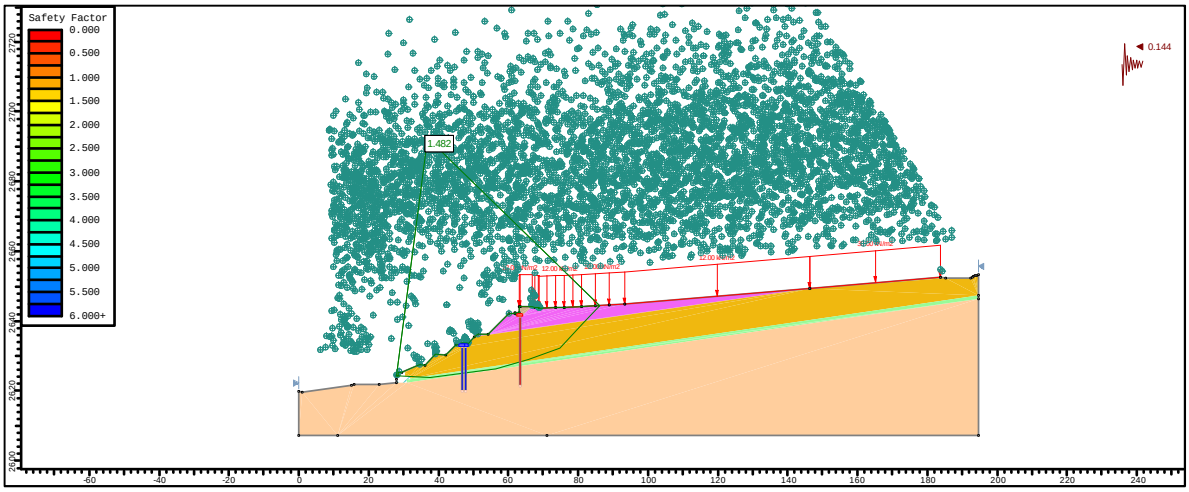


Figura 88.

Tabla 31. Resultados de factores de seguridad para la condición con obras de la Alternativa 2

Sección	Condición	Ru	Factor de seguridad	FS min	Verificación
A-A'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	2.04	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.28	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.74	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.34	1.05	Cumple
B-B'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.75	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.17	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.74	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.24	1.05	Cumple
C-C'	Estática y con agua Falla general superficie planar	0.1	2.07	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla general superficie planar	0.1	1.32	1.05	Cumple
	Estática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.78	1.50	Cumple
	Seudoestática y con agua Falla local superficie planar	0.1	1.48	1.05	Cumple

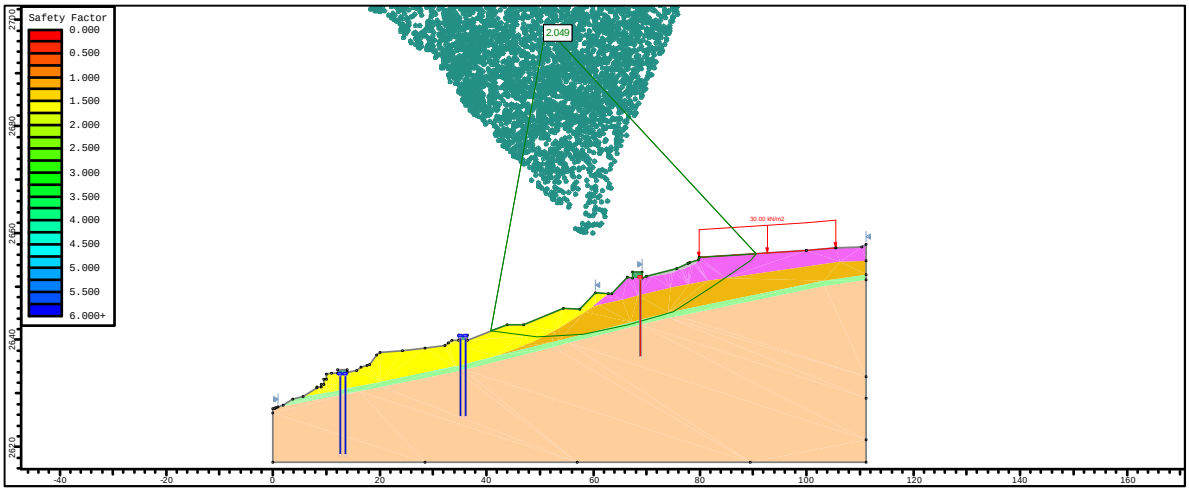


Figura 77. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1.

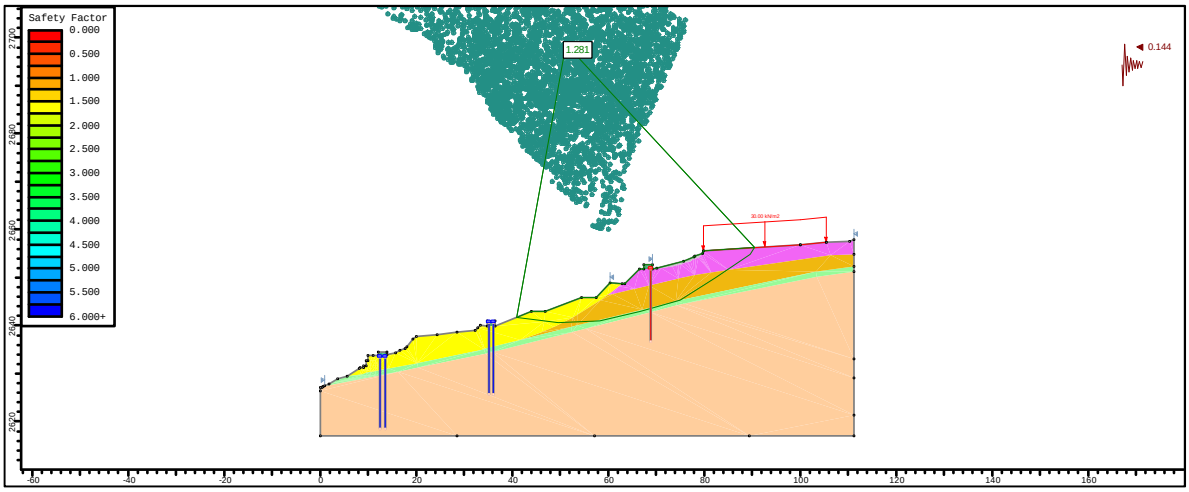


Figura 78. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

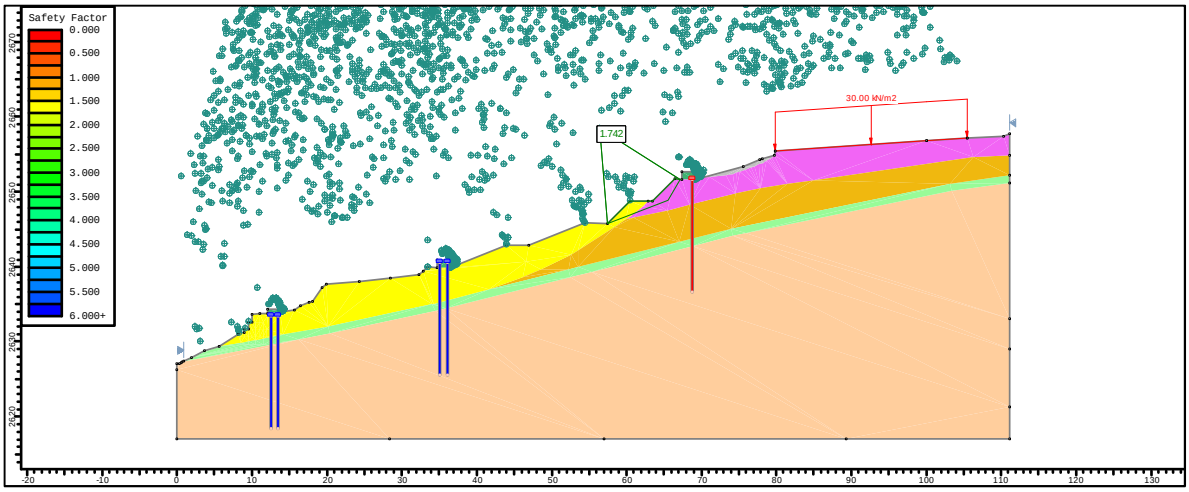


Figura 79. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. Falla local

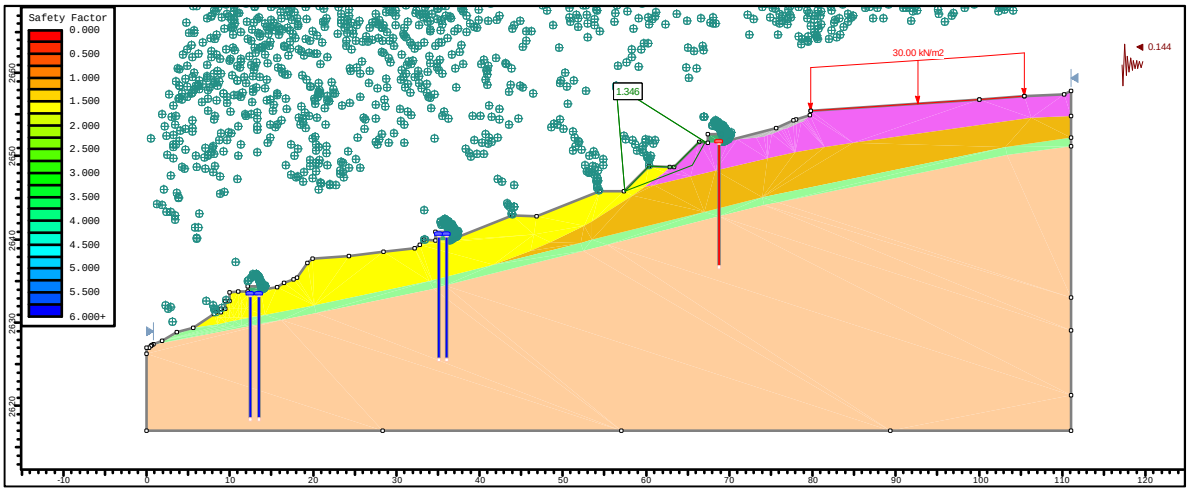


Figura 80. Sección A-A' condición con obras Alternativa 2 seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local

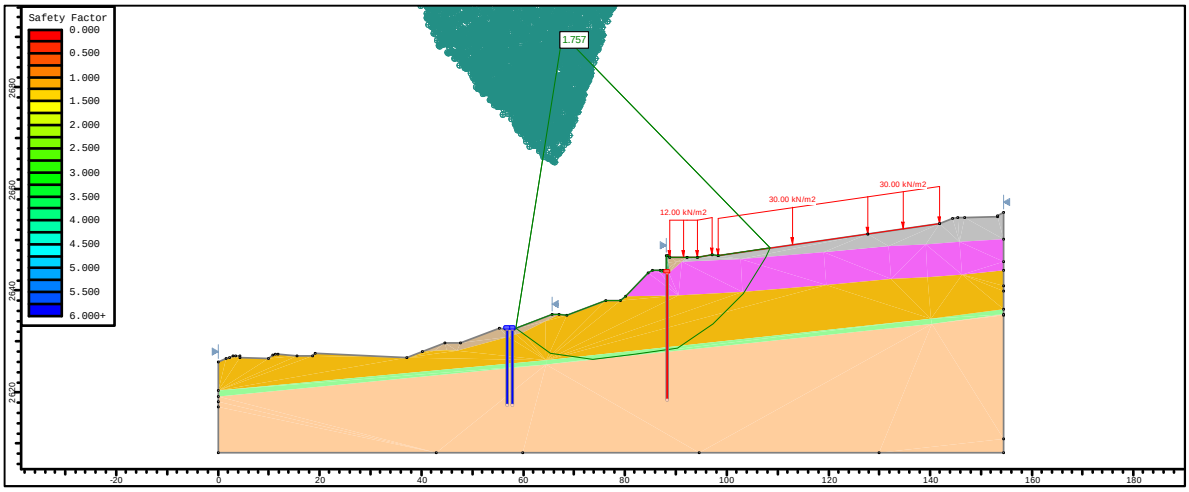


Figura 81. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1.

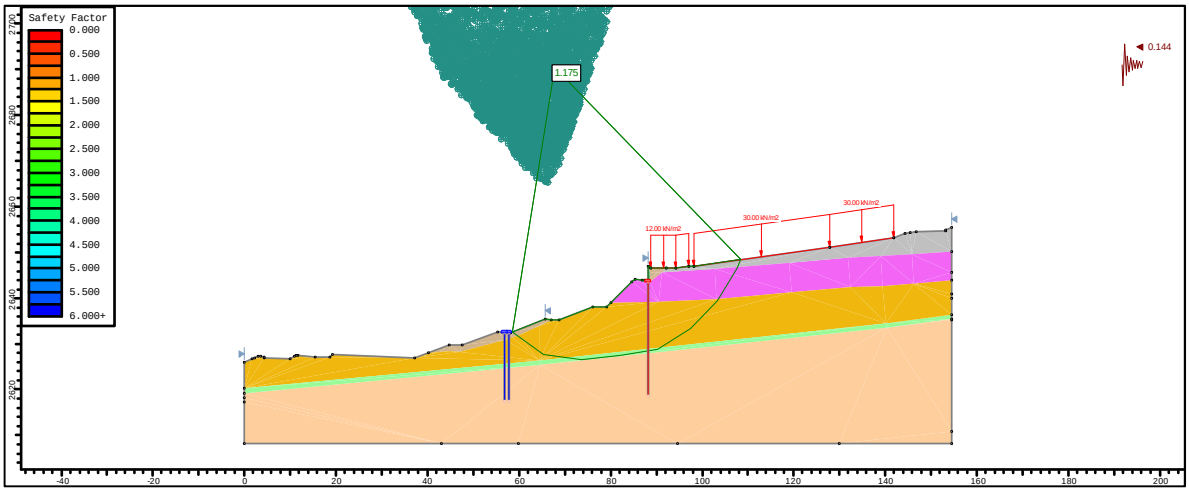


Figura 82. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

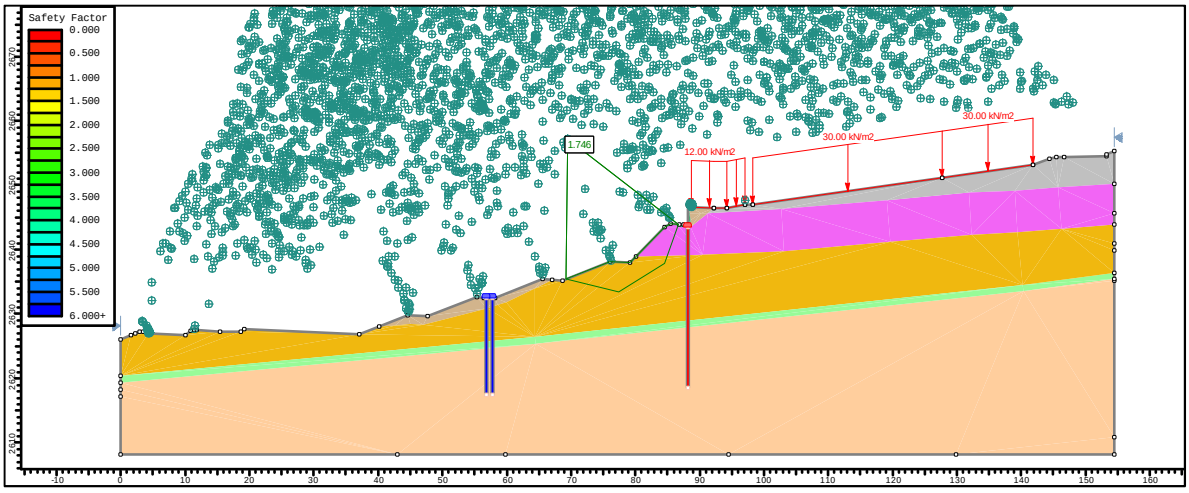


Figura 83. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1. Falla local

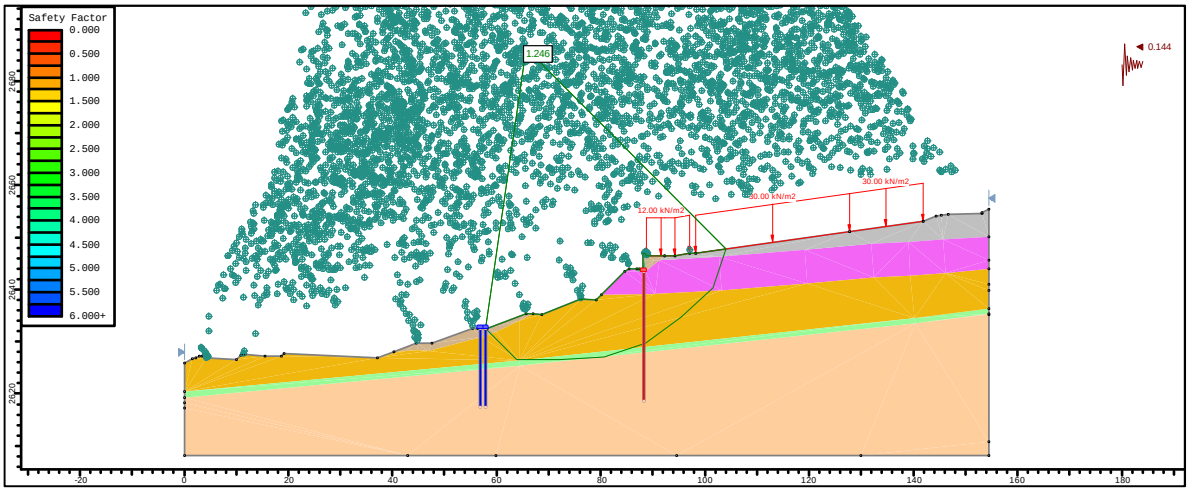


Figura 84. Sección B-B' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1. Falla local

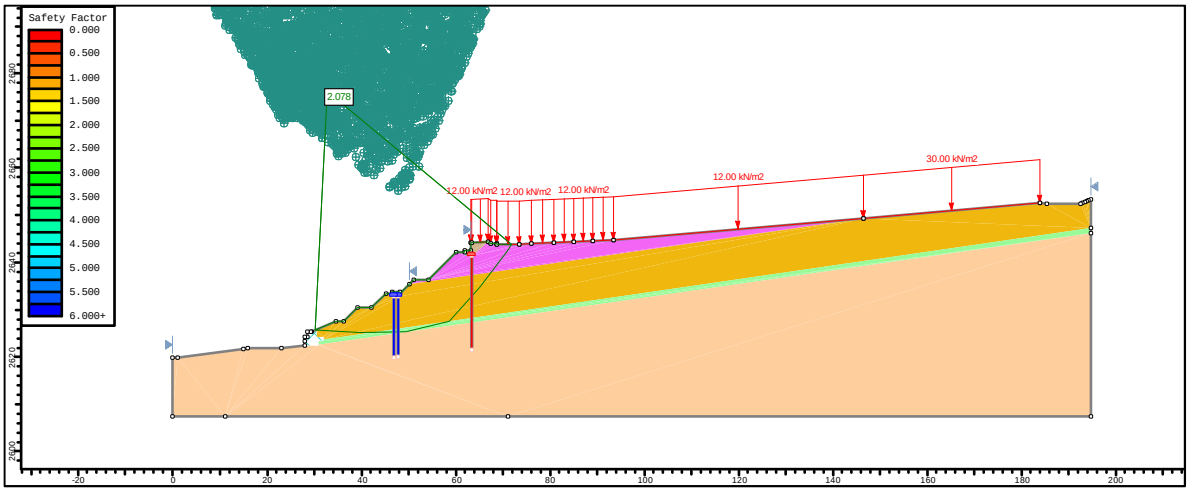


Figura 85. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 estática y con agua Ru=0.1.

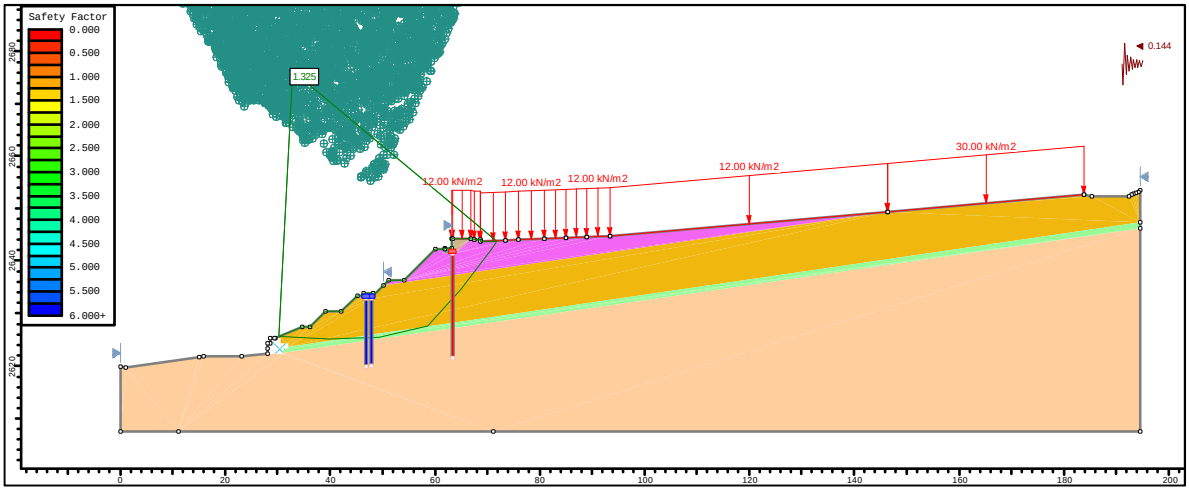


Figura 86. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

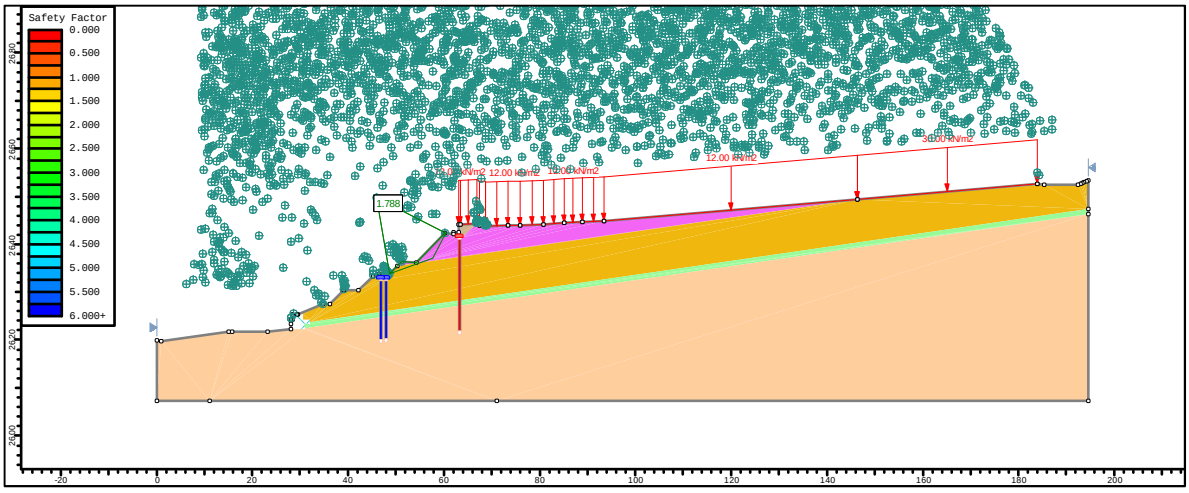


Figura 87. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

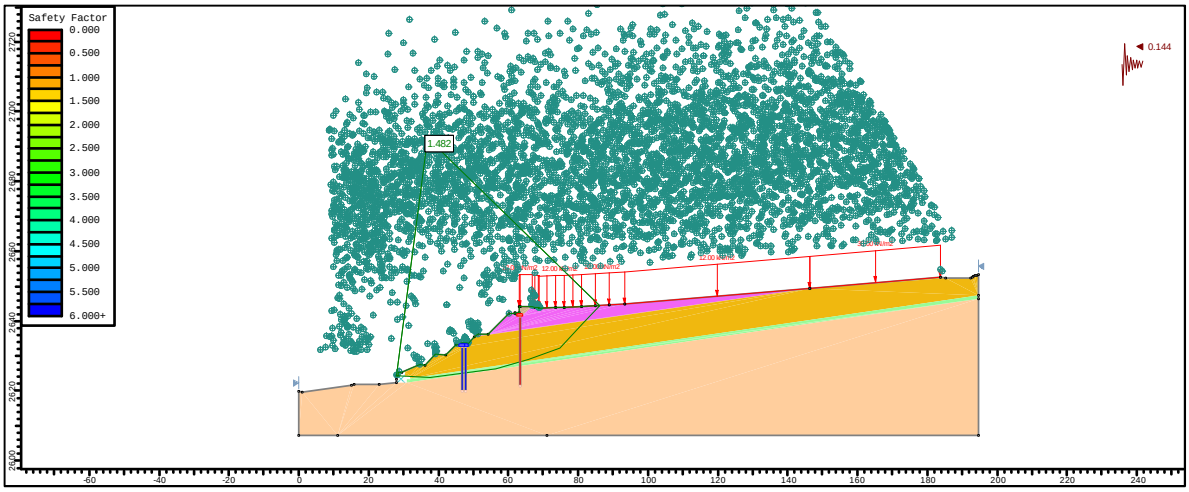


Figura 88. Sección C-C' condición con obras Alternativa 2 Seudoestática y con agua Ru=0.1.

7.8.11 Alternativa seleccionada

Los resultados de factores de seguridad para ambas alternativas son comparables tanto en la condición estática como en la seudoestática, de esta manera se selecciona la alternativa 1 por los siguientes aspectos:

- La construcción de los pilotes de diámetro de 8" con equipo de perforación resulta más versátil que la construcción de caissons de diámetro 1.2m de forma manual, por lo tanto, el rendimiento con la alternativa 1 es mayor.
- Los pilotes metálicos sirven de cimentación para el muro de confinamiento de la calle 48 K sur.

- La alternativa 1 en el sector 2 cuenta con anclajes lo cual aumenta el factor de seguridad de FS=2.21 obtenido para la alternativa 2, a un FS=2.30 con la alternativa 1. Desde el punto de seguridad laborar se reducen los riesgos de trabajo en espacios confinados.
- Desde el punto de vista de costos de construcción la alternativa 2 resulta más costosa que la alternativa 1.

7.9 Diseño Geotécnico de obras de estabilización

7.9.1 Terraceo

Para la estabilización de los sectores 1 y 2 del deslizamiento se propone la ejecución de un terraceo con pendiente 2.5H:1.0V, altura 3.0 m y berma intermedia de 3.0 m, está actividad se tiene prevista como parte de la descarga de la masa inestable que afecta la zona de estudio.

En el sector 3 la pendiente recomendada del terraceo será de 1.0H:1.0V y contará con el confinamiento de un muro de gaviones en la parte baja de la ladera, el cual tendrá una altura de 3.0 m.

7.9.2 Pantallas de pilotes

Para la estabilización del área de estudio se emplearan pantalla de pilotes de diámetro 8” distribuidas en dos filas al tresbolillo, la separación entre filas será 1.0 m y entre pilotes de la misma fila cada 1.0m, este arreglo visto en planta permite dejar pilotes con separaciones de 0.50 m que resultan menores a 3 veces el diámetro (3x 0.22m=0.66 m), con lo cual los elementos desarrollan el efecto de arco en conjunto con el material contenido.

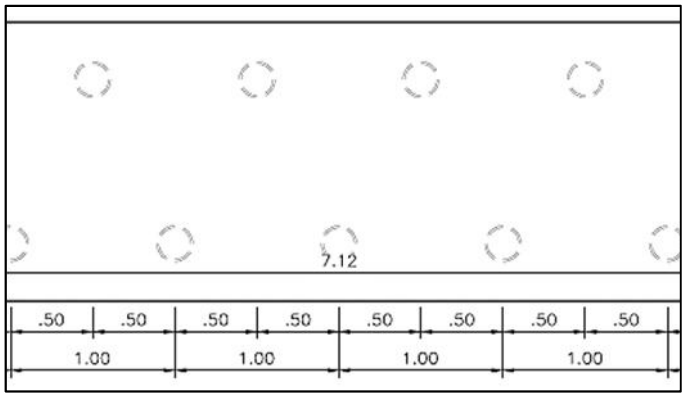


Figura 89. Distribución de pilotes al tresbolillo

7.9.3 Capacidad de carga de pilotes pre-excavados

Se evalúan de pilotes pre-excavados de tubería de acero rellenos de concreto con diámetros de 8” (0.20m), 10” (0.25m) y 12” (0.30m), y longitudes de 5, 10, 15 y 25 m. De esta manera para un pilote de diámetro 8” y 25 m de longitud la capacidad de carga es del orden de 399 kN. En la **Figura 90** se indica el ábaco de capacidad de carga de pilotes.

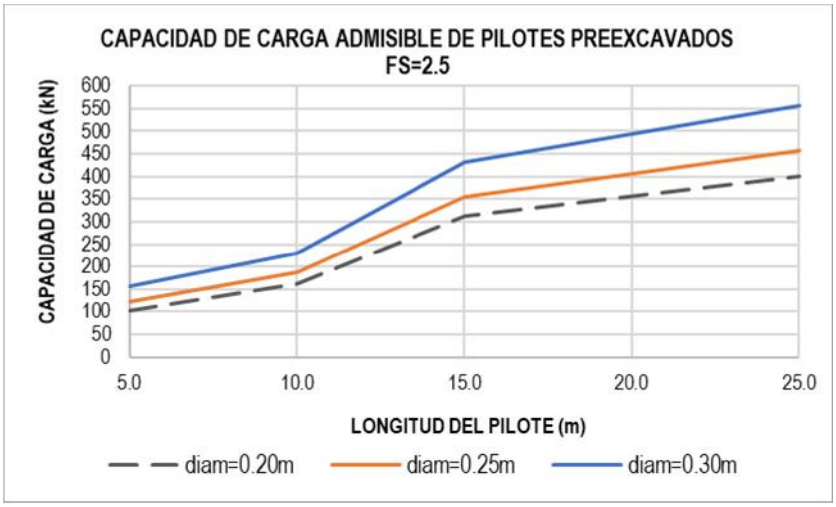


Figura 90. Capacidad de carga de pilotes pre-excavados

Capacidad de carga por extracción

La capacidad de carga por extracción se tiene en cuenta el aporte de la capacidad en el fuste del pilote.

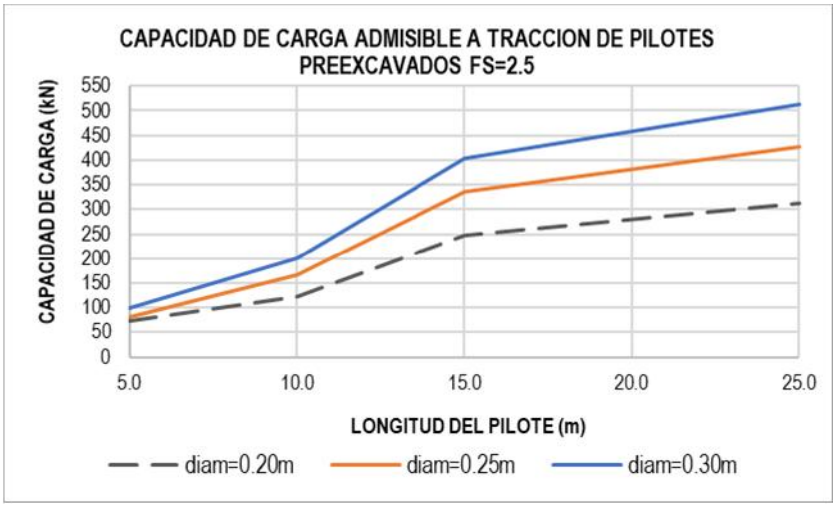


Figura 91. Capacidad de carga a extracción de pilotes pre-excavados

7.9.4 Asentamientos en pilotes pre-excavados

Se obtuvieron asentamientos inferiores a 1 cm para las combinaciones de diametro y longitud mencionadas anteriormente. (Ver la **Figura 92**).

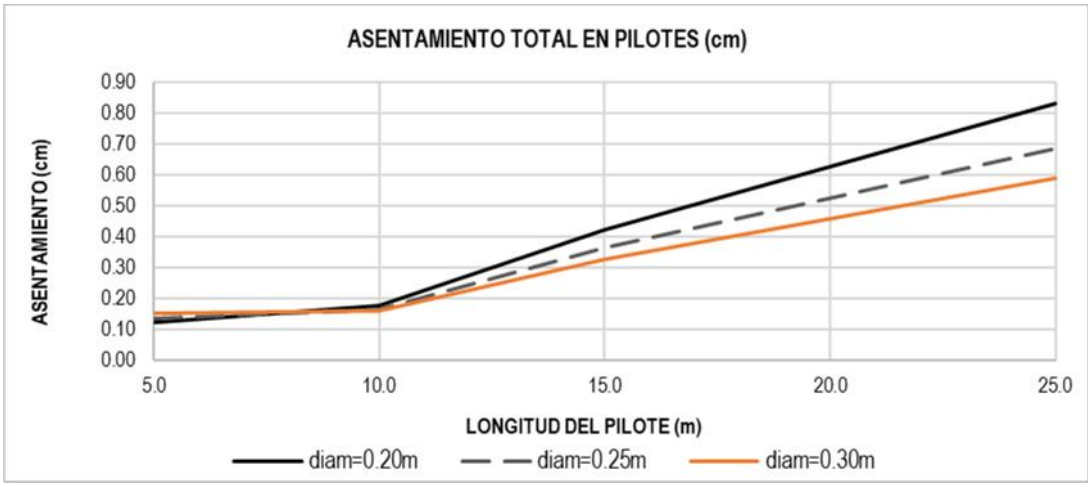


Figura 92. Asentamientos en pilotes

7.9.5 Módulo de reacción lateral del pilote

Se evalúa el módulo de reacción lateral del pilote de acuerdo con la propuesta de Vesic (1961) y Davisson y Prakash (1963). (Ver la **Figura 93**).



Figura 93. Módulo de reacción horizontal en pilotes

7.9.6 Pilotes de confinamiento de la carrera 12

Una vez se complete el terraceo de los sectores 1 y 2 se deberá recomponer la carrera 12, para ello se proponen pilotes de confinamiento a cada lado de la corona de la vía entre las abscisas K0+100 a K0+170. Los pilotes serán de diámetro 8” y 10 m de longitud. La capacidad de carga de dichos pilotes es del orden de 150 kN y serán arriostrados en la parte superior del pilote por medio de un cable de acero de 1 1/4” (31 mm).

7.9.7 Muro anclado sobre la Calle 48 K Sur

Para obtener el factor de seguridad reportado en los análisis de estabilidad se propone la construcción de un muro anclado con una fila de anclajes de 60 ton de

capacidad de carga, dispuestos a una altura de 1.4 m con respecto a la parte superior del muro de contención, tendrán una longitud de 40 m, inclinación de 30 grados con la horizontal, y estarán separados cada 5.0 m en la horizontal.

7.9.8 Anclajes

Para el diseño del anclaje se tuvo en cuenta 1 cable conformado por 6T13 (6 torones de 13 mm cada uno), el cual aporta una resistencia de diseño de 540 kN. La longitud del bulbo será de 15 m en roca arcillolita con un valor promedio de resistencia a la compresión simple de 7.95 MPa.

Longitud del bulbo, lb

$$ll = \frac{T}{\pi\, \tau_a d_p} \times F$$

Donde;

Longitud del bulbo, lb
T: Carga de diseño, MPa
τa: resistencia última anclaje-roca, MPa
dp: diámetro de la perforación, m
FS: Factor de seguridad igual a 3.0

Para el talud de diseño se tiene los siguientes valores:

T= 600 kN = 0.60 MN
τa= 10% x σ_c
σ_c = resistencia a la compresión simple (MPa)

La resistencia a la compresión se obtuvo por correlación con la velocidad de onda Vp (m/s), siguiendo la metodología propuesta por Torres (2005).

$$\sigma_c = 3.768e^{6x10\text{-}4Vp}\ (MPa)$$

Vp= 2400 m/s

$$\sigma_c = 3.768e^{6x10\text{-}4x(2400)}$$
$$\sigma_c = 15.9\ MPa$$

Para diseño se toma el 50% del valor anterior como consideración de diferencia

entre los planos de sedimentación respecto a la dirección de la aplicación de las cargas (Torres, 2005).

$$\sigma_{c\ diseño} = 7.95\ MPa$$

De esta manera para el dimensionamiento del anclaje se tiene:

$\tau a = 10\% \times \sigma_{c\ diseño}$
$\tau a = 10\% \times 7.95\ MPa = 0.79\ MPa$

dp= 0.06 m

Reemplazando,

$$lb = \frac{0.6\ M}{\pi\ 0.79\ M \quad 0.06\ m} \times 3$$

$$ll = 12\ m$$

Por facilidad constructiva se recomienda tomar una longitud de bulbo de anclaje de 15 m.

7.9.9 Capacidad portante de muro de gaviones en el sector 3

La capacidad portante para el suelo residual inferior es del orden de 270 kN/m^2. A continuación en la **Figura 94** se presenta el ábaco de capacidad portante para una profundidad de desplante Df=1.0 m.

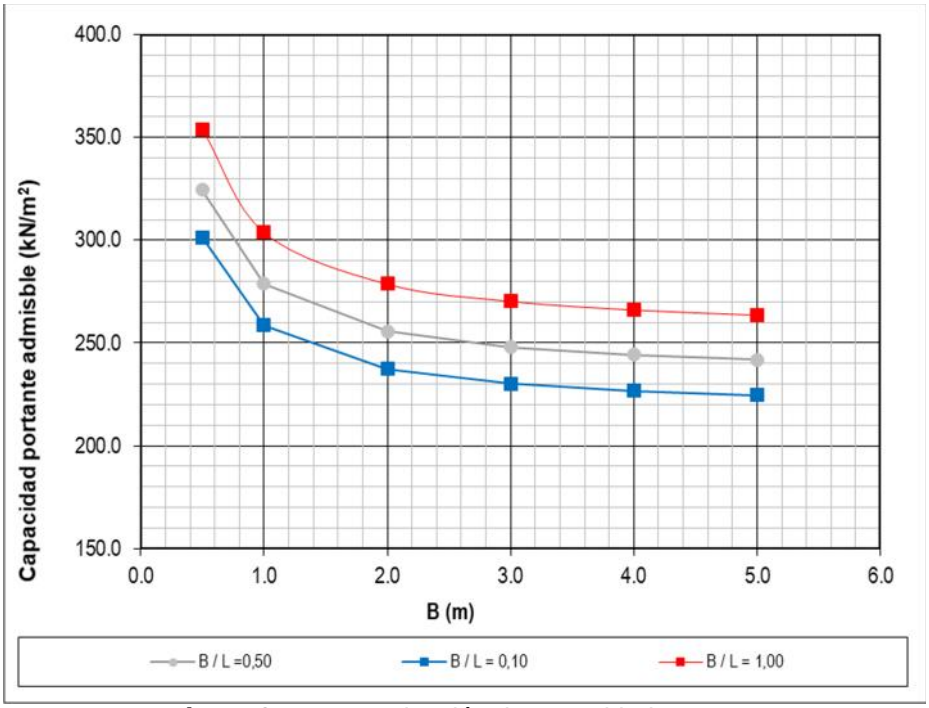


Figura 94. Evaluación de capacidad portante

7.10 Diseño geotécnico de obras de drenaje

7.10.1 Drenes horizontales

Con el fin de realizar el drenaje de la masa de suelo en el barrio La Arboleda se recomienda la construcción de drenes horizontales con tubería perforada de diámetro 2” y longitud 25 m, los cuales abatirán los niveles de agua en la masa de suelo residual. Los drenes se colocarán a una altura de 1.5 m con respecto a la parte superior del muro, y tendrán una inclinación de 5 grados con la horizontal.

La implementación del sistema de drenes espaciados cada 10 m en el talud, permite abatir el nivel freático en el estrato de suelo residual, bajo esta consideración se tiene que las condiciones de la masa de suelo se acercan a una condición seca, por lo tanto, se toma un valor de Ru=0.1 en los cálculos, considerando de esta forma el drenaje del suelo residual.

7.10.2 Canales transversales

Para el manejo de las aguas de escorrentía al interior del área de estudio se recomienda la construcción de cunetas trapezoidales en piedra pegada con el fin de conducir las aguas a descoles apropiados antes de su entrega a los pozos de

desagüe. Las dimensiones serán de ancho en la base de 0.50 m, ancho en la corona 0.80m, altura de 0.30 m y espesor de 0.075 m. La pendiente de los canales debe ser menor al 2%. Las dimensiones serán verificadas por el Ing. Hidráulico.

7.10.3 Trincheras drenantes

Se propone una trinchera drenante para el abatimiento de los niveles de agua en la parte central del deslizamiento del sector 2, dicha trinchera tendrá una sección rectangular de 1.5 m de ancho por 3.0 m de profundidad. La trinchera debe ser recubierta en geotextil de resistencia a la tracción mayor a 2000 N y contara con un tubo perforado de 4". El material de filtro deberá contener tamaños entre 3/4" (19mm) a 3" (76mm).

7.11 Conclusiones y recomendaciones

7.11.1 Tipo de materiales

En el barrio La Arboleda Sur se encontró un perfil de suelos consistente en rellenos antrópicos con espesores del orden de 3.0 m, dicho material presenta un valor de Ncorregido del ensayo SPT de 11 golpes/pie, los rellenos han sido realizados para la nivelación y adecuación de la cimentación de las viviendas. Luego aparecen suelos residuales consistentes en arcillas arenosas con un espesor variable entre 10 a 15 m, con valores de Ncorregido mayores a 70 g/pie. Finalmente aparece la arcillolita de la formación Regadera.

Durante la ejecución de los sondeos no apareció el nivel freático, sin embargo, en campo se detectaron empozamientos de agua en el terreno los cuales se relacionan en la
Tabla **16**.

En el numeral 2.5 se presenta la caracterización geotécnica de los materiales encontrados en el área de estudio.

7.11.2 Proceso de remoción en masa

El movimiento que afecta al barrio Arboleda Sur es de carácter complejo y para el presente estudio se sectorizó en tres zonas a saber Sector 1, Sector y Sector, que se localizan en el costado norte, parte central del polígono, y costado sur respectivamente. Como factores condicionantes del movimiento se encuentran los antiguos escarpes de minería de arcilla que se localizan al occidente del barrio, los cuales no cuentan con obras de estabilización ni contención, como tampoco obras

para el manejo de las aguas de escorrentía. En el numeral 1.2 se presenta la descripción del movimiento.

Los factores detonantes del movimiento que se presenta en los sectores 1 y 2, corresponden a las intensas lluvias que se presentaron en el año 2011, dada la susceptibilidad de la arcillolita a la pérdida de resistencia por incremento de la humedad asociada la infiltración de aguas lluvias.

Por su parte el movimiento del sector 3 se presenta en una zona de antiguo frente de explotación minera en el cual se ha presentado caída de bloques y materiales desde el año 2006 de acuerdo con los conceptos técnicos del IDIGER que se reseñan en el numeral 1.5.

Del análisis de la condición actual se obtuvieron factores de seguridad del orden de FS=1.0 por lo que la masa de suelo se encuentra en condición de equilibrio limite, la cual puede modificarse en caso de presentarse agentes detonantes como por ejemplo lluvias intensas o un sismo. Los factores de seguridad se indican en la **Tabla 29**.

Se verificó con los registros de precipitación de la estación Santa Lucia que la precipitación diaria acumulada de duración 30 días tiene un valor de 178 mm, la cual se considera fue el factor detonante el deslizamiento el día 20 de noviembre del año 2011.

7.11.3 Tipo de obras de estabilización

Para la estabilización del área de estudio se seleccionó la Alternativa 1 la cual consiste en la ejecución de obras de contención y drenaje de los taludes de los antiguos frentes de explotación minera, esto con el fin de confinar el barrio La Arboleda Sur que se localiza en la parte superior del talud. De igual forma la masa movilizada debe ser reconformada por medio del terraceo.

Los factores de seguridad obtenidos para las secciones de análisis con las obras de la Alternativa 1 se indican en la Tabla 30, en la cual dichos factores son mayores a los exigidos por la NSR-10. En este aspecto se resalta que las obras propuestas corresponden a una solución integral que involucra la intervención en la partes alta, media y baja de la ladera, con obras de contención, terraceo y drenaje. Por lo tanto, se requiere la ejecución de la totalidad de las obras para evitar el desarrollo de superficies de falla que puedan afectar la estabilidad del terreno en el área de estudio.

Por lo tanto, la Alternativa 1 fue seleccionada por su facilidad constructiva comparada con la ejecución de la Alternativa 2 consistente en caissons de diámetro 1.2 m y longitud 25 m.

Entre las obras de contención recomendadas están las siguientes: muro anclado con anclajes de 40 m de longitud, 60 ton de capacidad de carga e inclinación de 30 grados con la horizontal, la separación de los anclajes será de 5.0m.

El muro de contención en concreto será cimentado sobre pilotes de tubería de acero de 8” rellenos de concreto los cuales aportan una capacidad de carga de 399 kN.

De igual forma la alternativa contempla el empleo de drenes horizontales con tubería de 2” de diámetro, 25 m de longitud, separados cada 10 m e inclinados 5° con la horizontal, y la construcción de trincheras drenantes de 3.0x1.5 m distribuidas en forma de espina de pescado en la zona de terrazas.

Para la protección longitudinal de la carrera 12 se recomienda la instalación de una pantalla de pilotes de 8” de diámetro y longitud 10 m, con separación máxima de 1.2 m entre centros de pilote. En la parte superior del pilote se construirá una pantalla de concreto reforzado de altura H=2.0 m para el confinamiento de la vía.

Adicionalmente, se requiere la construcción de una segunda pantalla de pilotes de diámetro 8” con viga cabezal en concreto, en la parte media de la ladera, esto con el fin de controlar las potenciales superficies de falla que se puedan presentar en el contacto suelo residual – arcillolita.

Es importante mencionar que en caso de realizar la construcción de las obras mencionadas por fases, se debe tener en cuenta que el material localizado en la parte media y baja de la ladera se encuentra en una condición de equilibrio límite con factores de seguridad actuales del orden de 1.0, por lo que en caso de presentarse una nueva temporada de lluvias intensas se puede reactivar el movimiento, y en caso de movilización puede llegar a afectar a las viviendas del costado oriental del Barrio la Merced localizadas abajo de la carrera 12.

7.11.4 Recomendaciones para la construcción

Para la ejecución de la construcción de las obras recomendadas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las obras de geotecnia propuestas hacen parte de la solución integral para

la estabilización del polígono de estudio, para lo cual se determinaron los factores de seguridad del análisis de estabilidad de taludes por equilibrio limite, contemplando la ejecución de la totalidad de las obras.

- Si bien por razones presupuestales se ha dividido la construcción de la obra en cuatro (4) fases, se recomienda un tiempo máximo de seis (6) meses entre una fase y la siguiente, esto con el fin logar cumplir con la solución integral propuesta.

7.12 Limitaciones

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de la evaluación de la fase de exploración de campo, ensayos geofísicos y de los ensayos de laboratorio realizados. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de construcción de las obras, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para dar las observaciones que amerite el caso.

8 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

En este capítulo se presenta el análisis y estudio hidrológico e hidráulico desarrollado como parte de los Estudios y Diseños de las Obras de Emergencia en el sitio de intervención prioritaria.

8.1 Metodología

Para la proyección de las obras hidráulicas se procedió definiendo las áreas de drenaje que aportan al sitio de interés con base en la topografía levantada del sector y de acuerdo a lo identificado en la visita de campo.

Para tal fin se implementaron las normas de diseño aplicables como lo son:

Normas del Acueducto.

- **NS-057:** Diseño de cunetas y canaletas
- **NS-085:** Diseño de sistemas de alcantarillado en lo correspondiente al método para estimación de caudales de diseño, definición del periodo de retorno, área de drenaje e intensidad de lluvia.
-

Resolución 0330 de 2017.

Una vez definida el área de interés se realizó la solicitud a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá, de la curva Intensidad – Duración – Frecuencia de la zona de interés. A partir de la información de dichas curvas, se estimaron los caudales para periodos de retorno de 3, 5, 10, 25 y 50 años. Teniendo en cuenta los periodos de retorno de diseño establecido en el Artículo 135 de la Resolución 0330 de 2017 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)- Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS

Por último, se realizó la proyección de las obras de drenaje, para las cuales se calcularon los caudales y demás parámetros hidráulicos.

8.2 Delimitación de áreas y cuencas de drenaje

La delimitación de las áreas de drenaje para la proyección de las obras se realizó a partir del levantamiento topográfico, la infraestructura a rehabilitar y las obras para la estabilización del terreno. De acuerdo con los patrones de flujo, se definieron las siguientes áreas.

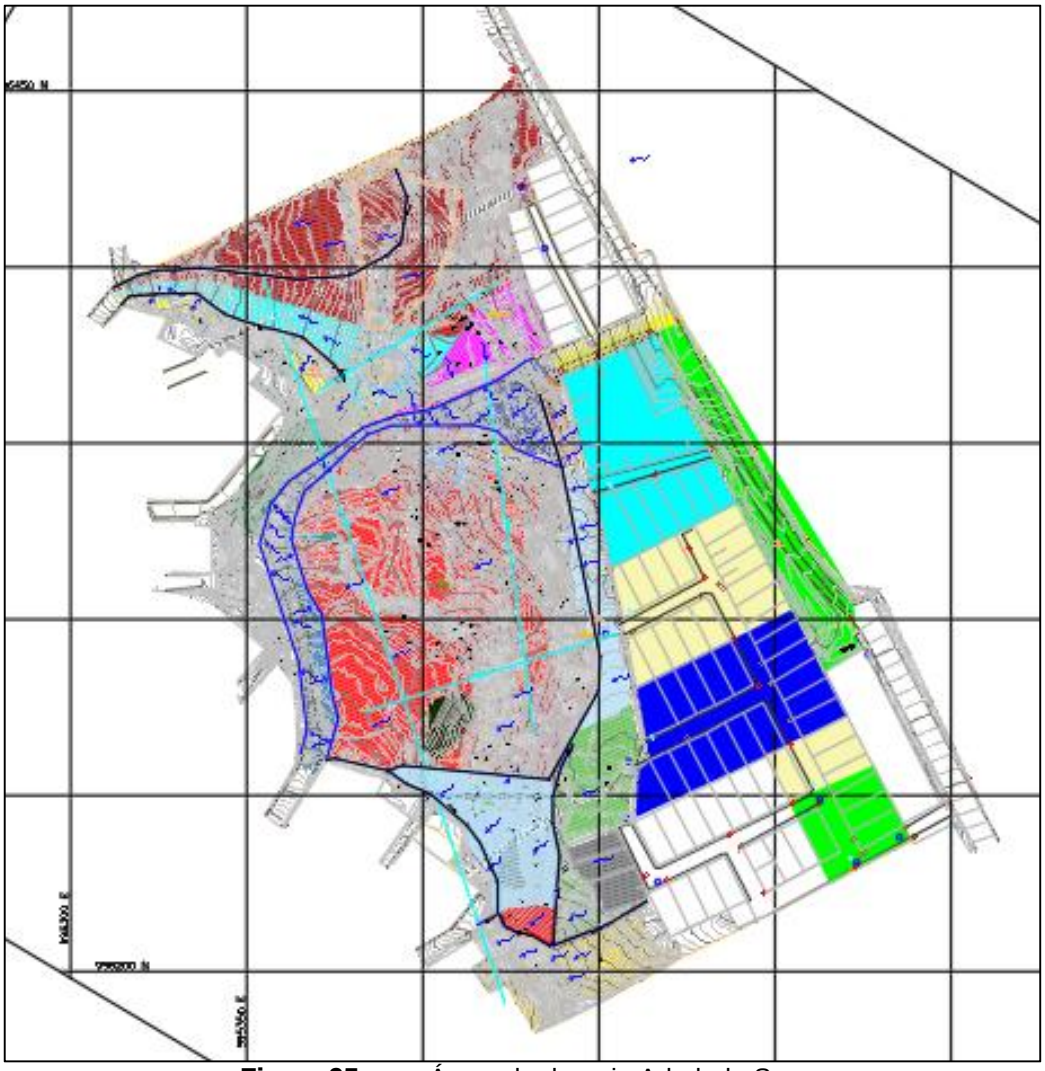


Figura 95. Áreas de drenaje Arboleda Sur.

8.3 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

De acuerdo con la información adquirida en la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, se construyeron las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia de la zona de análisis, conforme se presenta a continuación:

Ecuación cálculo curvas IDF

$$INTENSIDAD = C_1 (DURACIÓN + X_0)^{C_2}$$

Tabla coeficientes ecuación IDF

Id	Punto (E,N) EPSG:3116	Tiempo de retorno 3 años			Tiempo de retorno 5 años			Tiempo de retorno 10 años			Tiempo de retorno 25 años			Tiempo de retorno 50 años			Tiempo de retorno 100 años		
		C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2
0	995406,995332	1132.06	13.5	-0.90814	1190.96	11.4	-0.89412	1437.84	11.3	-0.89975	1859.79	11.9	-0.91574	1943.47	11.0	-0.90516	2307.79	11.7	-0.91832

Figura 96. Información de precipitación
Fuente: Acueducto, Agua y alcantarillado de Bogotá.

Tabla 32. Intensidad de la precipitación para distintos periodos de retorno

				Duración (min)							
TR (Años)	***C1***	***X0***	***C2***	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**	**120**
3	1132.06	13.5	-0.90814	54.03	36.80	28.12	22.86	19.31	16.75	14.81	13.29
5	1190.96	11.4	-0.89412	63.80	42.67	32.36	26.21	22.10	19.15	16.93	15.19
10	1437.84	11.3	-0.89975	75.88	50.55	38.26	30.93	26.05	22.55	19.92	17.86
25	1859.79	11.9	-0.91574	91.24	60.80	45.94	37.08	31.18	26.95	23.76	21.28
50	1943.47	11	-0.90516	101.81	67.41	50.84	41.01	34.48	29.81	26.30	23.56
100	2307.79	11.7	-0.91832	113.03	75.06	56.60	45.63	38.32	33.10	29.17	26.11

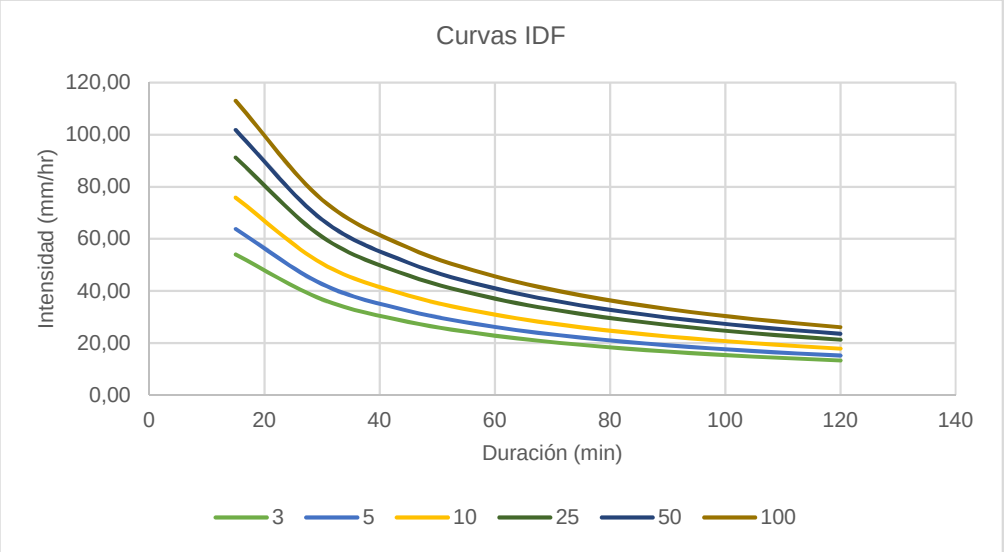


Figura 97. Curvas IDF para la zona de interés

8.4 Hietogramas de diseño

Con base en las curvas IDF presentadas anteriormente, se determinaron los hietogramas de diseño para cada uno de los periodos de diseño, los cuales se definieron conforme a la metodología del bloque alterno.

TR	3	Años
C_1	1132.06	
X_0	13.5	
C_2	-0.90814	

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	54.03	13.51	13.51
30	36.80	18.40	4.89
45	28.12	21.09	2.69
60	22.86	22.86	1.77
75	19.31	24.14	1.28
90	16.75	25.13	0.99
105	14.81	25.92	0.80

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	0.80	1.28	2.69	13.51	4.89	1.77	0.99

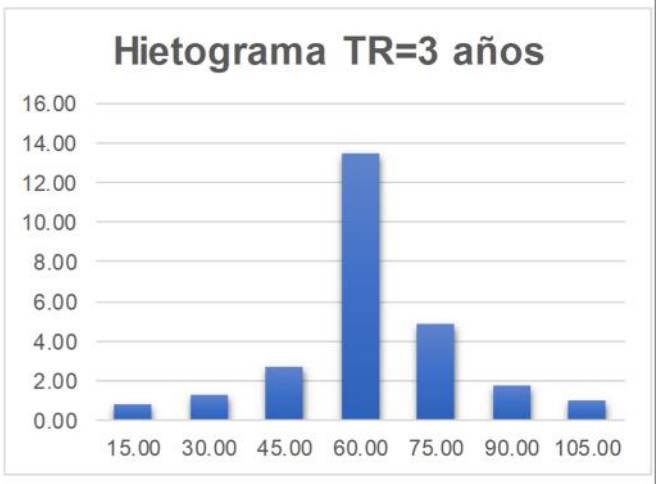


Figura 98. Hietograma para un periodo de retorno de 3 años

TR	5	Años
C_1	1190.96	
X_0	11.4	
C_2	-0.89412	

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	63.80	15.95	15.95
30	42.67	21.33	5.38
45	32.36	24.27	2.94
60	26.21	26.21	1.94
75	22.10	27.63	1.42
90	19.15	28.73	1.10
105	16.93	29.63	0.90

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	0.90	1.42	2.94	15.95	5.38	1.94	1.10

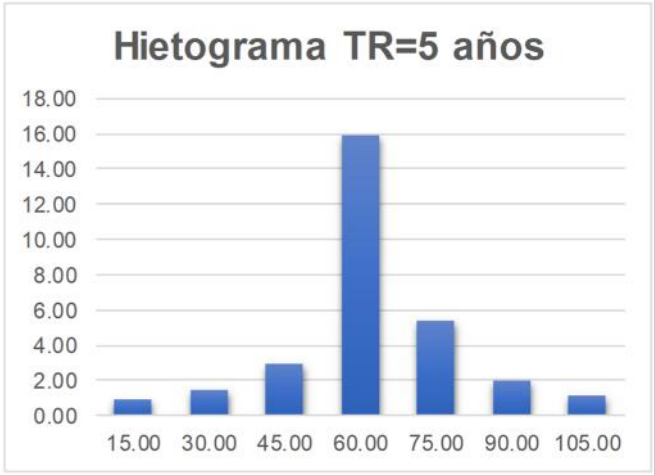


Figura 99. Hietograma para un periodo de retorno de 5 años

TR	10	Años
C_1	1437.84	
X_0	11.3	
C_2	-0.89975	

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	1.03	1.63	3.41	18.97	6.31	2.24	1.27

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	75.88	18.97	18.97
30	50.55	25.28	6.31
45	38.26	28.69	3.41
60	30.93	30.93	2.24
75	26.05	32.56	1.63
90	22.55	33.83	1.27
105	19.92	34.85	1.03

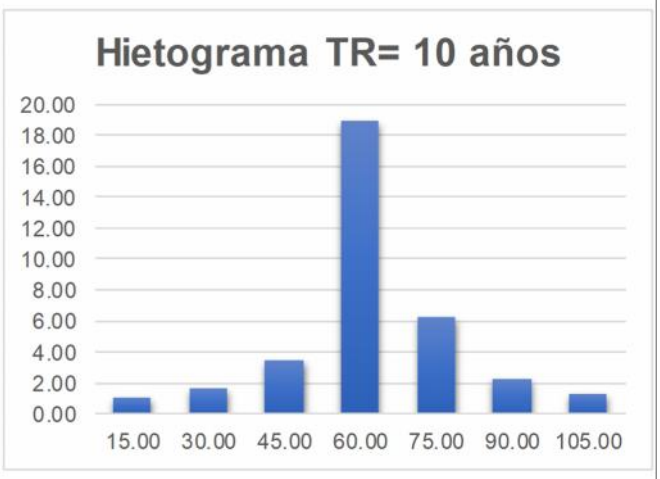


Figura 100. Hietograma para un periodo de retorno de 10 años

TR	25	Años
C_1	1859.79	
X_0	11.9	
C_2	-0.91574	

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	1.16	1.89	4.06	22.81	7.59	2.63	1.45

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	91.24	22.81	22.81
30	60.80	30.40	7.59
45	45.94	34.46	4.06
60	37.08	37.08	2.63
75	31.18	38.97	1.89
90	26.95	40.42	1.45
105	23.76	41.58	1.16

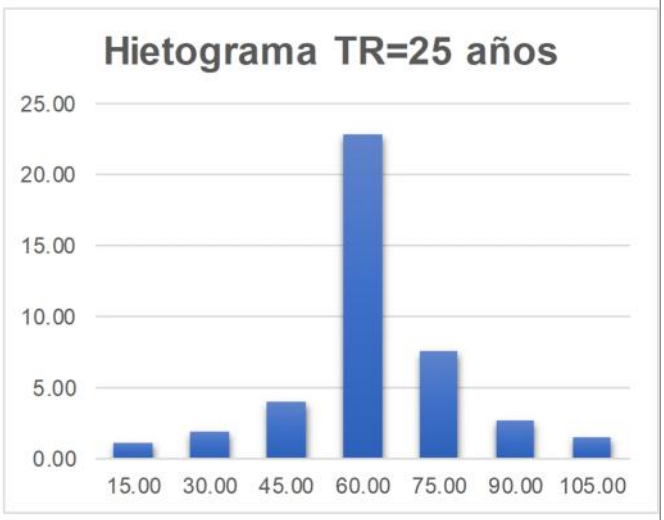


Figura 101. Hietograma para un periodo de retorno de 25 años

TR	50	Años
C_1	1943.47	
X_0	11	
C_2	-0.90516	

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	1.31	2.09	4.42	25.45	8.25	2.88	1.62

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	101.81	25.45	25.45
30	67.41	33.71	8.25
45	50.84	38.13	4.42
60	41.01	41.01	2.88
75	34.48	43.10	2.09
90	29.81	44.71	1.62
105	26.30	46.02	1.31

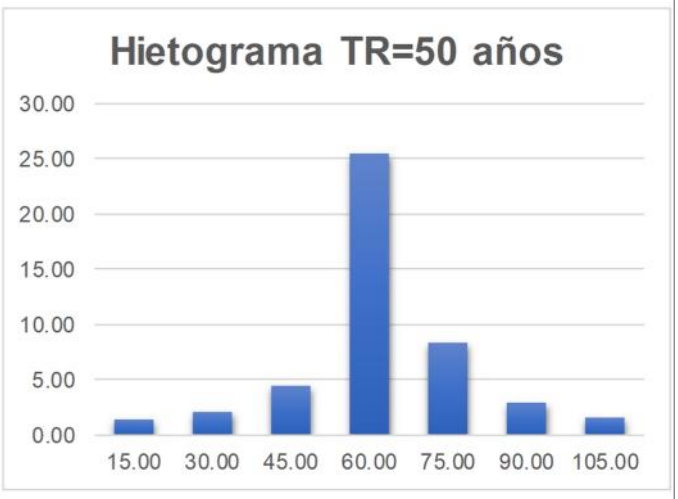


Figura 102. Hietograma para un periodo de retorno de 50 años

TR	100	Años
C_1	2307.79	
X_0	11.7	
C_2	-0.91832	

t (min)	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00
ΔP (mm)	1.40	2.28	4.92	28.26	9.27	3.18	1.75

t (min)	I (mm/hr)	P(mm)	ΔP (mm)
15	113.03	28.26	28.26
30	75.06	37.53	9.27
45	56.60	42.45	4.92
60	45.63	45.63	3.18
75	38.32	47.91	2.28
90	33.10	49.65	1.75
105	29.17	51.05	1.40

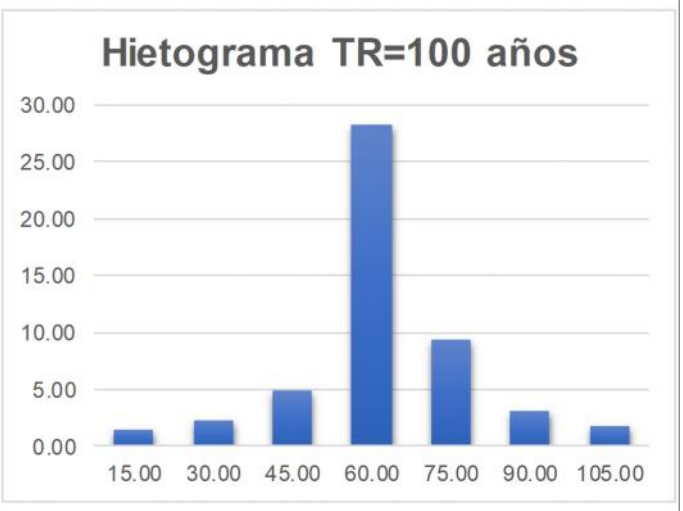


Figura 103. Hietograma para un periodo de retorno de 100 años

8.5 Diseño de obras de drenaje

Para el diseño de las obras de drenaje requeridas en la intervención geotécnica propuesta para el sitio de interés en el sector de Arboleda Sur, se proyecta lo siguiente:

- Reacondicionamiento de la red pluvial existente en el sector superior al sitio de intervención, correspondiente al barrio Arboleda Sur, para lo cual se evaluó la capacidad hidráulica de los sumideros dentro del área de interés y se optimizo la red pluvial existente.
- Manejo de la escorrentía superficial y sub superficial en el sitio de la intervención geotécnica a través de drenes y canales revestidos en concreto, la ubicación de estos es función de las condiciones del terreno después de las intervenciones geotécnicas.

Teniendo en cuenta los sectores a intervenir y el proceso constructivo para llevar a cabo las obras, se dividió el diseño hidráulico por fases de la siguiente forma.

Fase 1: Evaluación hidráulica de los sumideros existentes y recogimiento de las aguas superficiales de la zona Nor – Oriental y el diseño de las obras de drenaje de la zona central del sitio de estudio.

Fase 2: Diseño de las obras de drenaje de la zona Sur del sitio de estudio.

Fase 3: Diseño de las obras de drenaje de la zona Norte (Sector del Parqueadero) y el drenaje de la vía que se reconformará del sitio de estudio.

8.5.1 Evaluación de la capacidad hidráulica de los sumideros (Fase 1)

La evaluación de la capacidad hidráulica de los sumideros existentes se hizo conforme a las disposiciones de las normas NS-085 Criterios de diseño para sistemas de alcantarillado y la NS-047 Sumideros de la EAB.

A raíz de las actividades de campo y lo consignado en el Sistema de Información Geográfico de la EAB, se identificaron cinco (5) sumideros en la zona de interés del barrio Arboleda sur, estos se muestran a continuación.

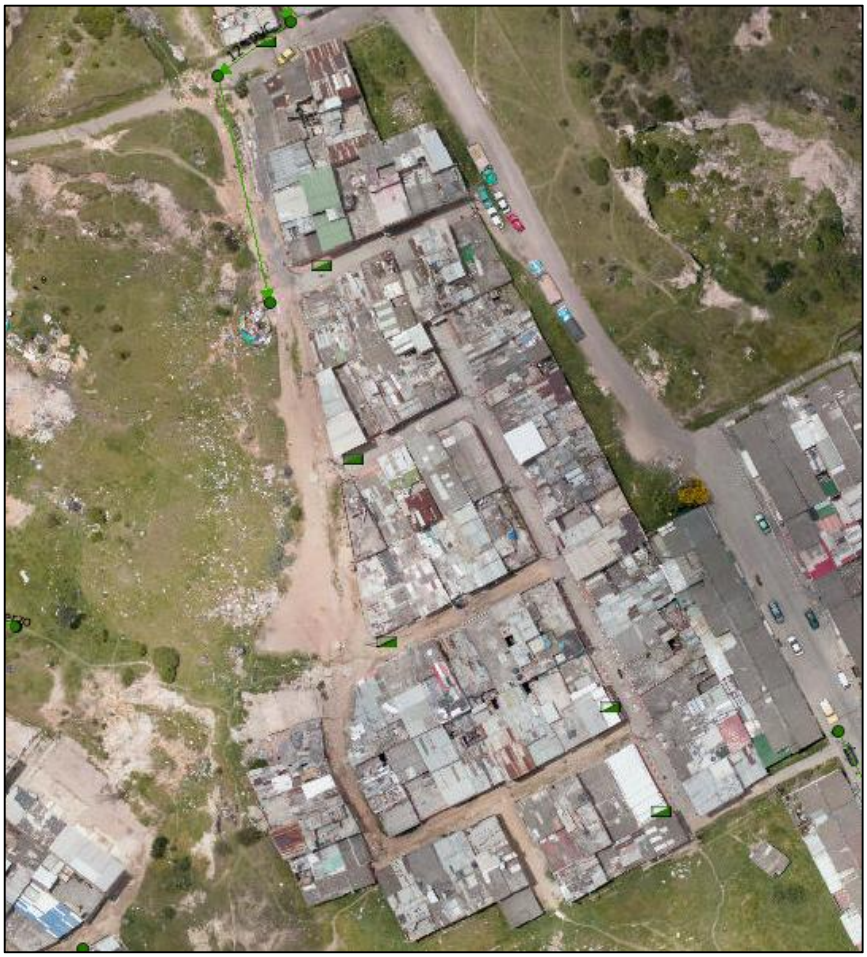


Figura 104 Sumideros en el sector de interés

Tomando en cuenta las condiciones topográficas de la zona, las pendientes de las vías existentes y la arquitectura de las casas del sector, con especial atención a la dirección de las aguas de las cubiertas de las mismas, se definieron zonas de drenaje para cada uno de los sumideros; éstas se exponen en las dos figuras siguientes.

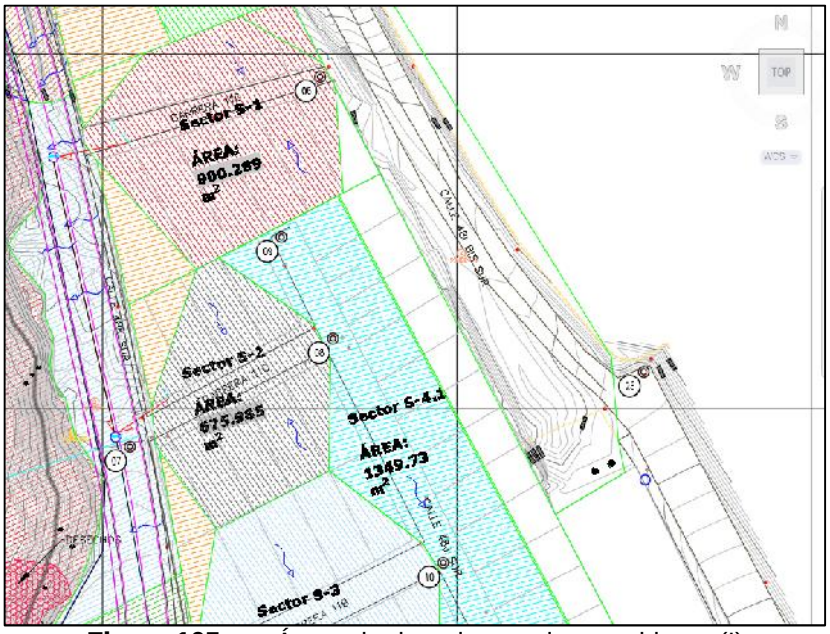


Figura 105 Áreas de drenaje para los sumideros (I)

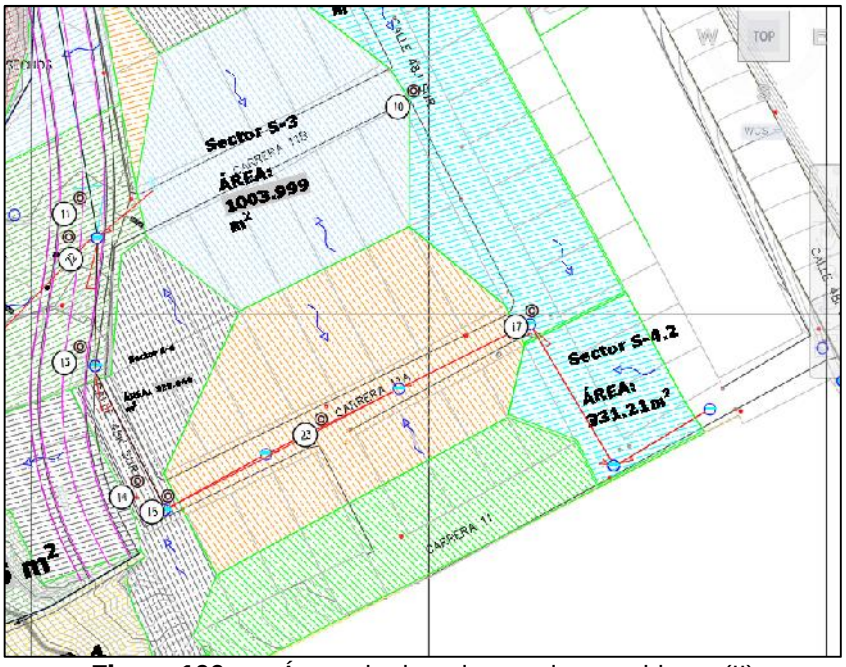


Figura 106 Áreas de drenaje para los sumideros (II)

La estimación de los caudales para la evaluación hidráulica de las obras de drenaje se llevó a cabo aplicando el método racional.

- **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota de agua caída en el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio del desagüe (Julian and Upegui 2010). Tomando como base la ecuación de Kirpich, se determina el tiempo de concentración a partir de la longitud y la pendiente de la cuenca, tal como se presenta a continuación:

$$Tc = 0{,}06628 \ x \ (\frac{L}{S^{0,5}})^{0,77}$$

Donde,

Tc: Tiempo de concentración, h.
L: Longitud del cauce principal, km.
S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima, m/m.

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.18 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.18
Tc Adoptado (min)	15.00

- **Caudales de evaluación**

El caudal de aporte se determina con base en el área de drenaje definida, mediante el método racional cuya expresión de cálculo se presenta a continuación:

$$Q = 2.78 \times C \times I \times A$$

Donde,

C: Coeficiente de Escorrentía
I: Intensidad de precipitación, mm/h
A: Área de la cuenca, Ha
Q: Caudal de escorrentía, l/s

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presentan los resultados de la evaluación hidráulica realizada a los sumideros del sector.

- **Condiciones hidráulicas del sumidero 1**

Conforme a las disposiciones de la NS-047, se tiene que las condiciones de evaluación del sumidero 1 son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 33 Condiciones de evaluación del sumidero 1

Tipo de sumidero:	Sumidero compuesto (NS-047)	
Rugosidad de manning n :	Pavimento en concreto - Acabado texturizado	0.016
Cuneta tipo:	NO	
Ancho de la cuneta triangular W(m) :		1
Tiempo de concentración tc (min) :	15	
Ancho de inundación admisible (m) :	Bombeo a un solo lado de la vía	2
Altura del sardinel (m) :	0.25	
Altura de ventana lateral (m) :	0	

El área de drenaje para el sumidero 1 abarca la totalidad de la carrera 11D, tiene una extensión aproximada de 900.3 m^2, y en su mayoría recibe aportes de las cubiertas ubicadas en esta zona. Con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal para la zona de drenaje del sumidero 1; como periodo de retorno de adopto el establecido por la normativa aplicable (Tr=3años).

Tabla 34 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S1

Sumidero No	Área de drenaje A	Porcentaje de área de drenaje No 1	Tipo de Area de drenaje No 1	Coeficiente de escorrentía ponderado C	Periodo de retorno de diseño Tr	Tiempo de concentración tc	Intensidad de la lluvia I	Caudal Q
	[Ha]	[%]		[ ]	[años]	[min]	[mm/h]	[l/s]
1	0.090	100%	Cubiertas.	0.85	3	15	54.034	11.482

Teniendo en cuenta lo anterior, de la evaluación hidráulica se concluye que el sumidero cuenta con la capacidad suficiente para evacuar la totalidad de la escorrentía de la zona en la que se encuentra ubicado, tal y como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 35 Condiciones de operación del sumidero S1

Caudal captado por la rejilla	Caudal total interceptado	Caudal total que puede ser Captado por el sumidero	Caudal de exceso
[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
13.344	11.482	6.044	0.000

Los cálculos de la evaluación del sumidero se presentan como parte del anexo 6.

- **Condiciones hidráulicas del sumidero 2**

Conforme a las disposiciones de la NS-047, se tiene que las condiciones de

evaluación del sumidero 2 son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 36 Condiciones de evaluación del sumidero 2

Tipo de sumidero :	Sumidero compuesto (NS-047)	
Rugosidad de manning n :	Pavimento en concreto - Acabado texturizado	0.016
Cuneta tipo:	NO	
Ancho de la cuneta triangular W(m) :		1
Tiempo de concentración tc (min) :	15	
Ancho de inundación admisible (m) :	Bombeo a un solo lado de la vía	2
Altura del sardinel (m) :	0.25	
Altura de ventana lateral (m) :	0	

El área de drenaje para el sumidero 2 abarca la totalidad de la carrera 11C, tiene una extensión aproximada de 675.985 m^2, y en su mayoría recibe aportes de las cubiertas ubicadas en esta zona. Con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal para la zona de drenaje del sumidero 2; como periodo de retorno de adopto el establecido por la normativa aplicable (Tr=3años).

Tabla 37 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S2

Sumidero No	Área de drenaje	Porcentaje de área de drenaje	Tipo de Area de drenaje	Coeficiente de escorrentía ponderado	Periodo de retorno de diseño	Tiempo de concentración	Intensidad de la lluvia I	Caudal Q
	[Ha]	[%]		[ ]	[años]	[min]	[mm/h]	[l/s]
2	0.068	100%	Cubiertas.	0.85	3	15	54.034	8.624

Teniendo en cuenta lo anterior, de la evaluación hidráulica se concluye que el sumidero cuenta con la capacidad suficiente para evacuar la totalidad de la escorrentía de la zona en la que se encuentra ubicado. tal y como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 38 Condiciones de operación del sumidero S2

Caudal captado por la rejilla	Caudal total interceptado	Caudal total que puede ser Captado por el sumidero	Caudal de exceso
[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
14.259	8.624	6.044	0.000

Los cálculos de la evaluación del sumidero se presentan como parte del anexo 6.

- **Condiciones hidráulicas del sumidero 3**

Conforme a las disposiciones de la NS-047, se tiene que las condiciones de evaluación del sumidero 3 son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 39 Condiciones de evaluación del sumidero 2

Tipo de sumidero :	Sumidero compuesto (NS-047)	
Rugosidad de manning n :	Pavimento en concreto - Acabado texturizado	0.016
Cuneta tipo:	NO	
Ancho de la cuneta triangular W(m) :		1
Tiempo de concentración tc (min) :	15	
Ancho de inundación admisible (m) :	Bombeo a un solo lado de la vía	2
Altura del sardinel (m) :	0.25	

El área de drenaje para el sumidero 3 abarca la totalidad de la carrera 11B, tiene una extensión aproximada de 1003.99 m^2. Con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal para la zona de drenaje del sumidero 3; como periodo de retorno de adopto el establecido por la normativa aplicable (Tr=3años).

Tabla 40 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S3

Sumidero No	Área de drenaje A	Porcentaje de área de drenaje No 1	Tipo de Area de drenaje No 1	Coeficiente de escorrentía ponderado C	Periodo de retorno de diseño Tr	Tiempo de concentración tc	Intensidad de la lluvia I	Caudal Q
	[Ha]	[%]		[ ]	[años]	[min]	[mm/h]	[l/s]
3	0.100	100%	Vías no pavimentadas y superficies con suelos compactados	0.60	3	15	54.034	9.006

Teniendo en cuenta lo anterior, de la evaluación hidráulica se concluye que el sumidero cuenta con la capacidad suficiente para evacuar la totalidad de la escorrentía de la zona en la que se encuentra ubicado. tal y como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 41 Condiciones de operación del sumidero S3

Caudal captado por la rejilla	Caudal total interceptado	Caudal total que puede ser Captado por el sumidero	Caudal de exceso
[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
11.640	9.006	6.044	0.000

Los cálculos de la evaluación del sumidero se presentan como parte del anexo 6.

- **Condiciones hidráulicas del sumidero 4 y 5**

Conforme a las disposiciones de la NS-047, se tiene que las condiciones de evaluación del sumidero 4 y 5 son las que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 42 Condiciones de evaluación del sumidero 4 y 5

Tipo de sumidero:	Sumidero compuesto (NS-047)	
Rugosidad de manning n :	Pavimento en concreto - Acabado texturizado	0.016
Cuneta tipo:	NO	
Ancho de la cuneta triangular W(m) :		1
Tiempo de concentración tc (min) :	15	
Ancho de inundación admisible (m) :	Bombeo a un solo lado de la vía	2
Altura del sardinel (m) :	0.25	

El área de drenaje para los sumideros 4 y 5 abarca la totalidad de la Calle 48J Sur, tiene una extensión aproximada de 1680.94 m^2. Con lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el cálculo del caudal para la zona de drenaje del sumidero 4 y 5; como periodo de retorno de adopto el establecido por la normativa aplicable (Tr=3años).

Tabla 43 Calculo del caudal del caudal de la zona de drenaje S4

Sumidero No	Área de drenaje	Porcentaje de área de drenaje	Tipo de Área de drenaje	Coeficiente de escorrentía ponderado	Periodo de retorno de diseño	Tiempo de concentración	Intensidad de la lluvia	Caudal
	[Ha]	[%]		[ ]	[años]	[min]	[mm/h]	[l/s]
4	0.130	85%	Superficies en Concreto	0.95	5	15	54.034	18.537
5	0.033	100%	Superficies en Concreto	0.95	5	15	54.034	4.720

Teniendo en cuenta lo anterior, de la evaluación hidráulica se concluye que el sumidero cuenta con la capacidad suficiente para evacuar la totalidad de la escorrentía de la zona en la que se encuentra ubicado. tal y como se expone en la siguiente tabla.

Tabla 44 Condiciones de operación del sumidero 4 y 5

Caudal captado por la rejilla	Caudal total interceptado	Caudal total que puede ser Captado por el sumidero	Caudal de exceso
[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
31.353	18.537	6.044	0.000
14.524	4.720	6.044	0.000

Los cálculos de la evaluación del sumidero se presentan como parte del anexo 6.

8.5.2 Red pluvial (Fase 1)

Con los trabajos adelantados en campo, se identificaron y catastraron quince pozos de inspección, pertenecientes a una red pluvial, con tuberías de concreto y PVC con

diámetros entre 8” y 12”, con estados de conservación distintos entre sí; teniendo en cuenta que las condiciones de inestabilidad en la zona de intervención generaron afectaciones sobre algunas de las estructuras hidráulicas, que los diámetros en algunos de los tramos de tuberías son menores al mínimo establecido en el capítulo 4.3.7 Diámetros mínimos de la NS-085 de la EAB, y que los movimientos de tierras y las obras complementarias relacionadas con las actividades estabilización geotécnicas del sector generan cambios sustanciales en las condiciones topográficas del mismo, se realiza una optimización a la red pluvial, incrementando los diámetros de las tuberías e implementando un trazado acorde a las obras geotécnicas propuestas.

Topología de la red optimizada

La red pluvial optimizada para el barrio Arboleda Sur, están conformada por trece tramos de tubería de pvc, con una configuración dendrítica, en la que se hizo necesaria la conformación de seis pozos de inspección nuevos, cuatro de los cuales se ubican en los tramos finales de la red, localizados en la zona de intervención principal. Una vista en planta de la red optimizada se presenta en la siguiente figura.

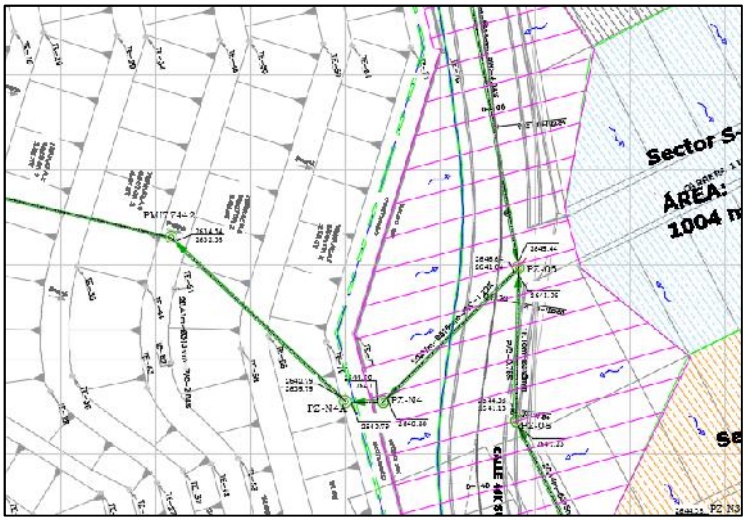


Figura 107 Red pluvial fase 1

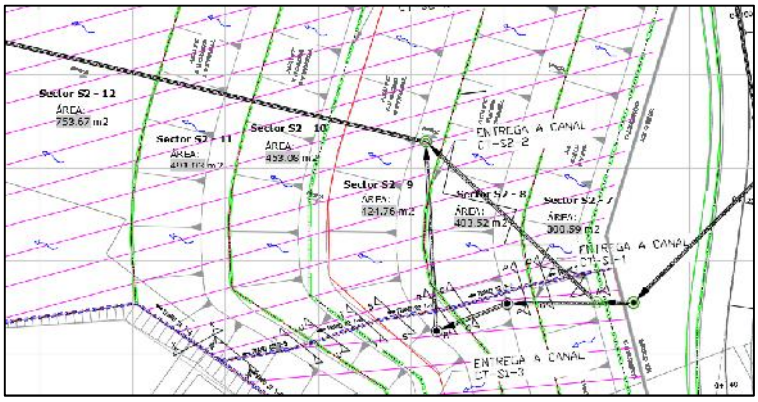


Figura 108 Red pluvial para fase 2

Estimación de caudales:

La estimación de los caudales para el diseño de la optimización de la red pluvial se llevó a cabo aplicando el método racional, teniendo en cuenta esto se presenta el cálculo para los tramos que conforman la red.

- **Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía adopta valores diferentes en función de las características de la superficie y el periodo de retorno de diseño, de acuerdo con las características del proyecto, y conforme a la tabla siguiente, se adopta un valor de 0.85 para las superficies de drenaje del barrio Arboleda Sur.

Tabla 45 Coeficientes de escorrentía NS-085

Tipo de superficie	C
ZONAS URBANIZADAS (Áreas residenciales, comerciales, industriales, vías, andenes, etc…)	
Cubiertas	0,85
Superficies en asfalto	0,80
Superficies en concreto	0,85
Superficies adoquinadas	0,75
Vías no pavimentadas y superficies con suelos compactados	0,60
ZONAS VERDES (Jardines, parques, etc…)	
Terreno plano (Pendiente menor al 2%)	0,25
Terreno promedio (Pendiente entre el 2% y el 7%)	0,35
Terreno de alta pendiente (Pendiente superior al 7%)	0,40

- **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota de agua caída en el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio del desagüe (Julian and Upegui 2010). Tomando como base la ecuación de Kirpich, se determina el tiempo de concentración a partir de la longitud y la pendiente de la cuenca, tal como se presenta a continuación:

$$Tc = 0{,}06628 \ x \ (\frac{L}{S^{0,5}})^{0,77}$$

Donde,

Tc: Tiempo de concentración, h.
L: Longitud del cauce principal, km.
S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima, m/m.

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.18 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.18
Tc Adoptado (min)	15.00

- **Periodo de retorno para diseño**

Conforme a lo establecido en el subcapítulo 4.2.1.2 Periodo de retorno del evento de diseño de la NS-085 de la EAB, se adoptó como periodo de retorno para el aguacero de diseño el valor de 5 años.

Tabla 46 Periodo de retorno para diseño NS-085

Características del área de drenaje	Periodo de retorno para diseño (años)
Tramos pertenecientes a la red secundaria de alcantarillado en zonas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o mixtas	5
Tramos de la red troncal de alcantarillado	10
Canalizaciones abiertas que drenen áreas hasta 100 ha	25
Canales abiertos áreas mayores que 100 ha y adecuación de cauces de ríos y quebradas de cualquier área*.	100

- **Caudales de diseño**

Conforme a lo anteriormente descrito, y a la división de las áreas de drenaje para cada tramo de la red pluvial, presentada en la siguiente figura, se realizó el cálculo de los caudales de diseño.

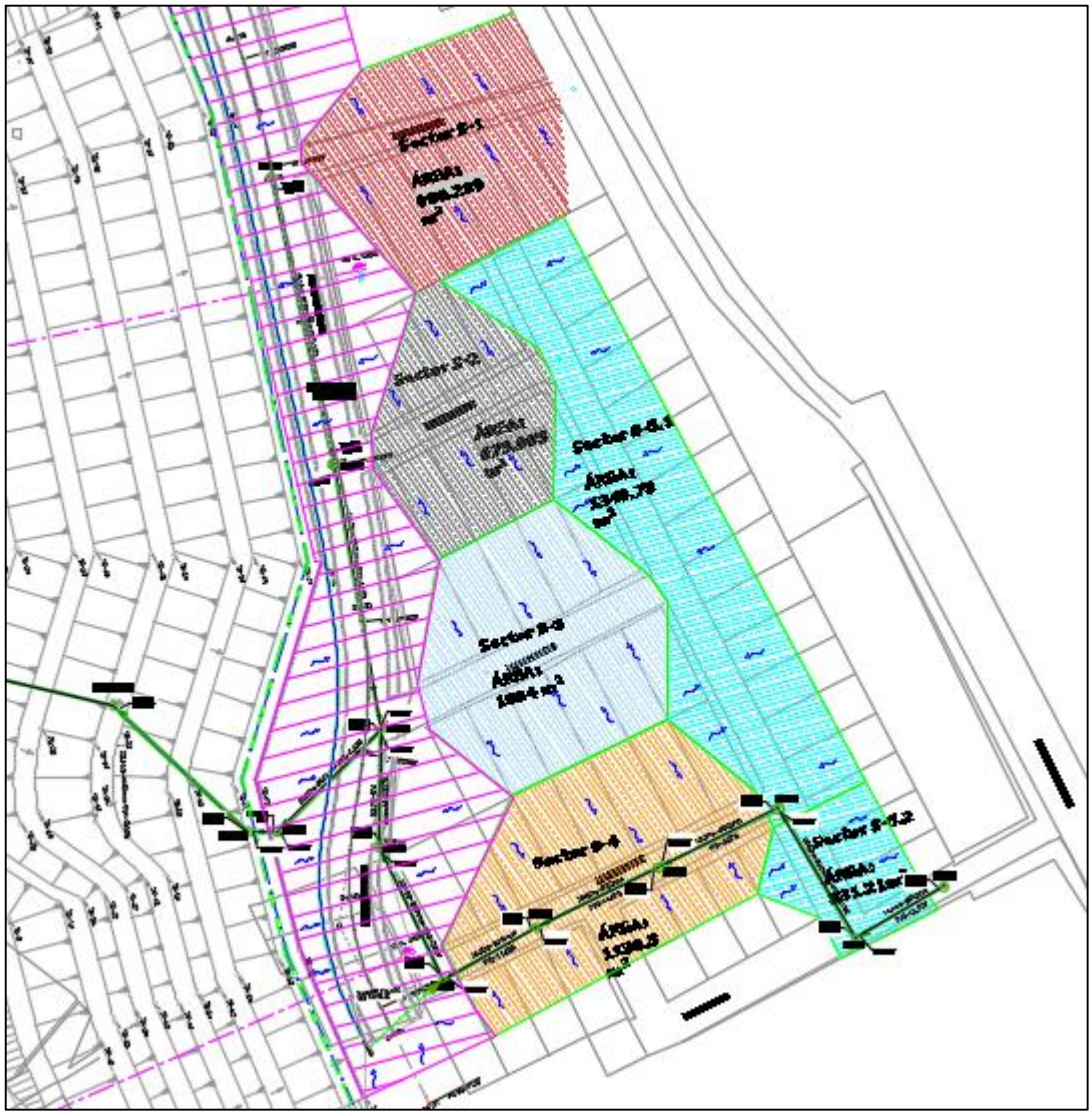


Figura 109 Áreas de drenaje para la red pluvial

Los caudales de diseño para cada uno de los tramos que conforman a la red se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 47 Caudales de diseño por tramo

Caudal								
TRAMO		ÁREA AFERENTE		TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	DURACIÓN DE LA LLUVIA	INTENSIDAD DE LA LLUVIA (Tr=50 AÑOS)	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	CAUDAL DE DISEÑO (Qd)
INICIO	FIN	PARCIAL	ACUMULADA					
		m2	m2	Minutos	Minutos	mm/hora	-	l/s
PZ-01-LL	PZ-02-LL	0	0.0	15.0	15.0	63.80	0.9	0.00
PZ-02-LL	PZ-03-LL	331.21	331.2	15.0	15.0	63.80	0.9	4.99
PZ-03-LL	PZ-N1-LL	1349.73	1,680.9	15.0	15.0	63.80	0.9	25.34
PZ-N1-LL	PZ-N3-LL	0	1,680.9	15.0	15.0	63.80	0.9	25.34
PZ-N3-LL	PZ-04-LL	0	1,680.9	15.0	15.0	63.80	0.9	25.34
PZ-04-LL	PZ-05-LL	1130.5	2,811.4	15.0	15.0	63.80	0.9	42.38
PZ-05-LL	PZ-06-LL	526.95	3,338.4	15.0	15.0	63.80	0.9	50.33
						63.80		
PZ-N2-LL	PZ-07-LL	900.289	900.3	15.0	15.0	63.80	0.9	13.57
PZ-07-LL	PZ-06-LL	675.98	1,576.3	15.0	15.0	63.80	0.9	23.76
						63.80		
PZ-06-LL	PZ-N4-LL	0	4,914.7	15.0	15.0	63.80	0.9	74.09
PZ-N4-LL	PZ-N5-LL	0	4,914.7	15.0	15.0	63.80	0.9	74.09
PZ-N5-LL	PZ-N6-LL	1	4,914.7	15.0	15.0	63.80	0.9	74.09
PZ-N6-LL	PMI77442	0	4,914.7	15.0	15.0	63.80	0.9	74.09

- **Diseño de la red**

En la siguiente tabla se muestran las cotas de los tramos de la red pluvial optimizada, en el anexo 6 se presenta a detalle el diseño de la red.

Tabla 48 Resumen de la red pluvial

TRAMO		COTA RASANTE		COTA BATEA		COTA CLAVE	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
		msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm
PZ-01-LL	PZ-02-LL	2650.534	2648.826	2,649.02	2,647.31	2649.33	2647.63
PZ-02-LL	PZ-03-LL	2648.826	2649.752	2,647.28	2,647.04	2647.60	2647.35
PZ-03-LL	PZ-N1-LL	2649.752	2647.100	2,646.74	2,645.59	2647.05	2645.90
PZ-N1-LL	PZ-N3-LL	2647.100	2644.350	2,645.56	2,642.84	2645.87	2643.15
PZ-N3-LL	PZ-04-LL	2644.350	2642.420	2,642.81	2,641.11	2643.12	2641.42
PZ-04-LL	PZ-05-LL	2642.420	2644.377	2,641.08	2,640.91	2641.39	2641.23
PZ-05-LL	PZ-06-LL	2644.377	2646.644	2,640.86	2,640.74	2641.18	2641.05
PZ-N2-LL	PZ-07-LL	2650.400	2648.147	2,648.89	2,646.63	2649.20	2646.95
PZ-07-LL	PZ-06-LL	2648.147	2646.644	2,646.63	2,645.13	2646.95	2645.44
PZ-06-LL	PZ-N4-LL	2641.04	2640.90	2646.64	2644.80	2640.73	2640.59
PZ-N4-LL	PZ-N4A-LL	2640.89	2640.79	2644.80	2642.79	2640.58	2640.48
PZ-N4A-LL	PMI77442	2639.79	2633.14	2642.79	2634.34	2639.48	2632.83
PZ-06-LL	PZ-N4-LL	2641.04	2640.90	2646.64	2644.80	2640.73	2640.59
PZ-06-LL	PZ-N4-LL	2641.04	2640.90	2646.64	2644.80	2640.73	2640.59
PZ-N4-LL	PZ-N4A-LL	2640.89	2640.79	2644.80	2642.79	2640.58	2640.48
PZ-N4A-LL	PZ-N5-LL	2639.79	2635.74	2642.79	2636.94	2639.48	2635.43
PZ-N5-LL	PZ-N6-LL	2634.14	2632.76	2636.94	2633.96	2633.83	2632.45

8.5.3 Manejo de la escorrentía superficial y subsuperficial

Tal y como se estableció en la sección introductoria del presente apartado, para el manejo de la escorrentía superficial y sub superficial en el sitio de la intervención geotécnica se proyectan dos tres tipologías de canales revestidos para el manejo de la escorrentía superficial de la zona, de tal manera que la geometría y la ubicación general de los canales dentro del área de intervención es:

- **Canales triangulares**: Se proyectan canales revestidos de concreto con una sección triangular, en la pata de los taludes de la estabilización. El flujo de los canales triangulares se da de norte a sur, y el caudal que estos encausan se entregan a los canales de sección rectangular.

- **Canales rectangulares**: Los canales de sección rectangular tienen como propósito interceptar el caudal proveniente por los canales triangulares, y unificar los aportes para realizar la descarga de los mismos a la red pluvial existente en el costado oeste del sitio de interés. Este tipo de canales inicia en la parte más alta de la zona de intervención, de tal forma que el sentido de flujo de estos se da de este a oeste.

- **Rápidas escalonadas:** Son canales con gradas o escalones donde se conduce el agua, se va disipando la energía cinética del flujo por impacto con los escalones, llegando el agua al pie de la rápida con energía disipada, por lo que no se hace necesaria alguna estructura adicional, o, dado el caso, una estructura pequeña. Se utilizan en los tramos en los que por las condiciones de pendiente del terreno, los canales convencionales tendrían condiciones de operación inadecuadas.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se presenta de forma general la metodología de cálculo empleada para la determinación de los caudales de diseño y el dimensionamiento de cada una de las estructuras necesarias.

8.5.3.1 Metodología de cálculo

Calculo de los caudales

La estimación de los caudales para el diseño de las obras de drenaje se llevó a cabo aplicando el método racional. Para el análisis es necesario definir las características de la cuenca.

- **Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía adopta valores diferentes en función de las características de la superficie y el periodo de retorno de diseño, de acuerdo con las características del proyecto y conforme a la tabla siguiente, se adopta un valor de 0.47 para las zonas verdes y 0.92 para las áreas en las que a nivel geotécnico, se proyecta un enrocado.

Tabla 49 Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional; CHOW, V.T. Hidrología Aplicada. Bogotá, 1994

TABLA 15.1.1
Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

	Periodo de retorno (años)						
Característica de la superficie	**2**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**500**
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con autorización.

- **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota de agua caída en el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio del desagüe (Julian and Upegui 2010). Tomando como base la ecuación de Kirpich, se determina el tiempo de concentración a partir de la longitud y la pendiente de la cuenca, tal como se presenta a continuación:

$$Tc = 0{,}06628 \ x \ (\frac{L}{S^{0,5}})^{0,77}$$

Donde,

Tc: Tiempo de concentración, h.
L: Longitud del cauce principal, km.
S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima, m/m.

En el caso de que el tiempo de concentración obtenido (Tc=1.08 min) sea inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

- **Periodo de retorno**

De acuerdo con lo indicado en la Resolución 0330 de 2017, se establece un periodo de retorno para diseño de 50 años y se adopta un criterio de borde libre equivalente a la altura de la lámina de agua para un periodo de retorno de 25 años. Las intensidades correspondientes a dichos periodos de retorno se tomaron conforme a lo presentado en las curvas IDF presentados en los capítulos anterior es

- **Áreas de drenaje**

Las áreas de drenaje para el cálculo del caudal de diseño de los canales de manejo de la escorrentía superficial se definieron en función de las condiciones topográficas del terreno después de realizadas las obras de estabilización geotécnica planteadas. De acuerdo a esto, las áreas de drenaje establecidas son aquellas que se presentan en las siguientes figuras.

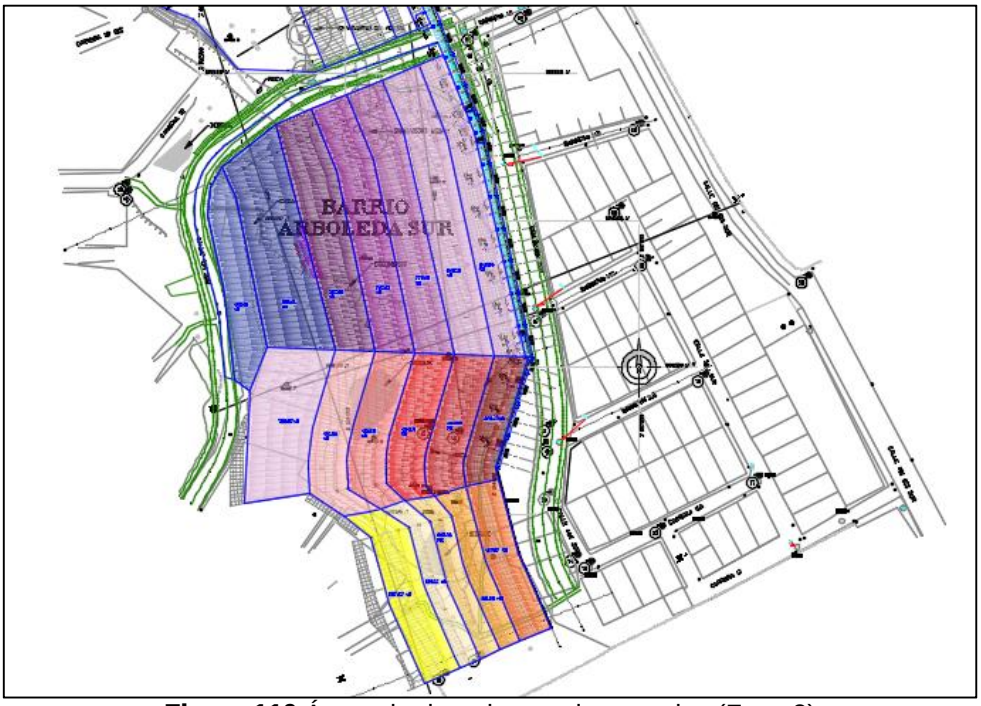


Figura 110 Áreas de drenaje para los canales (Fase 2)

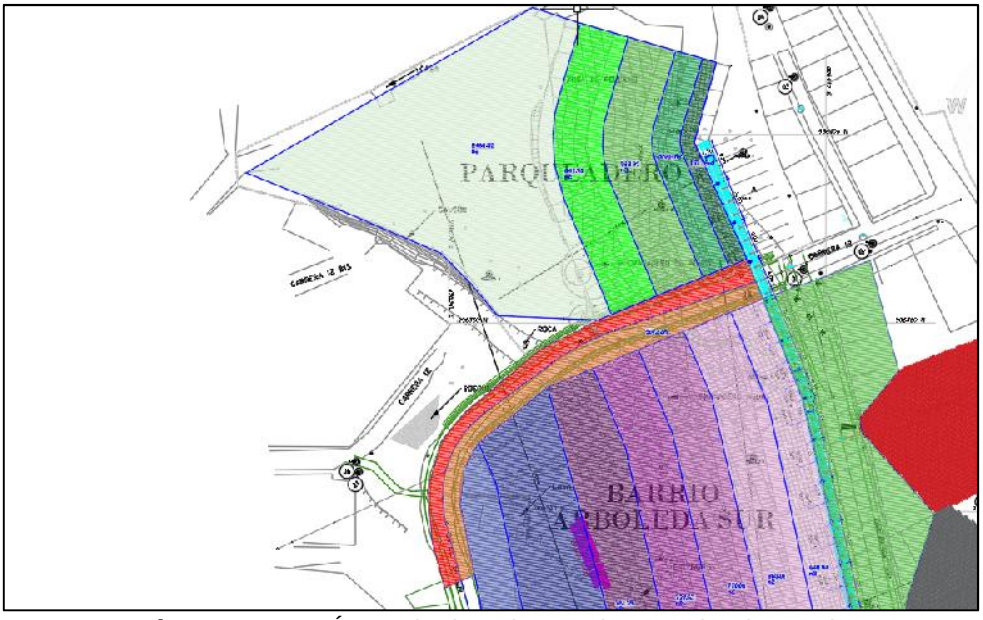


Figura 111 Áreas de drenaje para los canales (Fase 3)



Figura 112 Áreas de drenaje para los canales (Fase 4)

- **Método racional**

El caudal de aporte se determina con base en cada una de las áreas definidas, mediante el método racional cuya expresión de cálculo se presenta a continuación:

$$Q = 2.78 \times C \times I \times A$$

Donde,
C: Coeficiente de Escorrentía
I: Intensidad de precipitación, mm/h
A: Área de la cuenca, Ha
Q: Caudal de escorrentía, l/s

Análisis hidráulico de los canales con sección triangular y rectangular

Para el análisis hidráulico de los canales se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- El análisis de los canales se realiza suponiendo flujo uniforme, razón por lo

cual se emplea la ecuación de Manning para la hidráulica de canales abiertos, donde el caudal se calcula en función de las características geométricas de la sección del canal, la pendiente y el coeficiente de Manning, el cual está determinado de acuerdo con el material del canal.

- Se asume un coeficiente de Manning n=0.013.

- Atendiendo a la recomendación de la resolución 0330 se proyectarán las obras para un periodo de retorno de 50 años.

- Las pendientes longitudinales varían en función del alineamiento de los canales.

Tal como fue mencionado anteriormente, de acuerdo con la hidráulica de canales abiertos, para el cálculo de la capacidad de los canales se emplea la fórmula de Manning, la cual determina el caudal que puede transportar cada elemento en función de la pendiente, el coeficiente de Manning y las características geométricas del canal tal como el área y el radio hidráulico.

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Q Caudal (m^3/s)
n Coeficiente de Manning
A Área hidráulica de la sección transversal (m^2)
R Radio hidráulico R=A/P
S Pendiente longitudinal del canal

Rápida escalonada

El flujo sobre estas escaleras puede darse en tres diferentes condiciones (Ohtsu et al. 2004):

1. Flujo rasante (“skimmimg flow”): para esta condición el agua fluye sobre las esquinas externas de las escaleras como una nata sobre un seudo-fondo, produciéndose una recirculación del agua en la parte interna del escalón. La reducción de energía se da entonces por recirculación de agua en el escalón y por impacto en el escalón aguas abajo.

2. Flujo escalón a escalón (“nappe flow”): en este caso el flujo de cada escalón sigue una trayectoria tipo jet con un lente de aire bajo la napa, golpeando la huella del escalón aguas abajo y generando un resalto hidráulico. La pérdida de energía se produce entonces por la dispersión del chorro en el aire, por la

mezcla del agua en el impacto y por el desarrollo total o parcial del resalto hidráulico. La metodología para el análisis de este flujo es presentada por Chanson (1994) y Ven Te Chow en su libro de canales abiertos (método del número de caída).

3. Flujo de transición: condición intermedia entre las dos anteriores en que la napa sobre el lente aire puede o no formarse y se produce una recirculación parcial del agua en cada escalón.

Por las características topográficas de la zona, con altas pendientes, se proyecta una estructura de caída escalonada con flujo rasante para el tramo indicado, la cual ha sido analizada (Ohtsu et al., 2004) para pendientes entre 5.7° y 55°, con pendientes que oscilan entre el 10% y 150% aproximadamente, pues la formación total o parcial del resalto hidráulico para un flujo escalón a escalón implica pendientes suaves del terreno.

El diseño consiste entonces en determinar la velocidad, v_w y profundidad del flujo, d_w en la estructura, la energía al final de la estructura, E_{res} y el incremento de la profundidad del flujo por efecto del aire ($y_{0.9}$) para determinar la altura de muros de la estructura, H_w.

Las metodologías de diseño para estructuras de caída escalonadas con flujo rasante son variadas y todas de carácter experimental, habiendo seleccionado en este diseño la aconsejada por el profesor Ohtsu (Ohtsu, 2004) dada su trayectoria en esta área de la hidráulica ya que recoge las últimas experiencias de numerosos investigadores del tema.

Dados un ancho de canal, B, una caída total, H_{dam}, un ángulo del canal, θ y un caudal de diseño Qw la profundidad crítica se calcula como $dc=[(Qw/B)^2/g]^{1/3}$, valor con el que la altura total relativa de caída es Hdam/dc.

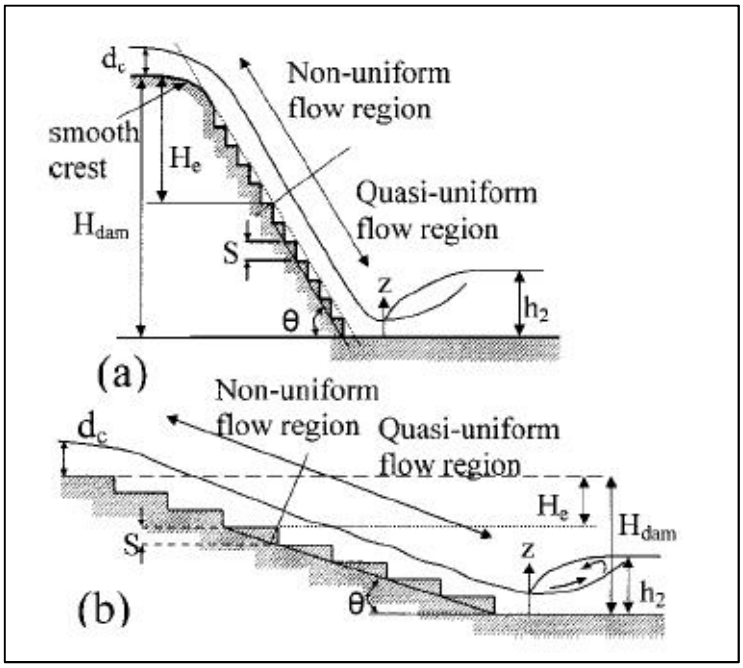


Figura 113 Esquema de definiciones: (a) escalones para q=19, 23, 30 y 55°, (b) escalones tomados para q=5.7, 8.5 y 11.3° (Fuente, Ohtsu et al. 2004. Fig. 2)

Posteriormente se selecciona la caída en cada escalón, S de manera que se forme una condición de flujo tipo rasante. Para ello debe cumplirse la siguiente condición:

$$0.1 \le S/dc \le (S/dc)_s$$

$$(S/dc)_s = \frac{7}{6}(\tan^{-})^{1/6}$$

En las anteriores ecuaciones θ se encuentra en grados y se aplica para valores entre 5.7° y 55°. Los autores recomiendan valores de S/dc>0.25 para incrementar las pérdidas de energía en la estructura.

De acuerdo a la experimentación realizada por Ohtsu, las condiciones de flujo cambian en función del ángulo θ y de la altura relativa del escalón S/dc, por lo que el flujo rasante puede clasificarse como tipo A cuando θ>19 o cuando S/dc<(S/dc)B o como tipo B en otro caso. La expresión para tal clasificación es:

$$(S/dc)_B = 13(\tan^{-})^2 - 2.73\tan^{-} + 0.373 \qquad \text{para } 5.7° <= \theta <= 19°$$

Para el flujo tipo A, la lámina de agua es paralela al seudo-fondo formado por las esquinas exteriores de los escalones, mientras que para el flujo tipo B la lámina de agua fluye parcialmente paralela a la huella del escalón.

El flujo rasante es altamente turbulento, generándose la entrada de grandes cantidades de aire a los largo del canal desde un punto de origen hasta un cierto punto en el cual el cual el flujo llega a ser cuasi-uniforme, sección a partir de la cual no se producen variaciones en la profundidad, concentración de aire y velocidad para un caudal dado. La altura necesaria del canal para que se alcance el flujo cuasi-uniforme, He está dada por la siguiente expresión:

$$\frac{He}{dc}=\left(-1.21x10^{-5}\theta^3+1.60x10^{-3}\theta^2-7.13x10^{-2}\theta+1.30\right)^{-1}\left\{5.7+6.7\exp\left(-6.5\frac{S}{dc}\right)\right\}$$

Si el flujo alcanza la condición cuasi-uniforme, la altura representativa del flujo, dw y la velocidad promedio, ($v_w=(Q_w/B)/d_w=q_w/d_w$) pueden ser predichas a partir de las siguientes ecuaciones:

$\frac{dw}{dc}=\left(\frac{f}{8seno^{-}}\right)^{1/3}$ en que el factor de fricción f del flujo es:

$$f = f\max - A\left(0.5-\frac{S}{dc}\right)^2 \qquad \text{Para } 0.1<=S/dc>=0.5$$

$f=f\max$ Para 0.5<=S/dc<=(S/dc)

Siendo para 5.7°<=θ>=19°:

$$A=-1.7x10^{3-2}+6.4x10^{2-}-1.5x10^{-1}$$

$$f\max=-4.2x10^{-4-2}+1.6x10^{-2-}+3.2x10^{-2}$$

y para 19°<θ<=55°:

$$A=0.452$$

$$f\max=2.32x10^{-5-2}-2.75x10^{-3-}+2.31x10^{-1}$$

Para el flujo cuasi-uniforme, la energía residual, Eres en el extremo inferior de la estructura se determina con la primera parte de las siguientes expresiones:

Para flujo tipo A:

$$\left(\frac{Eres}{dc}\right)_u = \frac{dw}{dc}\cos\theta + \frac{1}{2}\left(\frac{dc}{dw}\right)^2 = \left(\frac{f}{8seno\theta}\right)^{1/3}\cos\theta + \frac{1}{2}\left(\frac{f}{8seno\theta}\right)^{-2/3}$$

Para flujo tipo B:

$$\left(\frac{Eres}{dc}\right)_u = \frac{dw}{dc} + \frac{1}{2}\left(\frac{dc}{dw}\right)^2 = \left(\frac{f}{8seno\theta}\right)^{1/3} + \frac{1}{2}\left(\frac{f}{8seno\theta}\right)^{-2/3}$$

Finalmente, para el flujo cuasi-uniforme la altura de los muros del canal, Hw está dada por:

$$Hw = 1.4 y_{0.9}$$

Siendo $y_{0.9}$ la profundidad del flujo para una concentración de aire de 0.9. Este valor de $y_{0.9}$ se calcula como:

$$y_{0.9} = \frac{dw}{1 - Cmean}$$

$$Cmean = D - 0.30\exp\left\{-5\left(\frac{S}{dc}\right)^2 - 4\frac{S}{dc}\right\}$$

D=0.300 para 2.7°<=θ<=19°

$D = -20\times10^{-4}\theta^2 + 2.14\times10^{-2}\theta - 3.57\times10^{-2}$ para 19°<=θ<=55°

La variable C_{mean} es la concentración media de aire.

En las estructuras en que no se alcanza a desarrollar el flujo cuasi-uniforme, la energía residual E_{res} se calcula como:

$$\frac{Eres}{dc} = 1.5 + \left[\left(\frac{Eres}{dc}\right)_u - 1.5\right]\left(1 - \left(1 - \frac{Hdam}{He}\right)^{-2/5+4}\right)$$

La anterior ecuación es válida para 5.0<=Hdam/dc<=He/dc.

El parámetro $(Eres/dc)_u$ se calcula mediante las ecuaciones definidas previamente para flujo tipo A o tipo B.

Se calcula entonces para este flujo no uniforme la altura representativa del flujo, dw

y la velocidad promedio, v_w por tanteos a partir de la ecuación:

$$Eres = dw\cos^{-} + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo A}$$

$$Eres = dw + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo B}$$

Para finalizar la descripción del funcionamiento hidráulico de la estructura se definen las características del resalto hidráulico que se produce en el extremo inferior de las escaleras definiendo la altura conjugada, Y2 y la longitud de desarrollo del resalto, con las siguientes expresiones:

$$Y2 = \frac{Y1}{2}\left[-1+\left(1+8\frac{q^2}{gY1^3}\right)^{1/2}\right]$$

$$\frac{L}{Y1} = 220\tanh\frac{F1-1}{22}$$

Siendo Y1 y F1, la altura y número de Froude en el inicio del resalto y g la aceleración de la gravedad.

Con las variables de funcionamiento hidráulica de la estructura de escalones, se revisan que las velocidades en el canal sean inferiores a las máximas permitidas en función del revestimiento seleccionado, que la altura de muros no sea desbordada por el flujo y la geometría y condiciones del canal de salida al final de la estructura.

8.5.3.2 Diseño hidráulico y geométrico de los canales con sección triangular (Fase 2)

Tal y como se mencionó anteriormente, los canales triangulares se ubican en sentido norte-sur, en las patas de los taludes de los terraceos propuestos.

Según los patrones de drenaje de la zona de intervención después de las adecuaciones geotécnicas, se identificaron dos sectores en los que se pueden agrupar a los canales con sección triangular diseñados; el sector 1, ubicado al sur de la zona de interés, tiene un área cercana a los 1700 m^2, el sector 2, ubicado al costado norte del área 1, tiene un área aproximada de 6630 m^2.

De acuerdo a los sectores identificados, y para una mejor descripción del diseño de

cada uno de los canales, se realizó una identificación de los mismos, tal y como se muestra en las siguientes figuras:

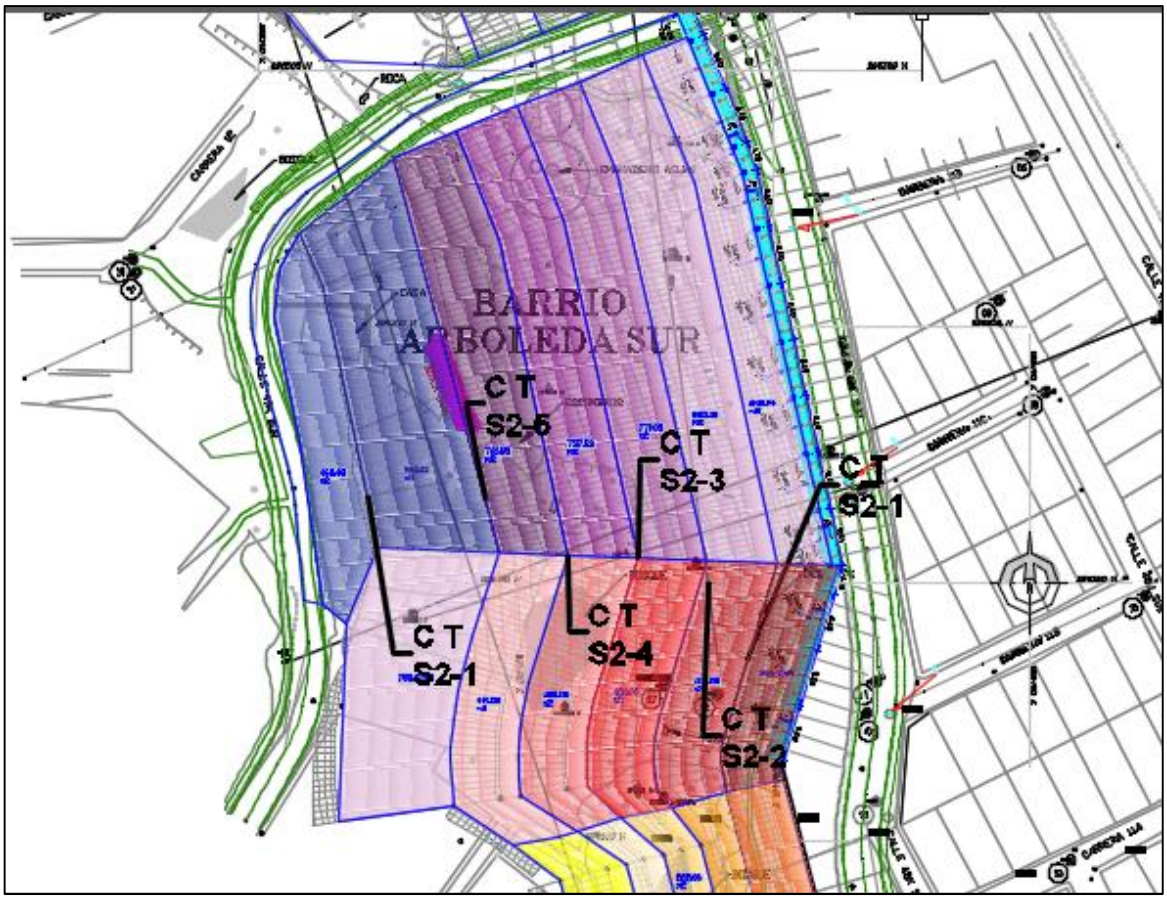


Figura 114 Canales triangulares del sector 2

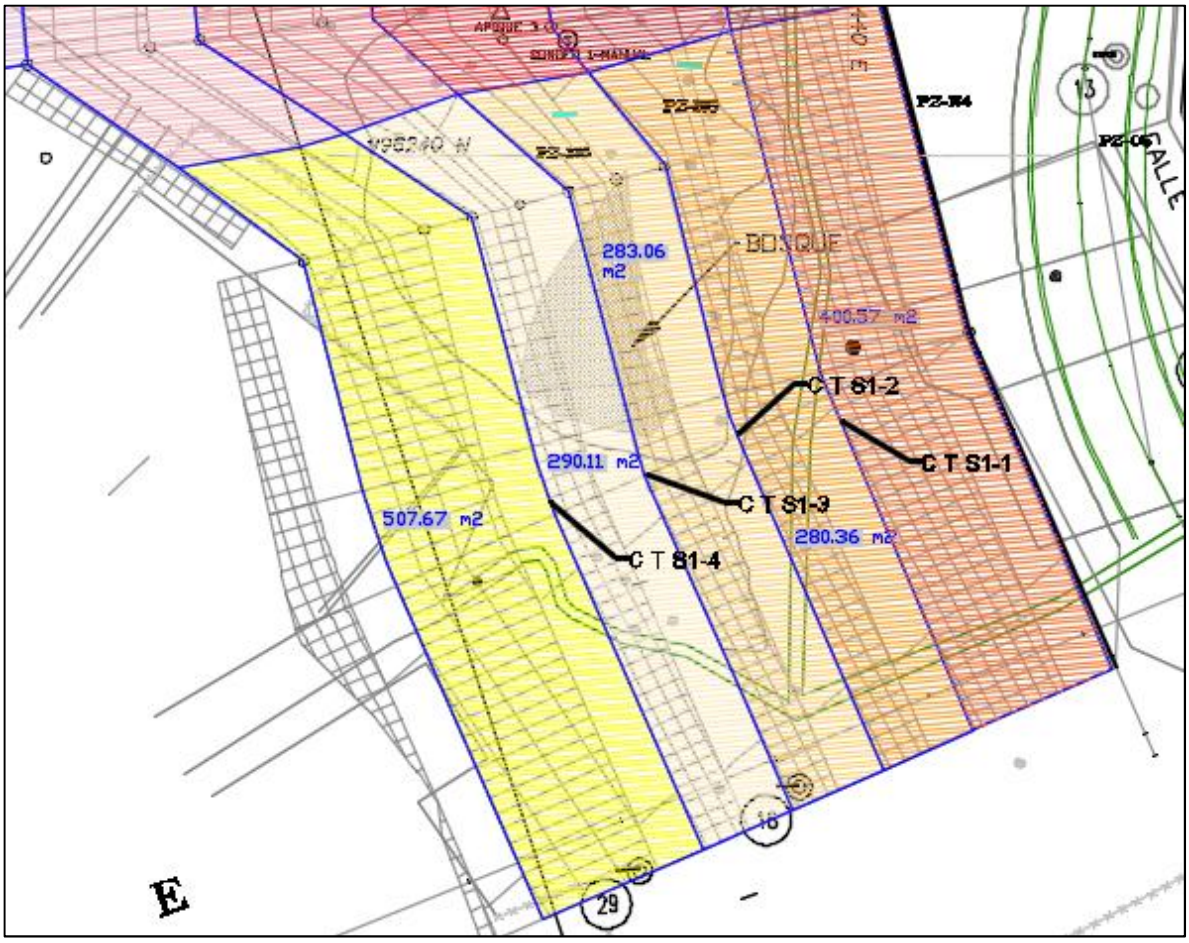


Figura 115 Canales triangulares del sector 2

- **Canal triangular sector 1-1**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 50 Características del sector 1 del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	400.57
Area (Ha)	0.04006
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009

del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.010	0.09

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

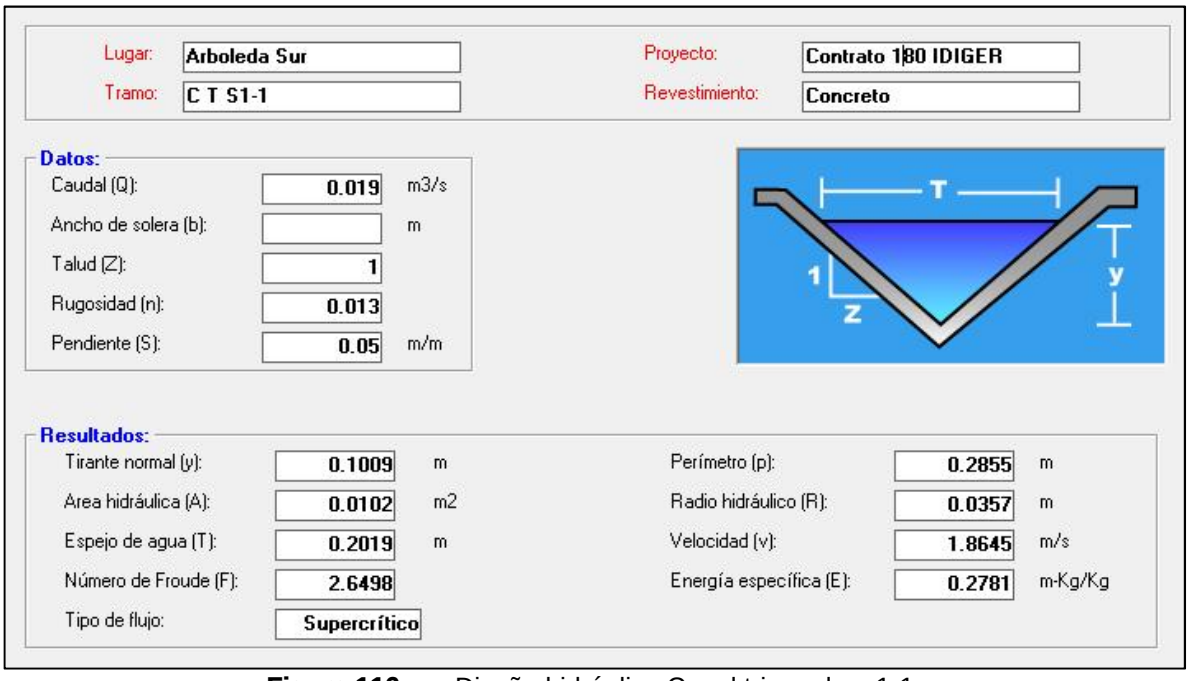


Figura 116 Diseño hidráulico Canal triangular s1-1

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.1m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 1-2**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 51 Características del sector 1 del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	280.36
Area (Ha)	0.028036
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0073	0.0065

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

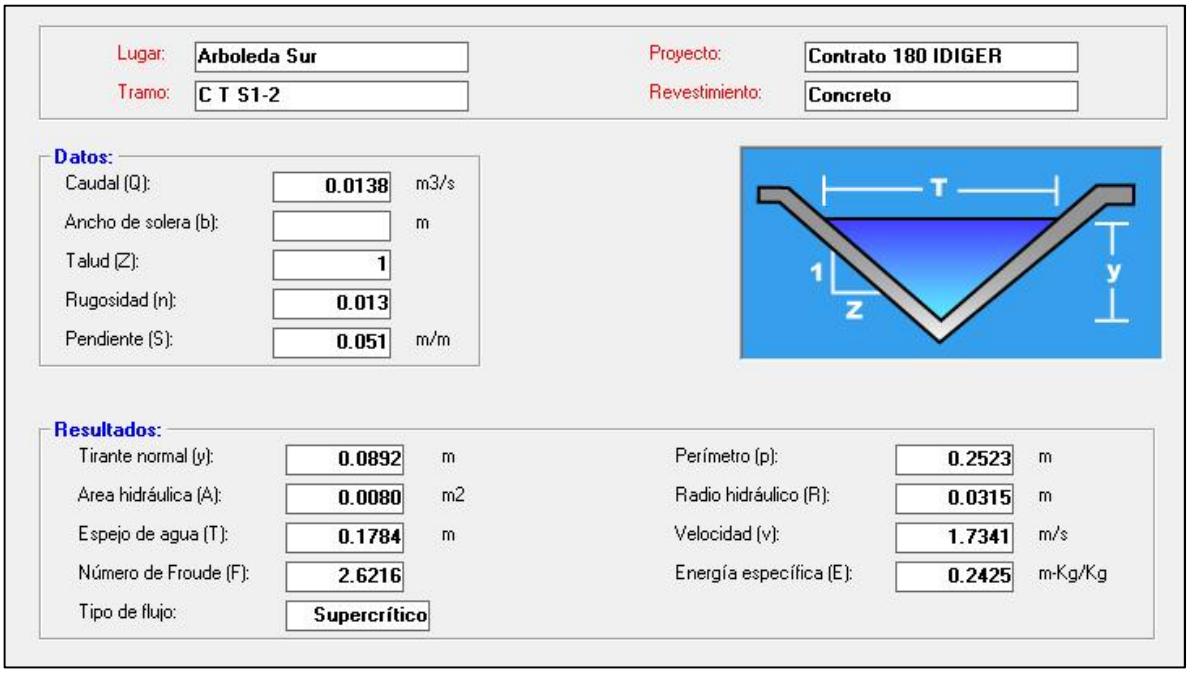


Figura 117 Diseño hidráulico Canal triangular s1-2

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.9m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 1-3**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 52 características del sector 1 del canal triangular 3

Area de Drenaje	
Area (m²)	283.06
Area (Ha)	0.028306
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0074	0.0066

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

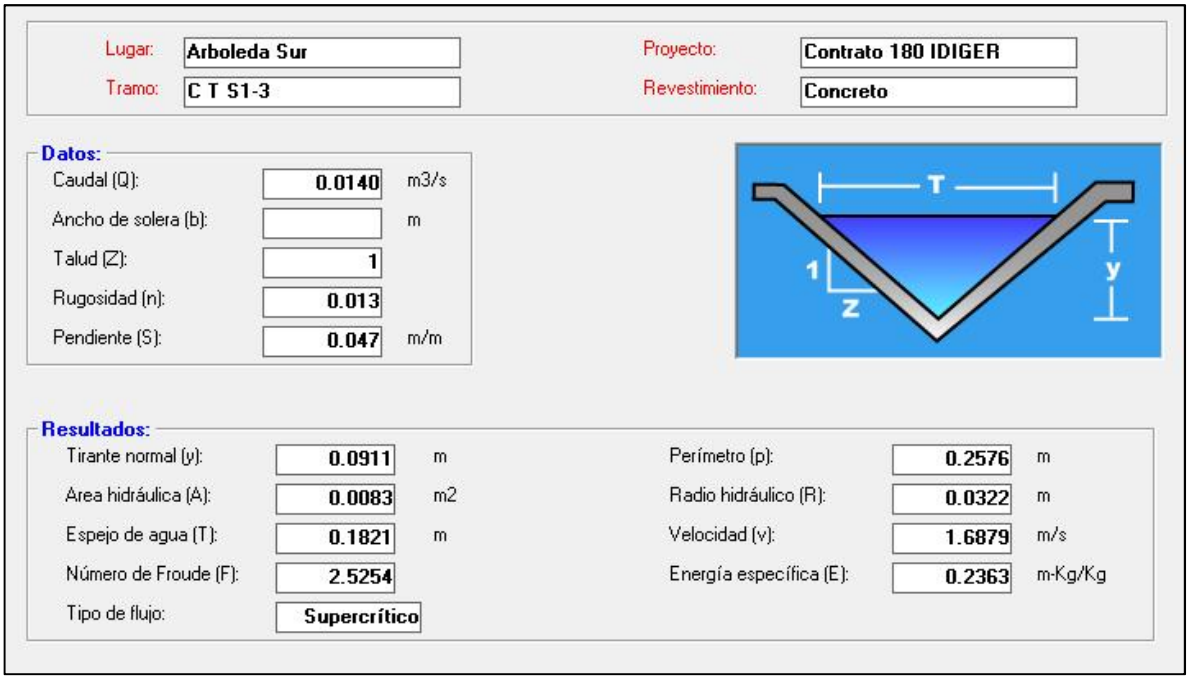


Figura 118 Diseño hidráulico Canal triangular s1-3

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.092m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 1-4**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en

la siguiente tabla.

Tabla 53 Características del sector 1 del canal triangular 4

Area de Drenaje	
Area (m²)	290.11
Area (Ha)	0.029011
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0076	0.0068

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

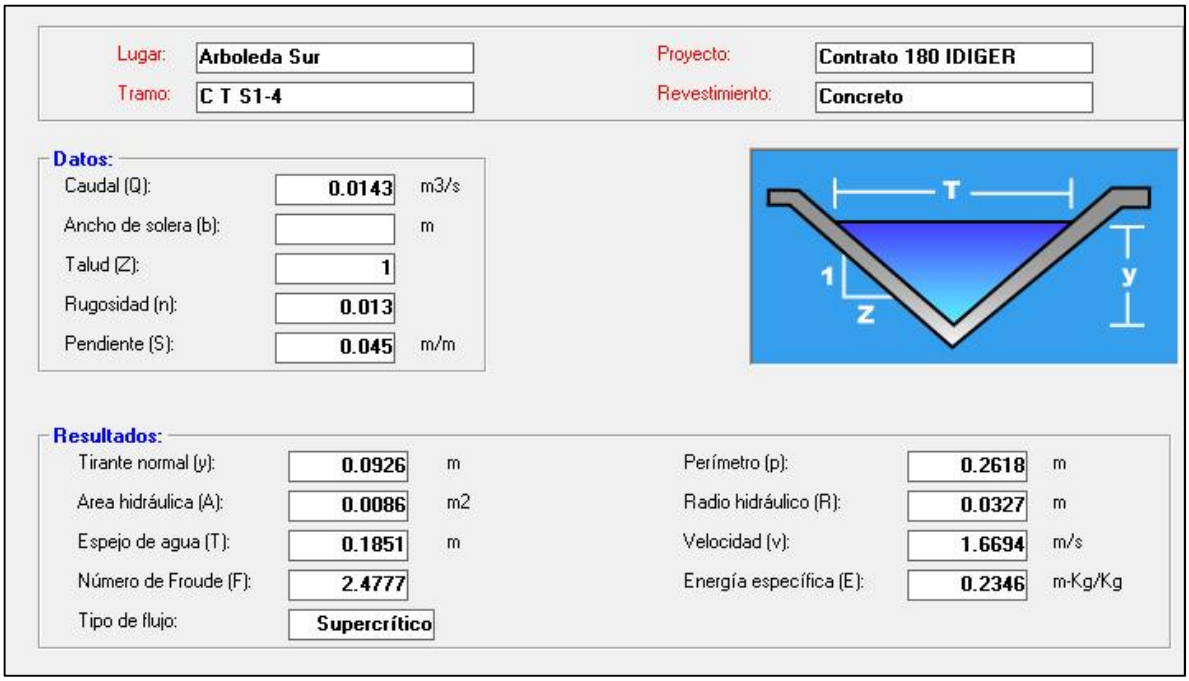


Figura 119 Diseño hidráulico Canal triangular s1-4

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.093m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 1-5**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 54 Características del sector 1 del canal triangular 5

Area de Drenaje	
Area (m²)	507.67
Area (Ha)	0.050767
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0132	0.0118

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

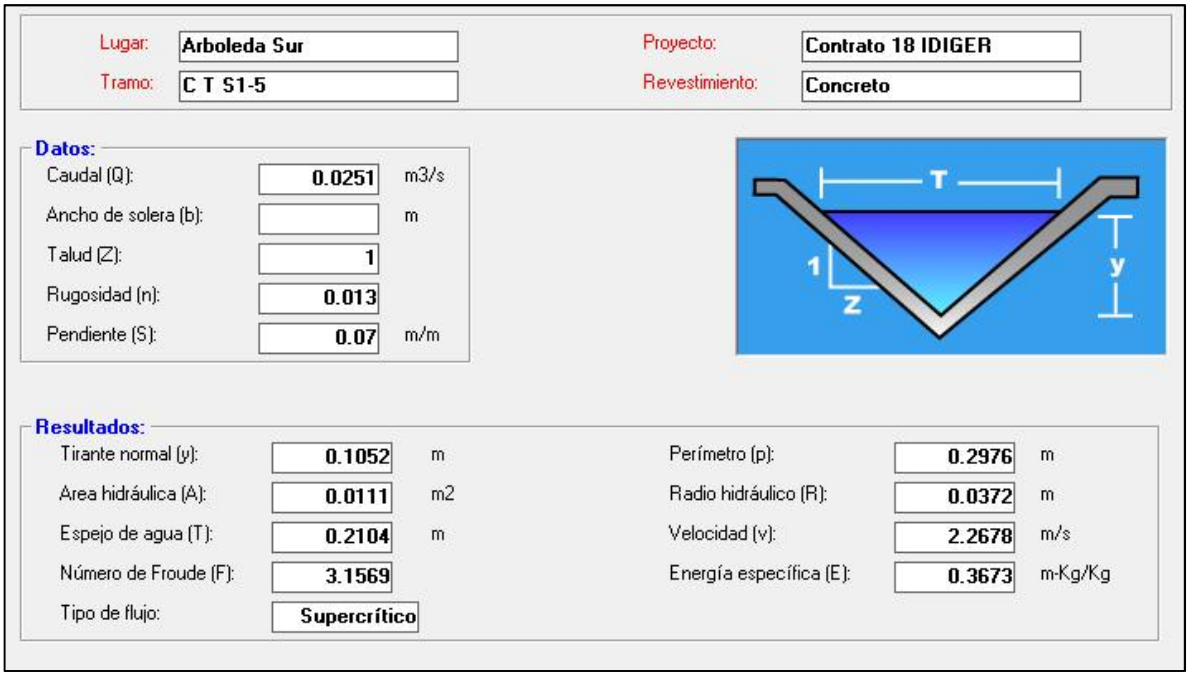


Figura 120 Diseño hidráulico Canal triangular s1-5

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.093m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-1**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en

la siguiente tabla.

Tabla 55 Características del sector 2 del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	975.34
Area (Ha)	0.09753
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0254	0.0228

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

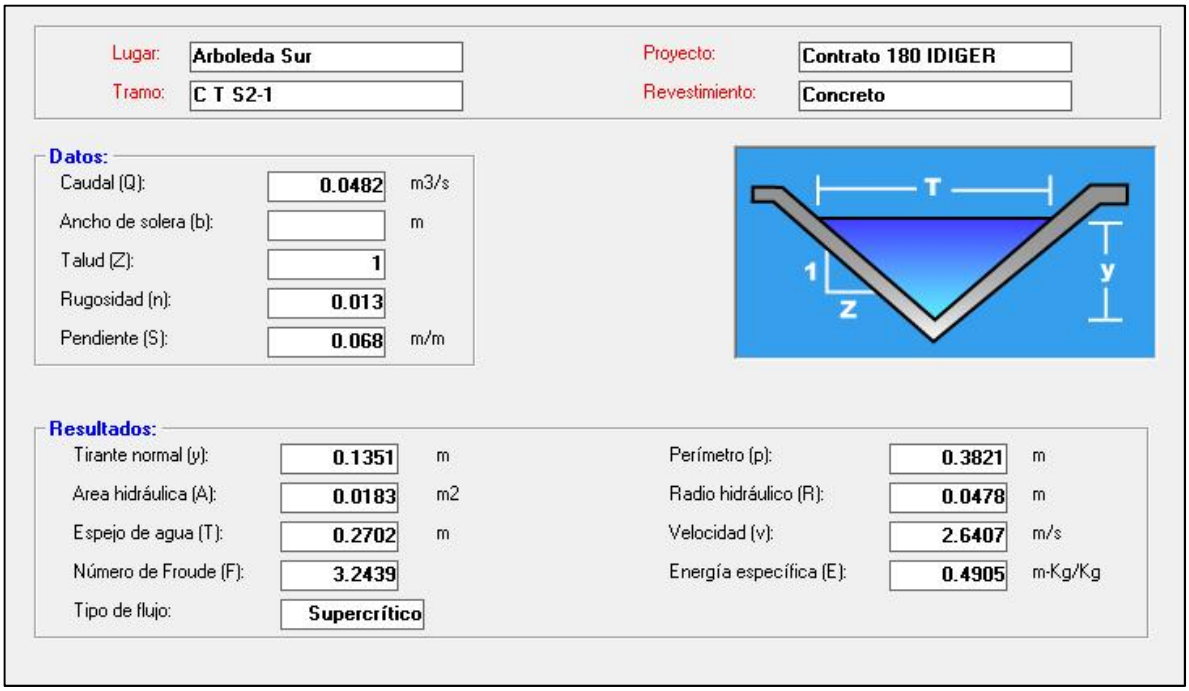


Figura 121 Diseño hidráulico Canal triangular s2-1

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.14m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-2**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 56 Características del sector 2 del canal triangular 2

Area de Drenaje	
Area (m²)	1268.7
Area (Ha)	0.12687
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0330	0.0296

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

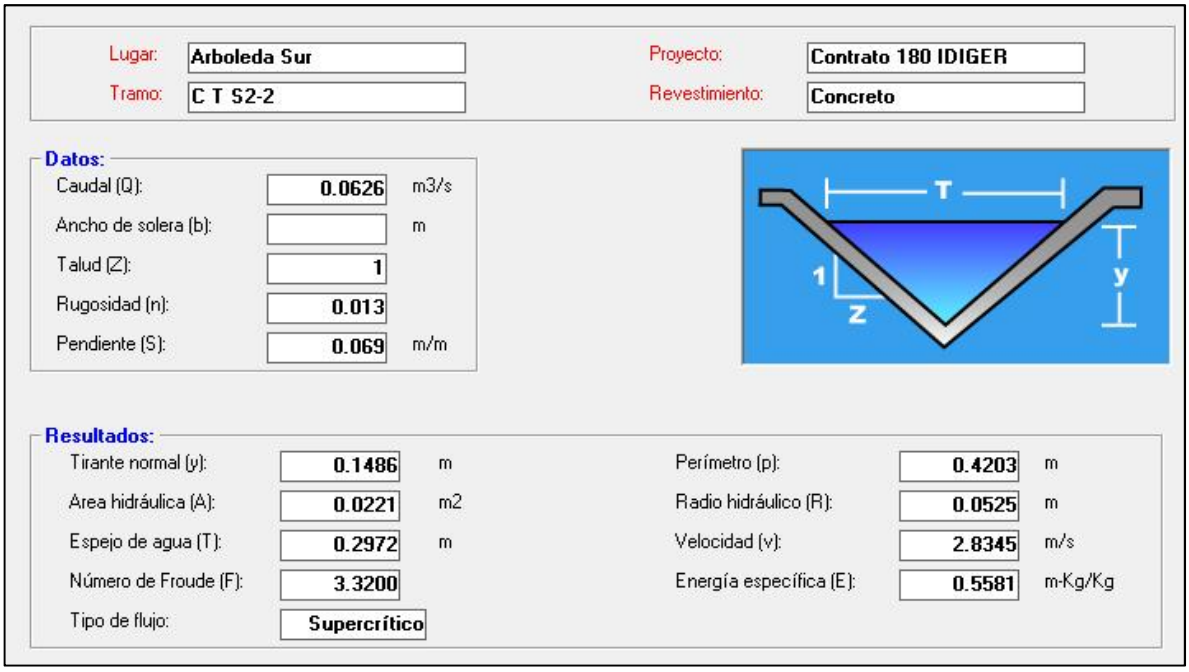


Figura 122 Diseño hidráulico Canal triangular s2-2

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.148m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-3**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 57 Características del sector 2 del canal triangular 3

Area de Drenaje	
Area (m²)	1194.83
Area (Ha)	0.119482
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0311	0.0279

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

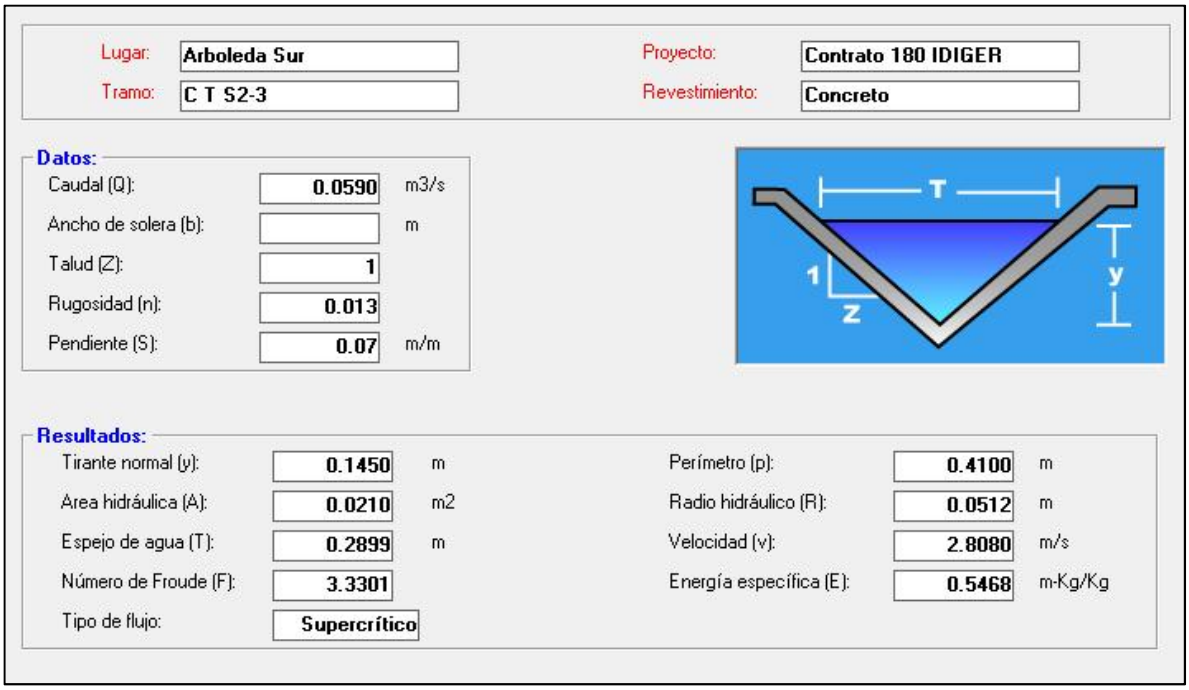


Figura 123 Diseño hidráulico Canal triangular s2-3

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.145m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-4**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 58 Características del sector 2 del canal triangular 4

Area de Drenaje	
Area (m²)	1190.14
Area (Ha)	0.119014
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0310	0.0278

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

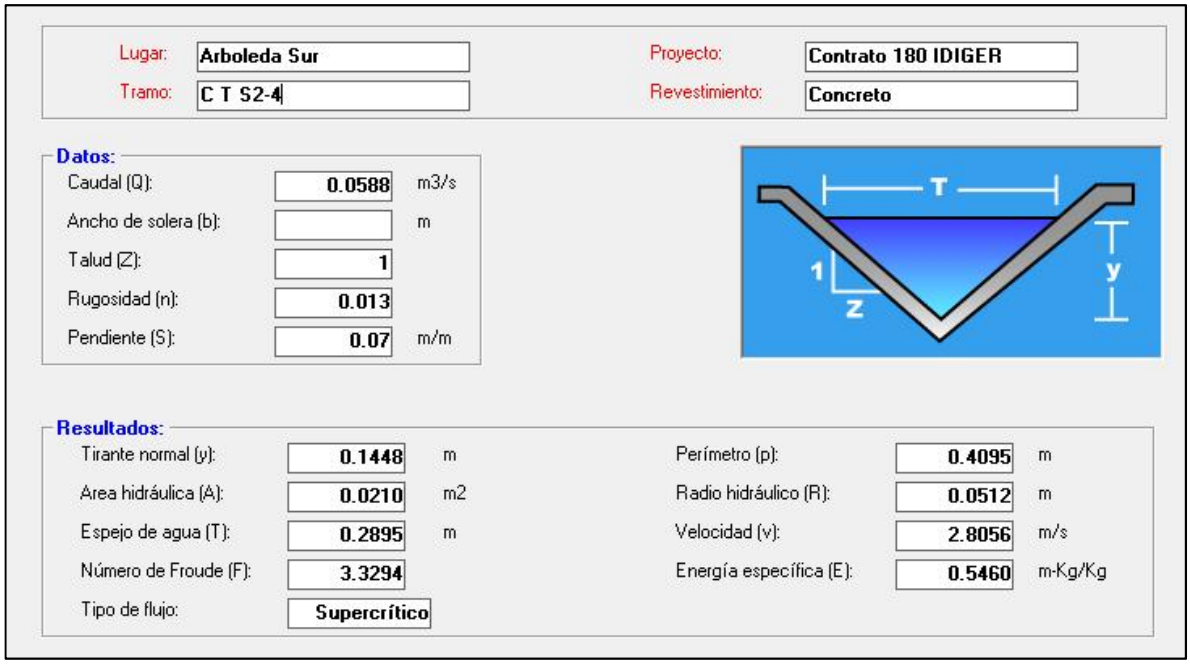


Figura 124 Diseño hidráulico Canal triangular s2-4

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.145m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-5**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en

la siguiente tabla.

Tabla 59 Características del sector 2 del canal triangular 5

Area de Drenaje	
Area (m²)	1252.38
Area (Ha)	0.125238
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0326	0.0292

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

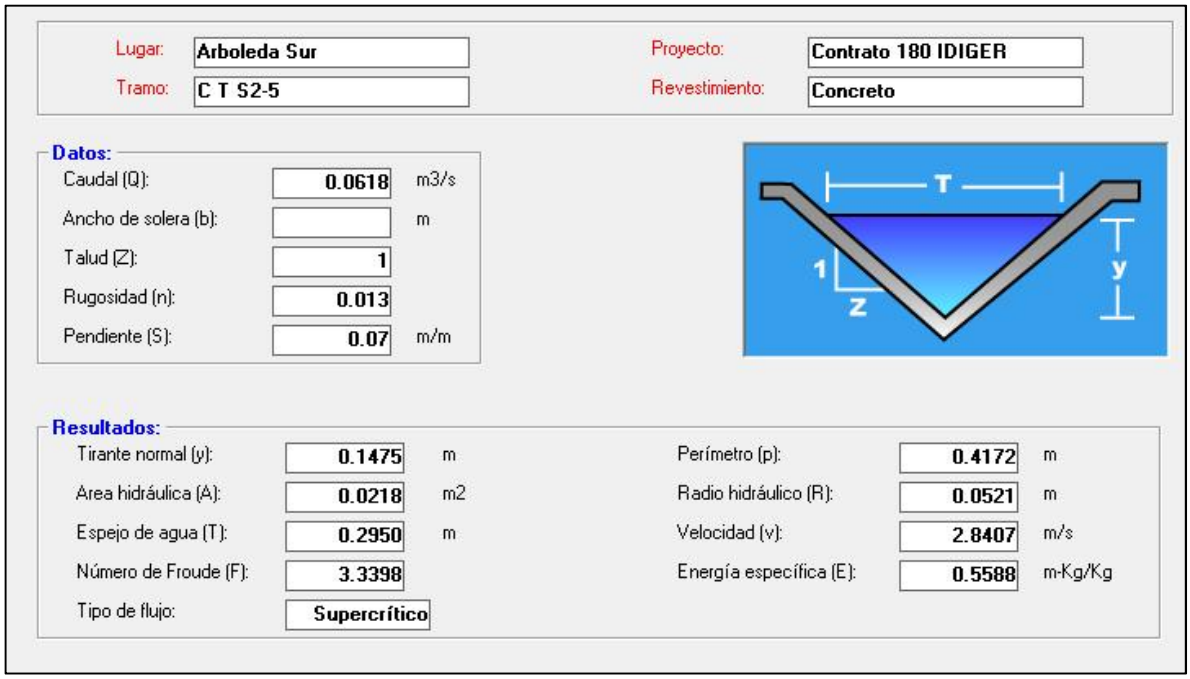


Figura 125 Diseño hidráulico Canal triangular s2-5

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.148m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 2-6**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 60 Características del sector 2 del canal triangular 6

Area de Drenaje	
Area (m²)	1716.28
Area (Ha)	0.171628
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0447	0.0401

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

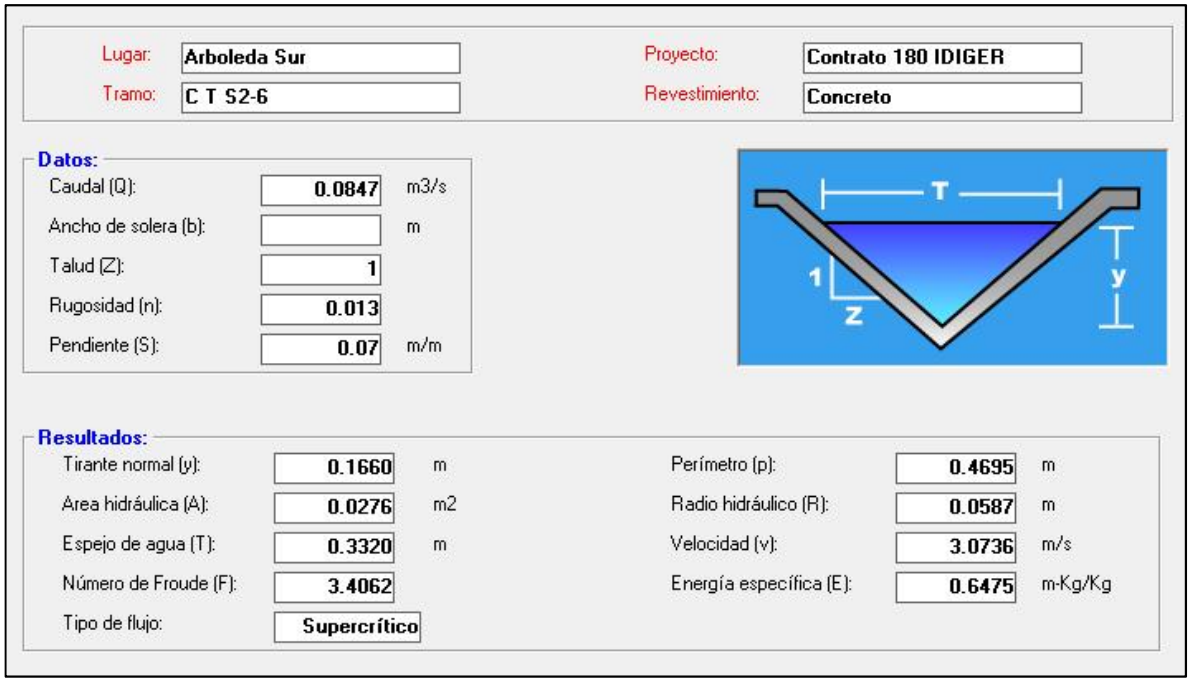


Figura 126 Diseño hidráulico Canal triangular s2-6

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.17m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.20m.

8.5.3.3 Diseño hidráulico y geométrico de los canales con sección rectangular (Fase 2)

Como se mencionó en la sección introductoria del presente capitulo, los canales rectangulares recogen la escorrentía encausada por los canales triangulares y la dirigen hacia el punto de entrega en la red existente.

Se plantean tres canales rectangulares, dos de los cuales se ubican en los bordes de los sectores identificados descritos anteriormente, y el restante unifica el caudal transportado por los dos canales mencionados inicialmente.

La ubicación de los canales, junto con la denominación dada a estos para describir su proceso de diseño se expone en la siguiente figura.

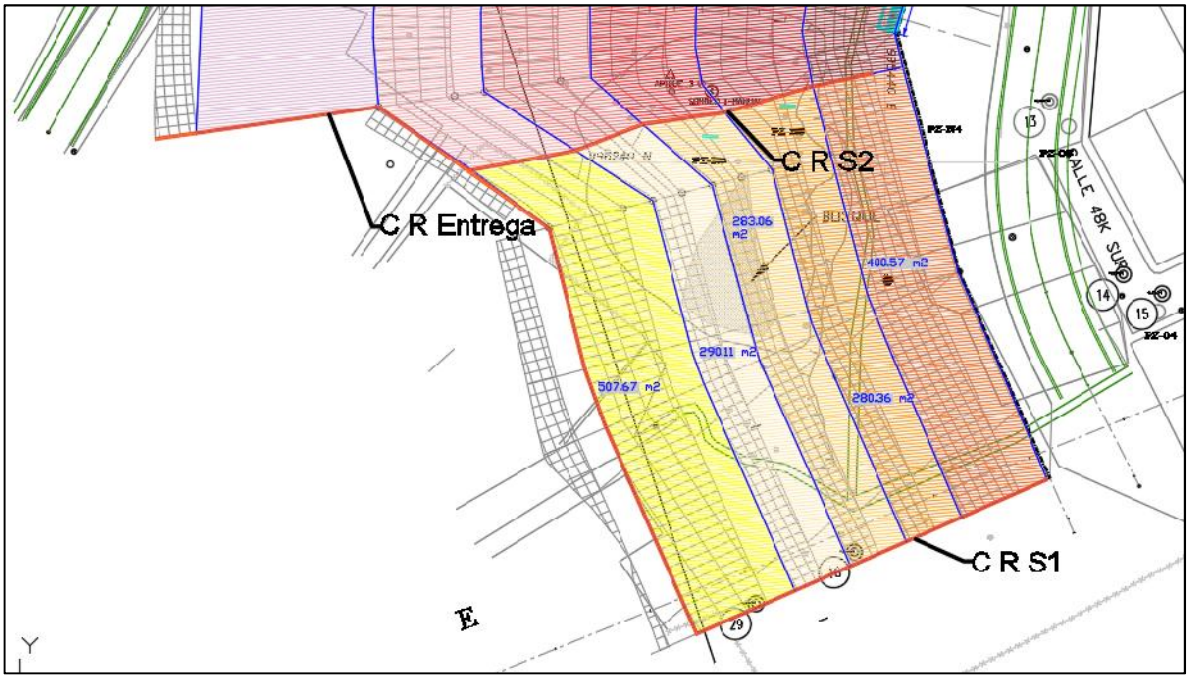


Figura 127 Ubicación de los canales rectangulares

Siguiendo la metodología de cálculo establecida anteriormente para los canales rectangulares, y tomando en consideración que el caudal de diseño de estos corresponde a los aportes de cada uno de los canales con sección triangular, se tiene que el dimensionamiento de cada uno de los canales rectangulares se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 61 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 1 (CR S1)

Sector - Tramo	Forma	Ancho (b)(m)	Q (m3/s)	Pendiente Lo	y Diseño (m)	Velocidad (m	Número de F	Profundidad	Profundidad	Longitud del	Rasante inicia	Fondo inicial	Rasante final	Fondofinal	Profundidad	Profundidad c
Canal rectangular sector 1	Rectangular	0.25	0.02	0.01	0.08	1.00	1.16	0.21	0.20	3.00	2640.50	2640.30	2640.55	2640.27	0.20	0.28
Canal rectangular sector 1	Rectangular	0.25	0.04	0.01	0.12	1.26	1.15	0.25	0.20	3.00	2634.60	2634.40	2634.62	2634.37	0.20	0.25
Canal rectangular sector 1	Rectangular	0.25	0.05	0.01	0.15	1.40	1.16	0.27	0.20	3.00	2631.62	2631.42	2631.68	2631.38	0.20	0.30
Canal rectangular sector 1	Rectangular	0.25	0.07	0.01	0.18	1.48	1.12	0.30	0.30	3.00	2628.68	2628.38	2628.74	2628.34	0.30	0.40
Canal rectangular sector 1	Rectangular	0.25	0.08	0.01	0.20	1.59	1.13	0.32	0.20	3.00	2625.74	2625.54	2625.80	2625.50	0.20	0.30

Tabla 1.

Tabla 62 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 2 (CR S2)

Sector - Tramo	Forma	Ancho (b)(m)	Q (m3/s)	Pendiente Lo	y Diseño (m)	Velocidad (m	Número de F	Profundidad	Profundidad	Longitud del	Rasante inicia	Fondo inicial	Rasante final	Fondofinal	Profundidad	Profundidad c
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.25	0.05	0.01	0.14	1.33	1.12	0.27	0.20	3.00	2642.86	2642.66	2642.92	2642.63	0.20	0.29
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.25	0.10	0.01	0.23	1.70	1.14	0.34	0.20	3.00	2636.94	2636.74	2636.96	2636.70	0.20	0.26
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.25	0.16	0.02	0.32	2.01	1.14	0.42	0.30	3.00	2633.98	2633.68	2634.00	2633.63	0.30	0.35
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.25	0.22	0.02	0.39	2.26	1.16	0.49	0.30	3.00	2631.00	2630.70	2631.04	2630.64	0.30	0.36
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.25	0.28	0.12	0.22	4.95	3.35	0.28	0.35	3.00	2628.02	2627.67	2628.00	2627.31	0.35	0.33
Canal rectangular sector 2	Rectangular	0.50	0.36	0.01	0.35	2.07	1.12	0.38	0.50	11.00	2625.00	2624.50	2625.30	2624.40	0.50	0.90

Tabla 63 Dimensionamiento del canal rectangular de entrega (CR Entrega)

Sector - Tramo	Forma	Ancho (b)(m)	Q (m3/s)	Pendiente Lo	y Diseño (m)	Velocidad (m	Número de F	Profundidad	Profundidad	Rasante inicia	Fondo inicial	Rasante final	Fondofinal	Profundidad	Profundidad c
Canal rectangular entrega final	Rectangular	0.60	0.36	0.01	0.29	2.05	1.20	0.32	0.55	2625.30	2624.40	2625.58	2624.23	0.90	1.35

8.5.3.4 Diseño hidráulico y geométrico de las rápidas escalonadas (Fase 2)

Como consecuencia de las pendientes del terreno, producto del terraceo realizado, se hizo necesario proyectar rápidas escalonadas entre los tramos de canales con sección rectangular.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se expone el dimensionamiento hidráulico y geométrico de cada una de las rápidas escalonadas necesarias para el proyecto.

- **Rápidas escalonadas para los canales rectangulares del sector 1**

Rápida escalonada para el tramo 1 del canal del sector 1

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	5.67	(0.42<=Hdam<=2.08 ó Hdam>=2.08)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	43.38	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.019		
Altura escalón, S (m):	0.09		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.08	Velocidad para dc (m/s):	0.91
Altura crítica, dc (m):	0.08	Carga para dc, Hd (m):	0.13
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.07	(0.1<=S/dc<=1.16)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.16
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	2.08	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.79
Factor de fricción, f:	0.155		
A	0.452	fmax=	0.155
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.47**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	5.61	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.03**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**2.98**
Flujo cuasi-uniforme	0.03	Flujo cuasi-uniforme	2.98
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.11
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.07**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.52	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.05
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.03	Altura conjugada, Y2 (m):	0.24
Número de Froude, F1:	6.98	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	1.49
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.5349
0.20	0.1484	0.60	1.1325
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.10	Contrahuella (m):	0.09
Número escalones:	51	Contrahuella último escalón (m):	-0.05

Rápida escalonada para el tramo 2 del canal del sector 1

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.75	(0.67<=Hdam<=3.29 ó Hdam>=3.29)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	42.48	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.038		
Altura escalón, S (m):	0.15		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.15	Velocidad para dc (m/s):	1.14
Altura crítica, dc (m):	0.13	Carga para dc, Hd (m):	0.20
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.13	(0.1<=S/dc<=1.15)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.15
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	3.29	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.70
Factor de fricción, f:	0.156		
A	0.452	fmax=	0.156
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.73**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	5.54	Flujo no uniforme (Eres/dc)	5.47
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.22**
Flujo cuasi-uniforme	0.04	Flujo cuasi-uniforme	3.72
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.22
Altura de muros caída, Hw (m):	**2.00**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.43
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.01
Número de Froude, F1:	0.10	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-6.28
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.3612
0.20	0.1002	0.60	0.7647
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.16	Contrahuella (m):	0.15
Número escalones:	14	Contrahuella último escalón (m):	-0.12

Rápida escalonada para el tramo 3 del canal del sector 1

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.70	(0.82<=Hdam<=4.03 ó Hdam>=4.03)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	42.03	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.052		
Altura escalón, S (m):	0.18		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.21	Velocidad para dc (m/s):	1.27
Altura crítica, dc (m):	0.16	Carga para dc, Hd (m):	0.25
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.10	(0.1<=S/dc<=1.15)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming $(S/dc)_S$=	1.15
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	4.03	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.67
Factor de fricción, f:	0.156		
A	0.452	fmax=	0.156
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.85**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	5.50	Flujo no uniforme (Eres/dc)	5.20
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.30**
Flujo cuasi-uniforme	0.05	Flujo cuasi-uniforme	4.11
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.30
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.99**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.42
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.02
Número de Froude, F1:	0.13	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-6.04
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.3030
0.20	0.0841	0.60	0.6415
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.20	Contrahuella (m):	0.18
Número escalones:	12	Contrahuella último escalón (m):	-0.10

Rápida escalonada para el tramo 4 del canal del sector 1

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.60	(0.96<=Hdam<=4.71 ó Hdam>=4.71)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	40.96	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.066		
Altura escalón, S (m):	0.21		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.26	Velocidad para dc (m/s):	1.37
Altura crítica, dc (m):	0.19	Carga para dc, Hd (m):	0.29
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.09	(0.1<=S/dc<=1.14)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming $(S/dc)_S$=	1.14
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	4.71	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.55
Factor de fricción, f:	0.157		
A	0.452	fmax=	0.157
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.93**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	5.41	Flujo no uniforme (Eres/dc)	4.83
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.38**
Flujo cuasi-uniforme	0.06	Flujo cuasi-uniforme	4.42
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.38
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.97**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.41
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.04
Número de Froude, F1:	0.17	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-5.80
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.2646
0.20	0.0734	0.60	0.5602
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.24	Contrahuella (m):	0.21
Número escalones:	10	Contrahuella último escalón (m):	-0.06

Rápida escalonada para el tramo 5 del canal del sector 1

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.70	(1.09<=Hdam<=2.95 ó Hdam>=2.95)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	19.73	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.080		
Altura escalón, S (m):	0.21		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.32	Velocidad para dc (m/s):	1.46
Altura crítica, dc (m):	0.22	Carga para dc, Hd (m):	0.33
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.96	(0.1<=S/dc<=0.98)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	0.98
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	2.95	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	13.50
Factor de fricción, f:	0.186		
A	0.452	fmax=	0.186
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.74**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	3.36	Flujo no uniforme (Eres/dc)	3.36
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.46**
Flujo cuasi-uniforme	0.09	Flujo cuasi-uniforme	3.58
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.46
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.41**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.31	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.01
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.04
Número de Froude, F1:	0.18	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-5.70
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.2367
0.20	0.0657	0.60	0.5011
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.59	Contrahuella (m):	0.21
Número escalones:	11	Contrahuella último escalón (m):	-0.11

- **Rápidas escalonadas para los canales rectangulares del sector 2**

Rápida escalonada para el tramo 1 del canal del sector 2

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	5.69	(0.78<=Hdam<=3.93 ó Hdam>=3.93)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	43.47	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.048		
Altura escalón, S (m):	0.10		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.19	Velocidad para dc (m/s):	1.24
Altura crítica, dc (m):	0.16	Carga para dc, Hd (m):	0.23
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.64	(0.1<=S/dc<=1.16)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.16
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	3.93	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	25.22
Factor de fricción, f:	0.155		
A	0.452	fmax=	0.155
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.88**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	5.62	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.05**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**4.06**
Flujo cuasi-uniforme	0.05	Flujo cuasi-uniforme	4.06
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.28
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.14**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.10
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.05	Altura conjugada, Y2 (m):	0.45
Número de Froude, F1:	6.99	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	2.77
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.3156
0.20	0.0876	0.60	0.6683
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.11	Contrahuella (m):	0.10
Número escalones:	51	Contrahuella último escalón (m):	-0.08

Rápida escalonada para el tramo 2 del canal del sector 2

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.72	(1.24<=Hdam<=4.19 ó Hdam>=4.19)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	24.37	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.096		
Altura escalón, S (m):	0.25		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.39	Velocidad para dc (m/s):	1.56
Altura crítica, dc (m):	0.25	Carga para dc, Hd (m):	0.37
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.01	(0.1<=S/dc<=1.02)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.02
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	4.19	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	16.92
Factor de fricción, f:	0.178		
A	0.452	fmax=	0.178
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.93**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	3.85	Flujo no uniforme (Eres/dc)	3.75
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.55**
Flujo cuasi-uniforme	0.09	Flujo cuasi-uniforme	4.13
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.55
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.54**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.37	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.10
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.06
Número de Froude, F1:	0.22	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-5.42
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.2131
0.20	0.0591	0.60	0.4512
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.55	Contrahuella (m):	0.25
Número escalones:	10	Contrahuella último escalón (m):	-0.23

Rápida escalonada para el tramo 3 del canal del sector 2

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.63	(1.73<=Hdam<=7.14 ó Hdam>=7.14)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	27.74	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.159		
Altura escalón, S (m):	0.15		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.64	Velocidad para dc (m/s):	1.84
Altura crítica, dc (m):	0.35	Carga para dc, Hd (m):	0.52
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.43	(0.1<=S/dc<=1.05)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.05
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	7.14	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	20.67
Factor de fricción, f:	0.171		
A	0.452	fmax=	0.173
Energía residual, E1=Eres (m):	**1.21**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	4.22	Flujo no uniforme (Eres/dc)	3.50
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**0.91**
Flujo cuasi-uniforme	0.12	Flujo cuasi-uniforme	5.14
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.91
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.58**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.38	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.13
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.16
Número de Froude, F1:	0.37	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-4.38
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.1605
0.20	0.0445	0.60	0.3398
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.29	Contrahuella (m):	0.15
Número escalones:	16	Contrahuella último escalón (m):	-0.11

Rápida escalonada para el tramo 4 del canal del sector 2

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.62	(2.13<=Hdam<=10.12 ó	Ok
Ángulo canal, θ (°):	33.22	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.218		
Altura escalón, S (m):	0.20		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	0.87	Velocidad para dc (m/s):	2.05
Altura crítica, dc (m):	0.43	Carga para dc, Hd (m):	0.64
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.47	(0.1<=S/dc<=1.09)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.09
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	10.12	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	23.74
Factor de fricción, f:	0.165		
A	0.452	fmax=	0.165
Energía residual, E1=Eres (m):	**1.40**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	4.74	Flujo no uniforme (Eres/dc)	3.28
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**1.25**
Flujo cuasi-uniforme	0.14	Flujo cuasi-uniforme	6.10
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	1.25
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.74**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.44	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	1.24
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.27
Número de Froude, F1:	0.52	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-3.32
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.1342
0.20	0.0372	0.60	0.2842
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.31	Contrahuella (m):	0.20
Número escalones:	12	Contrahuella último escalón (m):	-0.06

Rápida escalonada para el tramo 5 del canal del sector 2

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.31	(2.5<=Hdam<=5.96 ó Hdam>=5.96)	revisar
Ángulo canal, θ (°):	17.05	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.277		
Altura escalón, S (m):	0.30		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw ($m^3/s/m$):	1.11	Velocidad para dc (m/s):	2.21
Altura crítica, dc (m):	0.50	Carga para dc, Hd (m):	0.75
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.60	(0.1<=S/dc<=0.96)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	0.96
flujo no uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	0.76
Altura flujo uniforme, He (m):	5.96	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	11.92
Factor de fricción, f:	0.183		
A	0.447	fmax=	0.183
Energía residual, E1=Eres (m):	**1.41**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	3.15	Flujo no uniforme (Eres/dc)	2.83
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.70**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**1.59**
Flujo cuasi-uniforme	0.21	Flujo cuasi-uniforme	5.19
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	1.59
Altura de muros caída, Hw (m):	**1.38**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.30	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.99
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.70	Altura conjugada, Y2 (m):	0.36
Número de Froude, F1:	0.62	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	-2.63
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.1172
0.20	0.0325	0.60	0.2482
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.98	Contrahuella (m):	0.30
Número escalones:	7	Contrahuella último escalón (m):	-0.04

8.5.3.5 Diseño hidráulico y geométrico de los canales con sección triangular (Fase 4)

Según los patrones de drenaje de la zona de intervención de la fase 3 después de las adecuaciones geotécnicas, se identificó un único sector en el que se puede agrupar a los canales con sección triangular diseñados; el sector ubicado al norte de la zona de intervención tiene un área de 4125.7 m^2.

De acuerdo a los sectores identificados, y para una mejor descripción del diseño de cada uno de los canales, se realizó una identificación de los mismos, tal y como se muestra en las siguientes figuras:

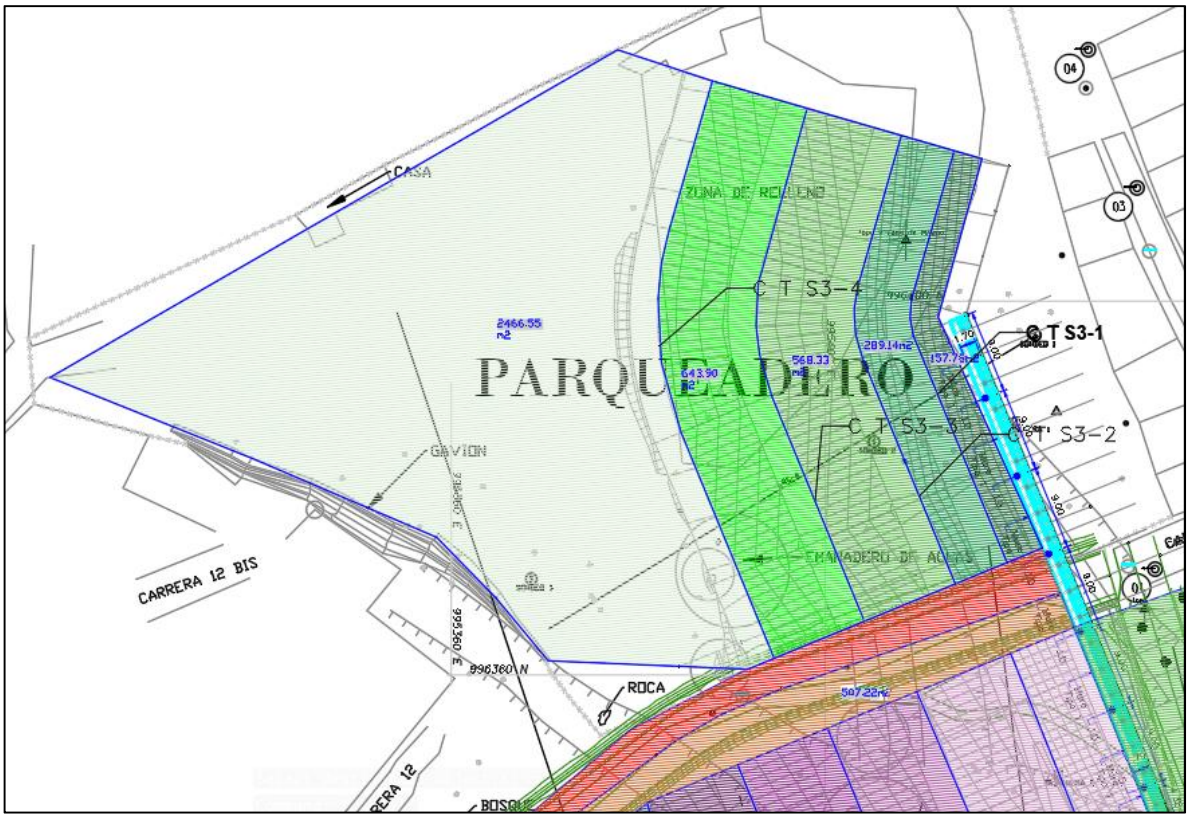


Figura 128 Canales triangulares de la Fase 3

- **Canal triangular sector 3-1**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 64 Características del sector 3 del canal triangular 1

Área de Drenaje	
Área (m²)	157.78
Área (Ha)	0.01578
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0041	0.0037

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

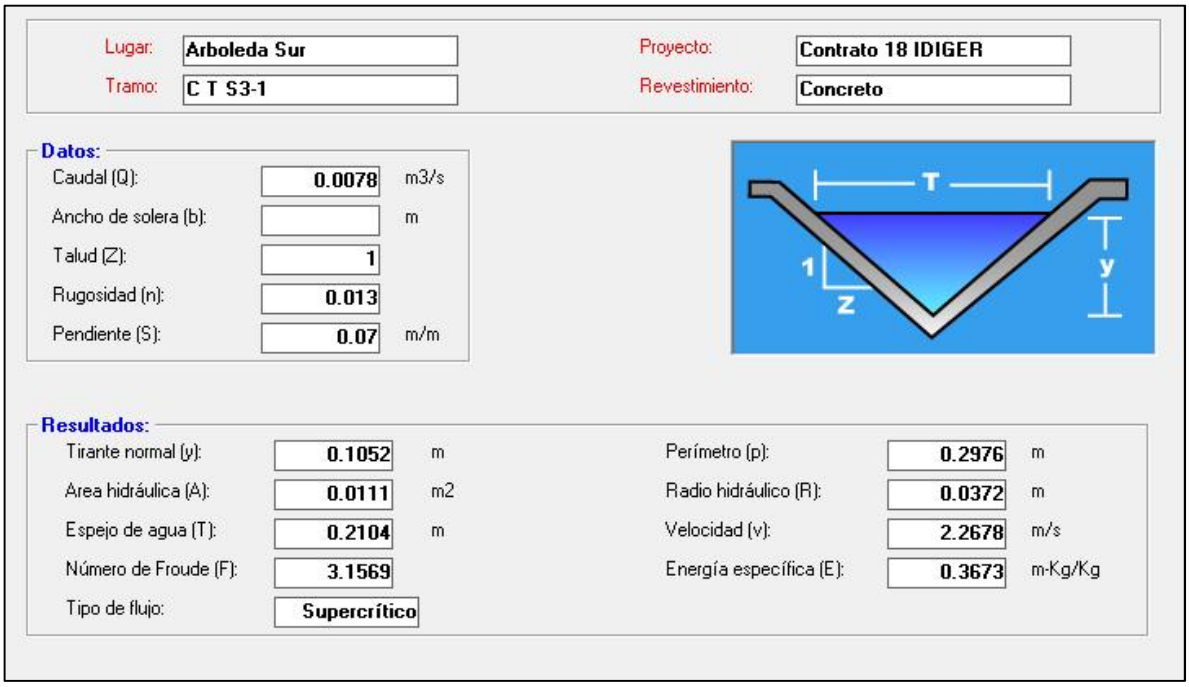


Figura 129 Diseño hidráulico Canal triangular s3-1

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.1m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 3-2**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 65 Características del sector 3 del canal triangular 2

Área de Drenaje	
Área (m²)	289.14
Área (Ha)	0.028914
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0075	0.0067

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

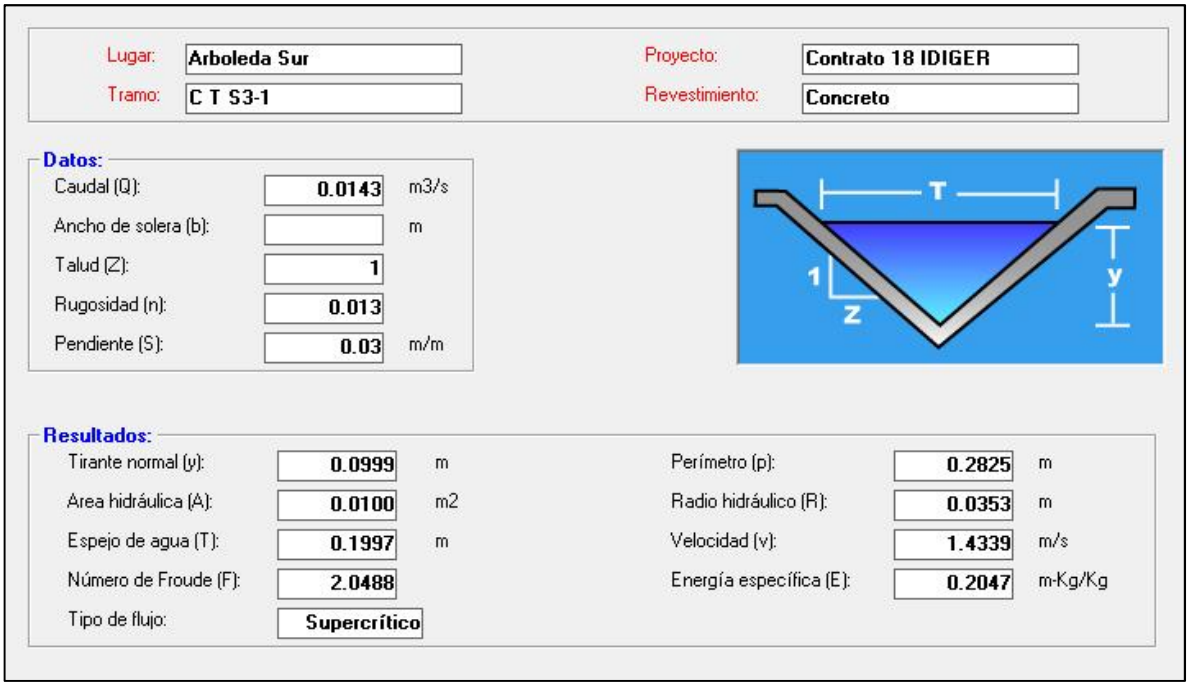


Figura 130 Diseño hidráulico Canal triangular s3-2

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.1m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 3-3**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 66 Características del sector 3 del canal triangular 3

Área de Drenaje	
Área (m²)	568.33
Área (Ha)	0.056833
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0148	0.0133

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

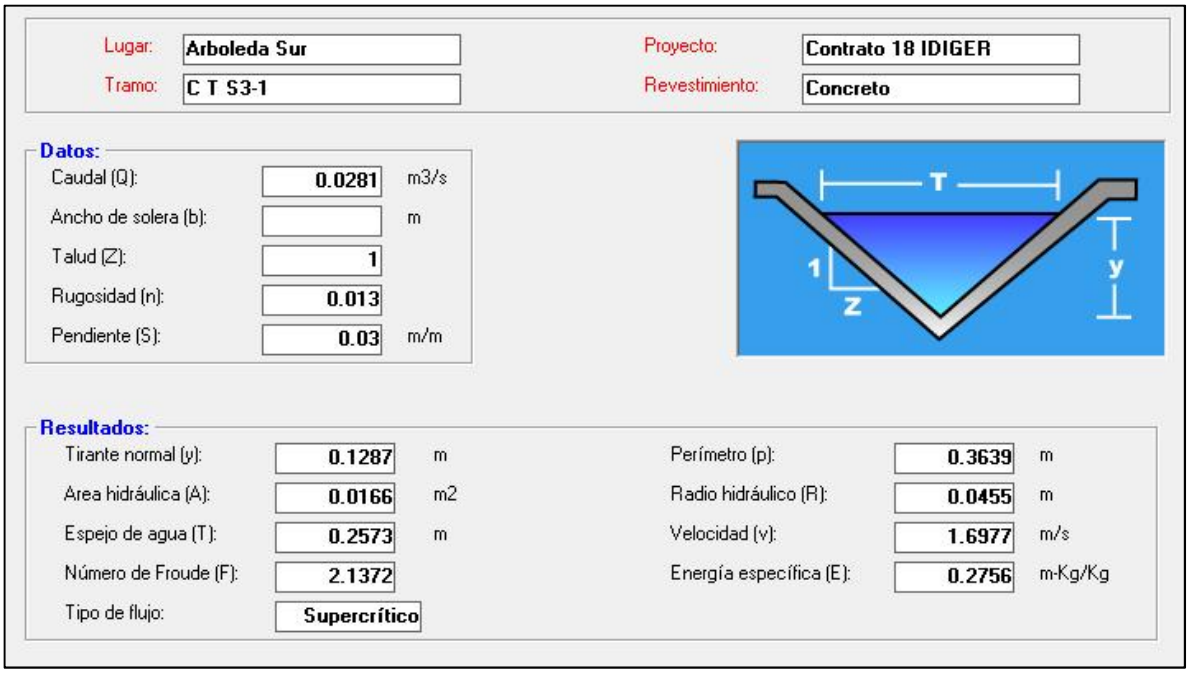


Figura 131 Diseño hidráulico Canal triangular s3-3

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.13m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal triangular sector 3-4**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 67 Características del sector 3 del canal triangular 4

Área de Drenaje	
Área (m²)	643.9
Área (Ha)	0.056833
Pendiente Media	26%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	0.85
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0168	0.0150

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

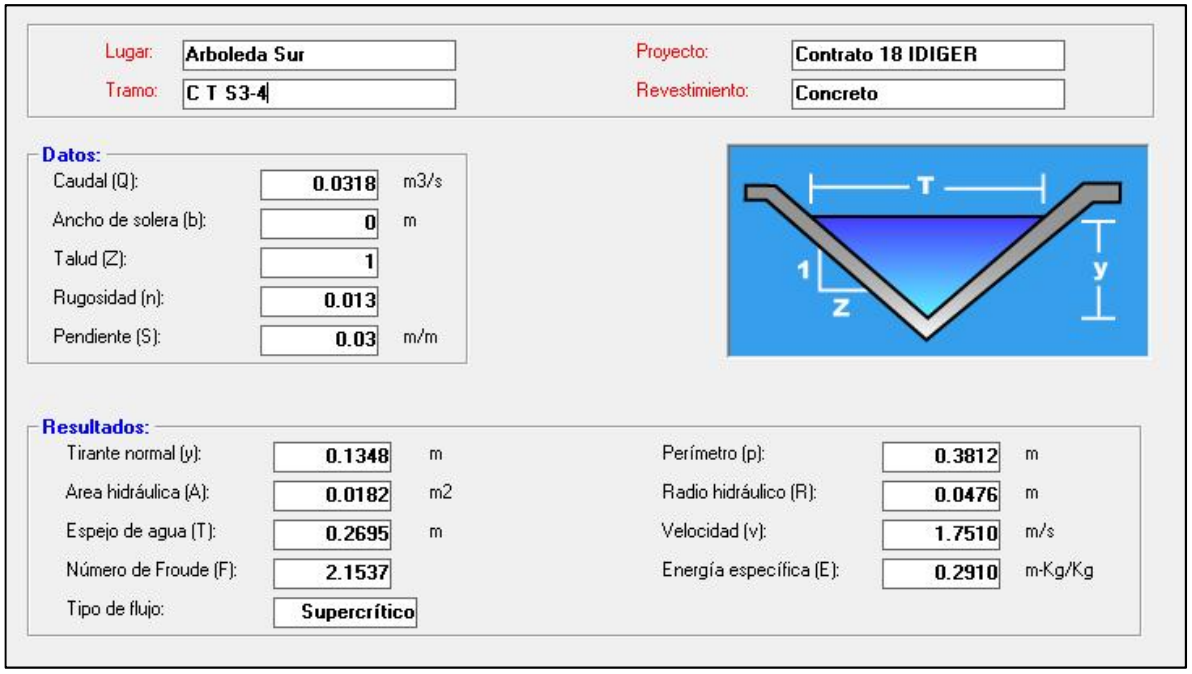


Figura 132 Diseño hidráulico Canal triangular s3-4

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.13m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal rectangular CARRERA 48K SUR**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 68 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	3089.76
Area (Ha)	0.30898
Pendiente Media	7%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	165.6

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	2.84
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0254	0.0228

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

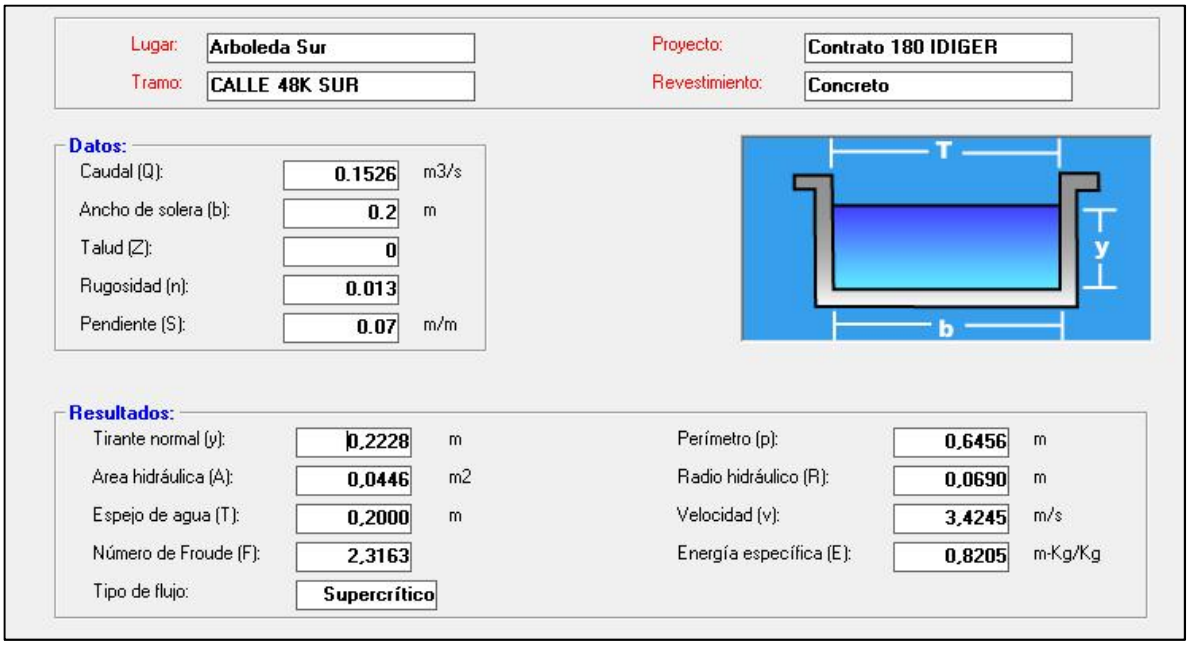


Figura 133 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 48k SUR

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.22m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.30m.

- **Canal rectangular CARRERA 49A SUR - OCCIDENTE**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 69 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	3089.76
Area (Ha)	0.30898
Pendiente Media	7%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	165.6

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	2.84
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.90	101.81	0.0254	0.0228

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

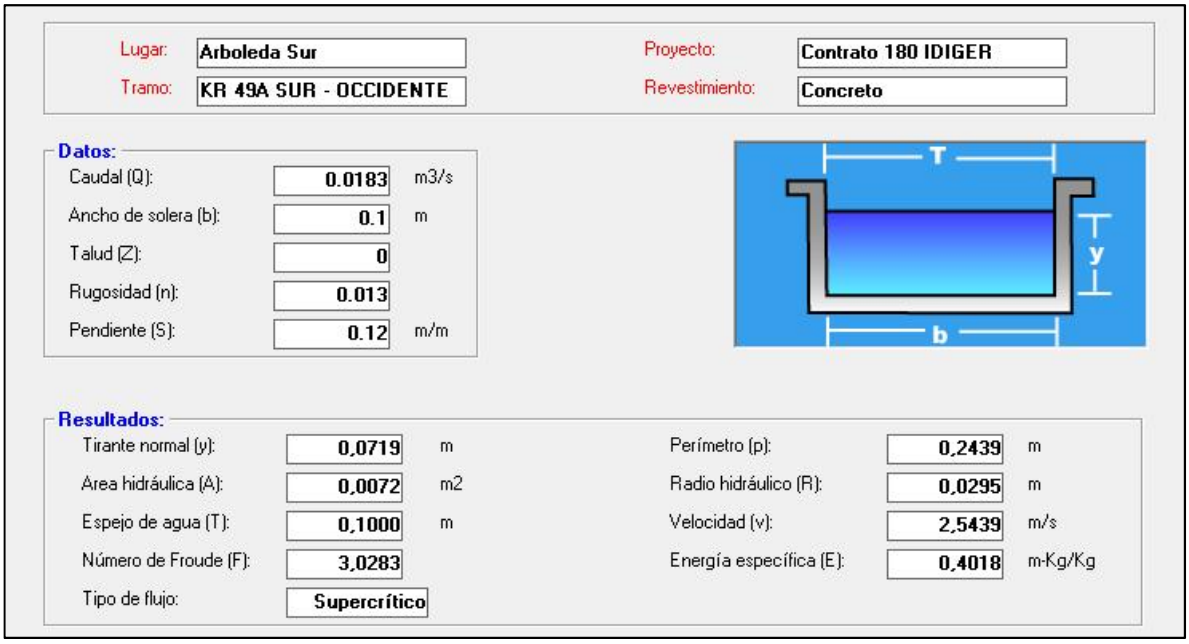


Figura 134 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 49ª SUR OCCIDENTE

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.07m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.10m.

- **Canal rectangular CARRERA 49A SUR - OCCIDENTE**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 70 Características de CARRERA 48K SUR del canal triangular 1

Area de Drenaje	
Area (m²)	3089.76
Area (Ha)	0.30898
Pendiente Media	7%
Coeficiente de Escorrentía	0.92
Longitud cuenca (m)	165.6

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=0.85 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	2.84
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.90	101.81	0.0254	0.0228

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

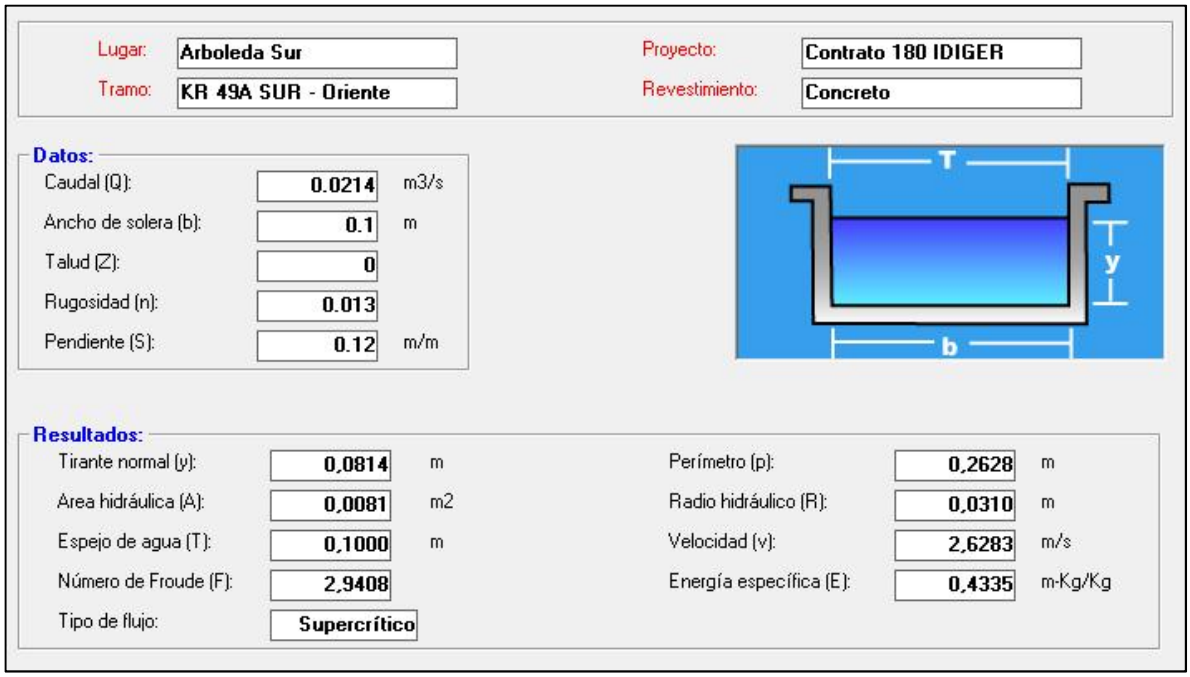


Figura 135 Diseño hidráulico Canal Rectangular Carrera 49ª SUR OCCIDENTE

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.0814m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.10m.

8.5.3.6 Diseño hidráulico y geométrico de los canales con sección rectangular (Fase 4)

Como se mencionó en la sección introductoria del presente capitulo, los canales rectangulares recogen la escorrentía encausada por los canales triangulares y la dirigen hacia el punto de entrega en la red existente.

Siguiendo la metodología de cálculo establecida anteriormente para los canales rectangulares, y tomando en consideración que el caudal de diseño de estos corresponde a los aportes de cada uno de los canales con sección triangular, se tiene que el dimensionamiento de cada uno de los canales rectangulares se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 71 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 3 (CR S1)

Sector - Tramo	Forma	Ancho (b)(m)	Pendiente Lo	Velocidad (m	Número de F	Profundidad	Longitud del	Rasante inici	Fondo inicial	Rasante final	Fondofinal	Profundidad	Profundidad c
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	1.2%	0.81	1.31	0.20	3.00	2650.06	2649.86	2650.12	2649.82	0.20	0.30
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	1.5%	1.21	1.43	0.20	3.00	2647.12	2646.92	2647.17	2646.88	0.20	0.30
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	1.7%	1.59	1.42	0.30	3.00	2644.18	2643.88	2644.24	2643.83	0.30	0.35
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.3	1.5%	1.71	1.37	0.30	9.86	2641.24	2640.94	2642.24	2640.79	0.30	1.45
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.3	11.2%	3.54	4.07	0.30	16.58	2642.24	2640.79	2639.24	2638.94	1.45	0.30
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.3	1.7%	1.79	1.47	0.30	11.44	2639.24	2638.94	2639.24	2638.74	0.30	0.50

Tabla 72 Dimensionamiento del canal rectangular del sector 3 (TC S2)

Sector - Tramo	Forma	Ancho (b)(m)	Q (m3/s)	Pendiente Lo	Velocidad (m	Profundidad	Número de F	Profundidad	Profundidad	Longitud del	Rasante inici	Fondo inicial	Rasante final	Fondofinal	Profundidad	Profundidad c
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	0.0078	0.012	0.80569141	0.0387245	1.30719777	0.16050228	0.2	3	2648.06	2647.86	2648.12	2647.824	0.2	0.296
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	0.0221	0.014	1.18190924	0.07479424	1.37979814	0.18977728	0.2	3	2645.12	2644.92	2645.18	2644.878	0.2	0.302
Canal rectangular sector 3	Rectangular	0.25	0.0502	0.017	1.58620721	0.12659128	1.42338873	0.23361446	0.3	3	2642.18	2641.88	2642.24	2641.829	0.3	0.351

8.5.3.7 Diseño hidráulico y geométrico de las rápidas escalonadas (Fase 4)

Como consecuencia de las pendientes del terreno, producto del terraceo realizado, se hizo necesario proyectar rápidas escalonadas entre los tramos de canales con sección rectangular.

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se expone el dimensionamiento hidráulico y geométrico de cada una de las rápidas escalonadas necesarias para el proyecto.

- **Rápidas escalonadas para los canales rectangulares del sector 3 tramo central**

Rápida escalonada para el tramo 1 del canal del sector 3 tramo central

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.70	(0.23<=Hdam<=1.14 ó Hdam>=1.14)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	42.03	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.008		
Altura escalón, S (m):	0.05		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.03	Velocidad para dc (m/s):	0.67
Altura crítica, dc (m):	0.05	Carga para dc, Hd (m):	0.07
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.08	(0.1<=S/dc<=1.15)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.15
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	1.14	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.67
Factor de fricción, f:	0.156		
A	0.452	fmax=	0.156
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.25**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	5.50	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.01**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**2.19**
Flujo cuasi-uniforme	0.01	Flujo cuasi-uniforme	2.19
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.04
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.04**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.03
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.01	Altura conjugada, Y2 (m):	0.13
Número de Froude, F1:	6.79	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	0.81
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.8859
0.20	0.2457	0.60	1.8757
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.06	Contrahuella (m):	0.05
Número escalones:	17	Contrahuella último escalón (m):	-0.02

Rápida escalonada para el tramo 2 del canal del sector 3 tramo central

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.18	(0.46<=Hdam<=1.03 ó Hdam>=1.03)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	16.13	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.022		
Altura escalón, S (m):	0.55		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.09	Velocidad para dc (m/s):	0.95
Altura crítica, dc (m):	0.09	Carga para dc, Hd (m):	0.14
Altura relativa del escalón, S/dc:	5.93	(0.1<=S/dc<=0.95)	revisar
Tipo de flujo	revisar	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	0.95
flujo cuasi-uniforme	revisar	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	0.67
Altura flujo uniforme, He (m):	1.03	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	11.06
Factor de fricción, f:	0.181		
A	0.440	fmax=	0.181
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.29**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	3.10	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.04**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**2.20**
Flujo cuasi-uniforme	0.04	Flujo cuasi-uniforme	2.20
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.13
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.08**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.30	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.06
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.04	Altura conjugada, Y2 (m):	0.18
Número de Froude, F1:	3.58	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	1.03
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.4910
0.20	0.1362	0.60	1.0396
Dimensión escalones			
Huella (m):	1.90	Contrahuella (m):	0.55
Número escalones:	3	Contrahuella último escalón (m):	-0.51

Rápida escalonada para el tramo 3 del canal del sector 3 tramo central

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	3.11	(0.8<=Hdam<=2.49 ó Hdam>=2.49)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	22.52	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.050		
Altura escalón, S (m):	0.15		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.20	Velocidad para dc (m/s):	1.25
Altura crítica, dc (m):	0.16	Carga para dc, Hd (m):	0.24
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.94	(0.1<=S/dc<=1.01)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.01
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	2.49	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	15.55
Factor de fricción, f:	0.181		
A	0.452	fmax=	0.181
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.59**		
Flujo cuasi-uniforme $(Eres/dc)_u$	3.66	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.06**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**3.22**
Flujo cuasi-uniforme	0.06	Flujo cuasi-uniforme	3.22
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.29
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.13**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.34	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.10
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.06	Altura conjugada, Y2 (m):	0.35
Número de Froude, F1:	4.28	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	2.03
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.3084
0.20	0.0856	0.60	0.6530
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.36	Contrahuella (m):	0.15
Número escalones:	17	Contrahuella último escalón (m):	-0.09

- **Rápidas escalonadas para los canales rectangulares del sector 3**

Rápida escalonada para el tramo 1 del canal del sector 3

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.70	(0.23<=Hdam<=1.14 ó Hdam>=1.14)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	42.03	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.008		
Altura escalón, S (m):	0.05		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.03	Velocidad para dc (m/s):	0.67
Altura crítica, dc (m):	0.05	Carga para dc, Hd (m):	0.07
Altura relativa del escalón, S/dc:	1.08	(0.1<=S/dc<=1.15)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	1.15
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B $(S/dc)_B$=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	1.14	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	24.67
Factor de fricción, f:	0.156		
A	0.452	fmax=	0.156
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.25**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	5.50	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.01**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**2.19**
Flujo cuasi-uniforme	0.01	Flujo cuasi-uniforme	2.19
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.04
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.04**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.51	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.03
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.01	Altura conjugada, Y2 (m):	0.13
Número de Froude, F1:	6.79	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	0.81
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.8859
0.20	0.2457	0.60	1.8757
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.06	Contrahuella (m):	0.05
Número escalones:	17	Contrahuella último escalón (m):	-0.02

Rápida escalonada para el tramo 2 del canal del sector 3

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.70	(0.46<=Hdam<=1.25 ó Hdam>=1.25)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	19.77	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.022		
Altura escalón, S (m):	0.09		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.09	Velocidad para dc (m/s):	0.95
Altura crítica, dc (m):	0.09	Carga para dc, Hd (m):	0.14
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.97	(0.1<=S/dc<=0.98)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	0.98
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	1.25	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	13.52
Factor de fricción, f:	0.186		
A	0.452	fmax=	0.186
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.31**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	3.37	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.04**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**2.33**
Flujo cuasi-uniforme	0.04	Flujo cuasi-uniforme	2.33
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.13
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.08**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.31	Profundidad para concentración de aire 0.9, $y_{0.9}$:	0.05
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.04	Altura conjugada, Y2 (m):	0.19
Número de Froude, F1:	3.93	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	1.11
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.4910
0.20	0.1362	0.60	1.0396
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.25	Contrahuella (m):	0.09
Número escalones:	19	Contrahuella último escalón (m):	-0.05

Rápida escalonada para el tramo 2 del canal del sector 3

ESTRUCTURA DE CAÍDA ESCALONADA			
Datos de entrada			
Ancho canal, B (m):	0.25		
Altura total caída, Hdam (m):	2.59	(0.8<=Hdam<=2.09 ó Hdam>=2.09)	Ok
Ángulo canal, θ (°):	19.04	(5.7°<=θ<=55°)	
Caudal de diseño, Qw (m^3/s):	0.050		
Altura escalón, S (m):	0.15		
Funcionamiento hidráulico			
Caudal unitario, qw (m^3/s/m):	0.20	Velocidad para dc (m/s):	1.25
Altura crítica, dc (m):	0.16	Carga para dc, Hd (m):	0.24
Altura relativa del escalón, S/dc:	0.94	(0.1<=S/dc<=0.98)	Ok
Tipo de flujo	skimming	Límite altura relativa para formación flujo tipo skimming (S/dc)s=	0.98
flujo cuasi-uniforme	A	Límite altura relativa para formación flujo tipo B (S/dc)B=	N.A.
Altura flujo uniforme, He (m):	2.09	Altura relativa para formación del flujo cuasiuniforme, He/dc =	13.02
Factor de fricción, f:	0.187		
A	0.452	fmax=	0.187
Energía residual, E1=Eres (m):	**0.53**		
Flujo cuasi-uniforme (Eres/dc)u	3.29	Flujo no uniforme (Eres/dc)	N.A.
Profundidad flujo en la rápida, dw (m):	**0.07**	**Velocidad flujo en la rápida, Vw (m/s):**	**3.02**
Flujo cuasi-uniforme	0.07	Flujo cuasi-uniforme	3.02
Flujo no uniforme	0.70	Flujo no uniforme	0.29
Altura de muros caída, Hw (m):	**0.13**		
Relación de concentración media de aire, Cmed:	0.30	Profundidad para concentración de aire 0.9, y0.9:	0.09
Salto hidráulico en la salida de la estructura			
Altura inicial, Y1 (m):	0.07	Altura conjugada, Y2 (m):	0.33
Número de Froude, F1:	3.84	Longitud desarrollo (Hager (en Chaudry)), Ld (m):	1.88
Geometría estructura			
Vertedero tipo WES. Coordenadas ecuación: $x^{1.85}=2Hd^{0.85}y$			
x	y	x	y
0.00	0.0000	0.40	0.3084
0.20	0.0856	0.60	0.6530
Dimensión escalones			
Huella (m):	0.43	Contrahuella (m):	0.15
Número escalones:	13	Contrahuella último escalón (m):	-0.01

8.5.3.8. Diseño hidráulico y geométrico de los canales de drenaje de las zonas peatonales (Fase 4)

A partir de las obras de paisajismo planteadas, se identificaron las zonas de drenaje que aportaran a las estructuras hidráulicas de la zona, en conjunto estas tienen un área de 2453.71m^2.

De acuerdo a los sectores identificados, y para una mejor descripción del diseño de cada uno de los canales, se realizó una identificación de los mismos, tal y como se muestra en las siguientes figuras:



- **Canal rectangular sector A-1**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 73 Características del sector A1

Área de Drenaje	
Área (m²)	831.24
Área (Ha)	0.083124
Pendiente Media	2
Coeficiente de Escorrentía	0.4
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=1.08 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	1.08
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.40	101.81	0.0094	0.0084

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

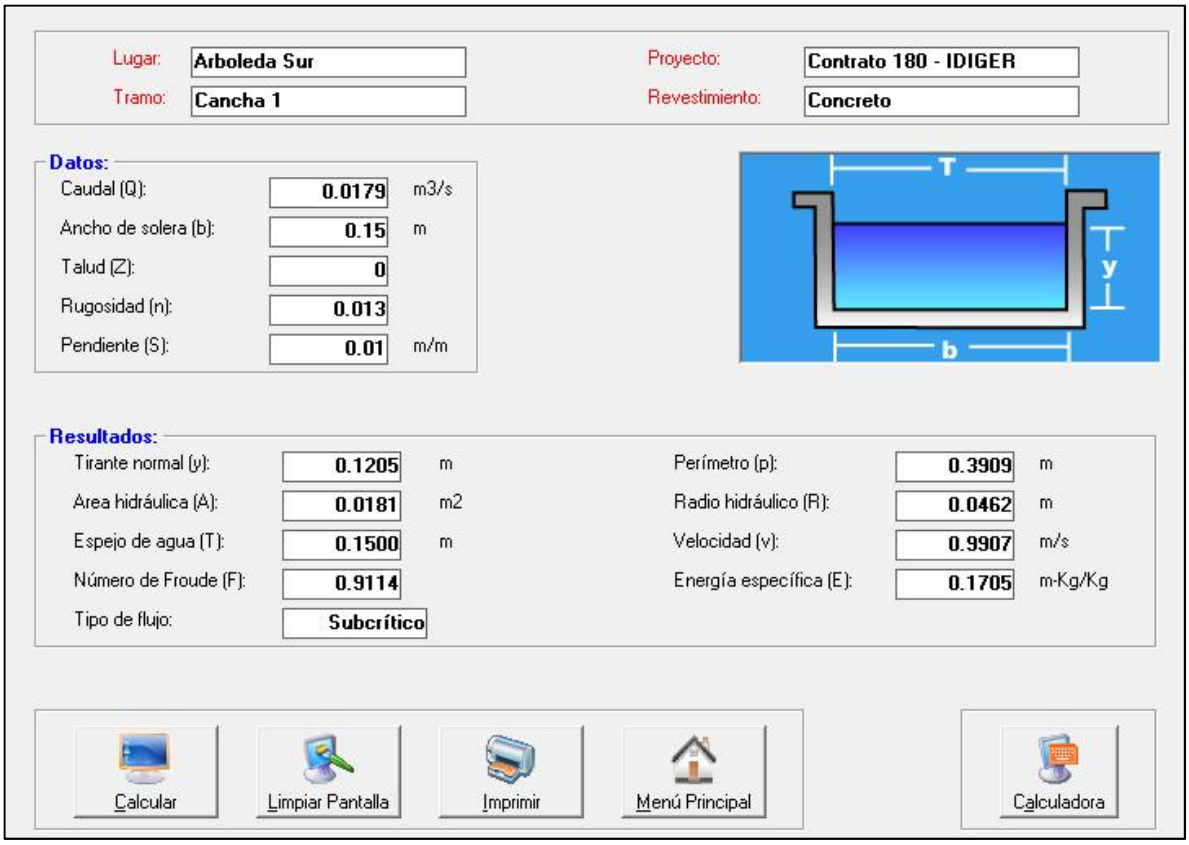


Figura 136 Diseño hidráulico canal sector A1

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.12m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal rectangular sector A-2**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 74 Características del sector A2

Área de Drenaje	
Área (m²)	692.23
Área (Ha)	0.069223
Pendiente Media	2
Coeficiente de Escorrentía	0.4
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=1.08 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	1.08
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.40	101.81	0.0078	0.0070

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

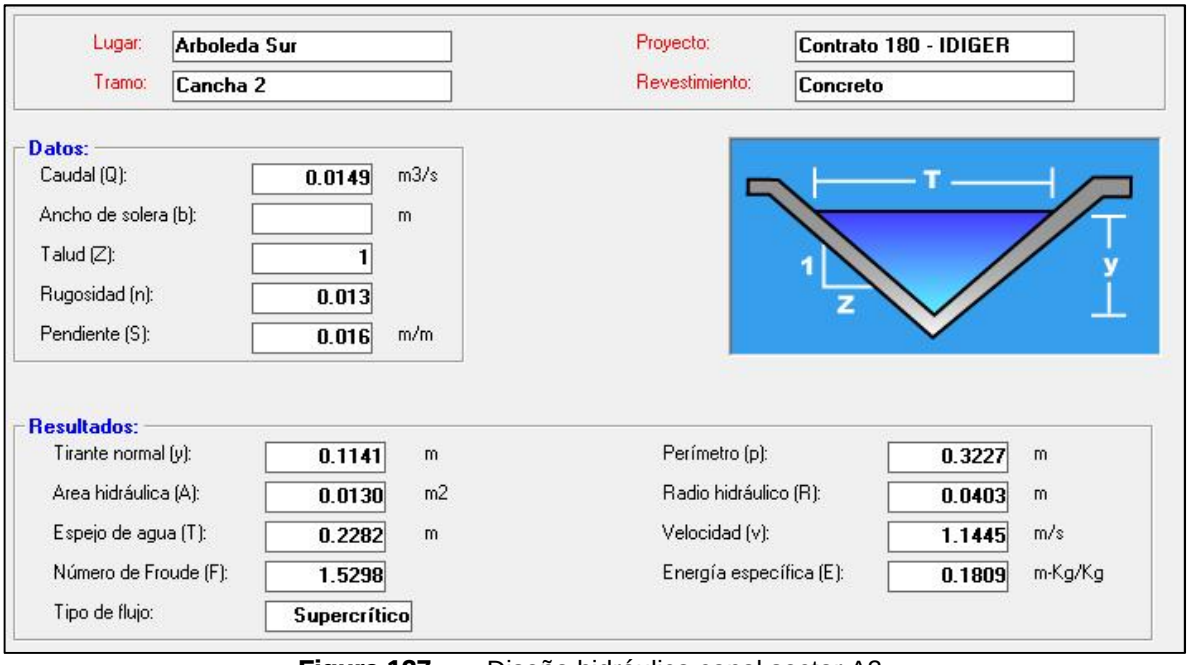


Figura 137 Diseño hidráulico canal sector A2

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.12m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal rectangular sector A-3**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 75 Características del sector A3

Área de Drenaje	
Área (m²)	420.96
Área (Ha)	0.042096
Pendiente Media	2
Coeficiente de Escorrentía	0.4
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=1.08 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	1.08
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	**Coeficiente de escorrentía**	**Intensidad (mm/hr)**	**Caudal (m^3/s)**	**Caudal para borde libre (m^3/s)**
50	0.40	101.81	0.0048	0.0043

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

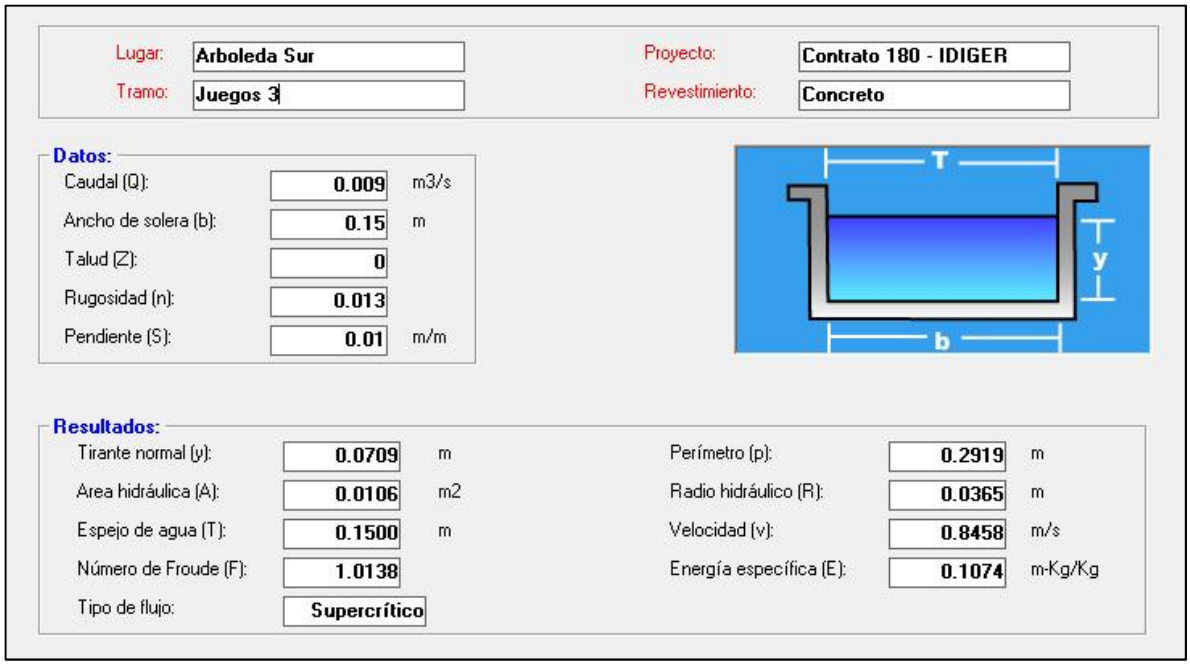


Figura 138 Diseño hidráulico canal sector A3

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.10m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

- **Canal rectangular sector A-4**

Para el análisis es necesario definir las características del sector, relacionadas en la siguiente tabla.

Tabla 76 Características del sector A4

Área de Drenaje	
Área (m²)	509.28
Área (Ha)	0.05093
Pendiente Media	2
Coeficiente de Escorrentía	0.4
Longitud cuenca (m)	68.8

Dado que el tiempo de concentración obtenido (Tc=1.08 min) es inferior al tiempo de concentración mínimo establecido en el Manual de Drenaje para carreteras 2009 del INVIAS, (15 minutos), se toma este último valor como tiempo de concentración para la estimación del caudal de diseño de las obras a proyectar.

Tc Drenaje (min)	1.08
Tc Adoptado (min)	15.00

Por lo anterior, el caudal de diseño para el canal es:

Tiempo de retorno (años)	Coeficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Caudal (m^3/s)	Caudal para borde libre (m^3/s)
50	0.40	101.81	0.0058	0.0052

Teniendo en cuenta las características del sector en el que se ubica el canal, junto con las condiciones del mismo, se procedió a calcular la altura mínima que éste debe tener, para lo cual se usó el programa Hcanales, tal y como se expone en la siguiente figura. El caudal de diseño del canal, además de incluir el caudal de drenaje para la zona, incluye el caudal para el cálculo del borde libre.

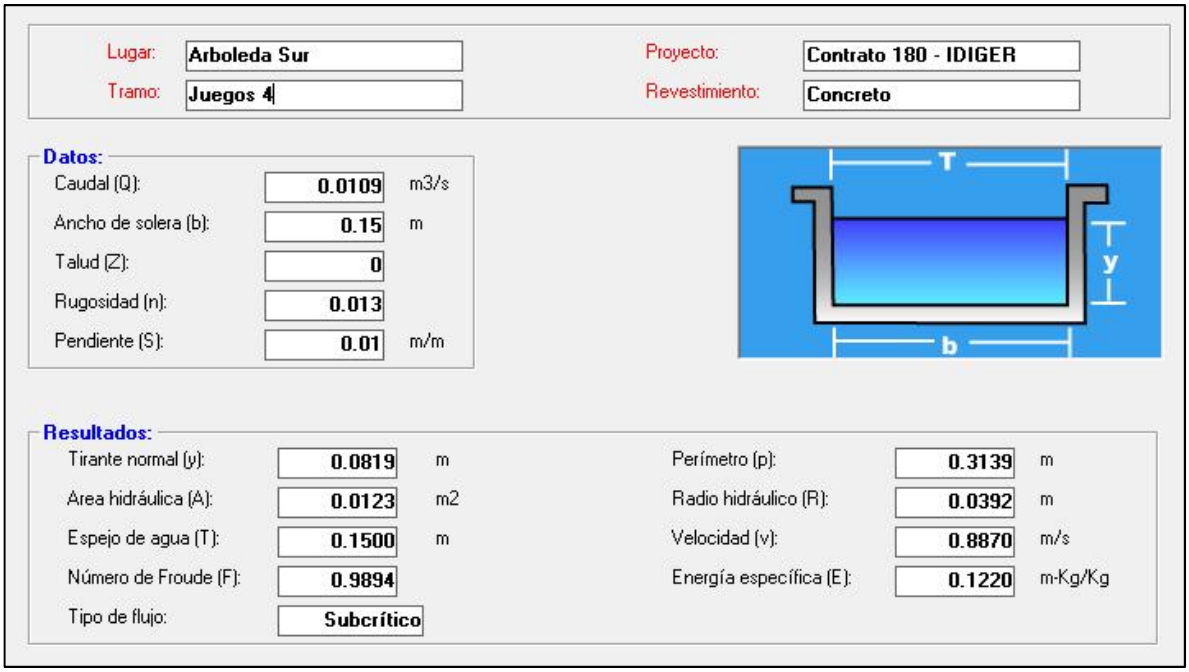


Figura 139 Diseño hidráulico canal sector A4

Con lo anterior se concluye que incluyendo el borde libre el canal debe tener una altura mínima de 0.10m, por facilidad constructiva se adopta una de 0.15m.

9 DISEÑO DEFINITIVO

9.1 Reconformación morfológica y movimiento de tierras

Como se mencionó en los capítulos anteriores, el sitio Arboleda Sur, se dividió en tres sectores, en cada uno de ellos se propuso como media de estabilización la reconformación de la pendiente y la forma de las laderas naturales, en el Anexo 6 se muestran los plano en planta y perfil de la configuración de estas laderas.

Para el sector uno, (sector en donde actualmente se localiza un parqueadero), el terraceo proyectado es el siguiente: la primera y segunda terraza empezando desde la pata del talud, se conformará con una pendiente 1:2,5, las siguientes dos se proyectan con una pendiente 1:1. La bermas entre terrazas se proyectan de 3,0 metros de longitud.

En el sector dos, o centro del sitio La Arboleda, la configuración del terraceo es la siguiente: La terraza 1 y dos comenzado desde la pata del talud son de pendiente 1:2,5, a continuación, se proponen tres terrazas con pendiente 1:1. Se proponen bermas entre terrazas de 3 metros de longitud con una leve pendiente del 2% hacia el interior de cada terraza.

En el sector tres se conformarán cinco terrazas comenzando desde la pata del talud con una terraza de pendiente 2,5:1 las cuatro siguientes se proyectan con una pendiente 1:1.

9.2 Obras de estabilización

Las obras de estabilización proyectadas para el sector 1, consisten en el perfilado del actual escarpe de falla del deslizamiento y el confinamiento de la masa de suelo por medio de dos (2) filas de pilotes de diámetro 8” y longitud 15 m, los pilotes estarán espaciados horizontalmente cada 1.0 m, distribuidas al tresbolillo cada 1.0 m. Como elemento de arriostramiento en la parte superior de los pilotes se construirá una viga cabezal en concreto de 2.0x1.2m, la cual a su vez dará soporte a un muro de contención en concreto.

Una vez completado la fila de pilotes, el muro de contención y los anclajes se procede a la reconformación de la masa inestable por medio de un terraceo con taludes 2.5H:1.0V de altura 4.0 m y bermas de 3.0 m de ancho.

Esta alternativa incluye la construcción de dos (2) filas pantallas de pilotes de 8” de diámetro y longitud 15 m, la primera localizada en la parte media del terraceo, y la segunda antes de llegar al muro de gaviones deformado existente en la parte baja

de la ladera.

En la parte central del polígono de estudio se contempla la construcción de un muro anclado y cimentado sobre pilotes de diámetro 8", similar a los descritos para el sector 1, pero en este caso los pilotes serán de 25 m de profundidad, espaciados cada 1.0 m entre pilotes y 1.0 m entre filas distribuidas al tres bolillo.

En este sector se contempla también el terraceo con taludes 2.5H:1.0V de altura 4.0 m y bermas de 3.0 m, la construcción de una segunda fila de pilotes de diámetro 8" en la parte media del área terraceada y los drenes horizontales cada 10 m.

En el sector 3 se propone la descarga y terraceo con taludes de inclinación 1.0H:1.0V, altura 4.0 m y bermas de 3.0 m de ancho. En la parte baja de la ladera se contempla la construcción de un muro de contención en gaviones de altura 3.0 m, que permita acopiar materiales provenientes de la reconformación del terreno.

En la alternativa 1 se propone la construcción de una (1) fila de pilotes de diámetro 8" localizados en la berma superior del terraceo. La longitud de los pilotes será de 15 m y estarán arriostrados en la cabeza del pilote por medio de una viga de 2.0 m x 1.2 m.

En el anexo 6, de este documento se presentan los planos de obras de estabilización generales y específicos para cada fase.

9.3 Obras de drenaje

Para el sector uno, como obras de drenaje se proyecta la construcción de drenes horizontales de diámetro 2", longitud 25 m e inclinados 5° con la horizontal, la separación entre drenes será de 10 m.

En el sector dos las obras de drenaje subsuperficial consistirán en la construcción de una trinchera drenante distribuida en forma de espina de pescado, la cual tendrá descole hacia los pozos de alcantarillado existente, previa evaluación por parte del Ing. Hidráulico.

En el sector tres se proyectan obras de drenaje como drenes horizontales de diámetro 2", longitud de 25 metros e inclinación de 5°. En el Anexo No. 6 se incluyen los planos correspondientes de obras de drenaje.

9.4 Diseño Vía

Para el dimensionamiento de ancho de vía se consultó el aplicativo de inventariado de la malla vial de Bogotá del IDU, en la **Tabla 77** se muestran los anchos de vía actual y en la **Figura 140**. se señalan los CIV correspondientes. Además de consultar los ancho actuales de las vías en el portal web del IDU, se realizó la consulta de los anchos proyectados por secretaria distrital de planeación.

Los anchos tenidos en cuenta para el diseño y reconformación de la vía están en función del tipo de vías identificadas por el IDU, para este caso circuito de movilidad además de la percepción actual del tráfico de la zona. Los anchos definidos para el diseño se proyectaron de mayor magnitud a los mostrados en el inventariado que presenta el IDU, considerando las posibles proyecciones que se tengan previstas en secretaria de planeación. En reunión con funcionarios de secretaria de planeación se definió que la calle 48K Sur es de 8,0 metros. Para la carreara 12 se muestra en plano Anexo los ancho proyectados por planeación.

Es importante mencionar que el objeto principal de estos estudios es diseñar obras de contención para la condición inestable del sitio. Y pasa a ser segundo plano el diseño o trazado de la vía. El diseño de la vía deberá ser objeto de un estudio específico para ello.

Tabla 77 Identificación de CIV, Vías a reconformar

CIV	NOMENCLATURA	ANCHO (IDU) m.	ANCHO (DISEÑO) m.
18003755	CALLE 49A SUR	3,95	6,5
18003645	CARRERA 12	4,5	6,5
18003678	CALLE 48K SUR	6,55	8,0
18003724	CALLE 48K SUR	5,63	8,0
18003789	CALLE 48K SUR	6,11	8,0

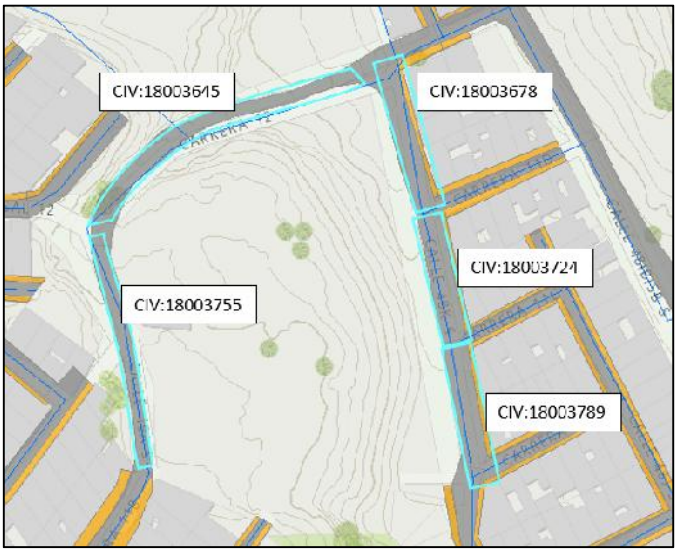


Figura 140 Identificación de CIV, Vías incluida dentro del proyecto Arboleda Sur

9.4.1 Generalidades

El documento contiene el diseño de pavimento flexible para la recuperación de la Calle 48 K Sur y de la Carrera 12 en el barrio La Arboleda Sur, las cuales están afectadas por un deslizamiento complejo que se presenta en el sector y el cual se describe en el Capítulo de Geotecnia.

El diseño de pavimentos se realiza por la metodología AASHTO-93, y las recomendaciones de la Guía para el diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C. (2013).

9.4.2 Diseño de pavimento flexible

Las consideraciones de diseño tenidas en cuenta para el análisis de la estructura de pavimento flexible según la metodología AASHTO-93, se presentan a continuación.

- Nivel de Tránsito: 150000 ejes equivalentes
- Categoría de Transito: To
- Clasificación de la malla vial: Tipo V-9 Malla vial local
- Periodo de diseño: 10 años para pavimento flexible
- Confiabilidad: 80%, para vías locales urbanas
- Error estándar: 0.45 para pavimentos flexibles
- Desviación estándar: 0.841, recomendada por el método para diseño de

nuevas vías.

- Serviciabilidad inicial pi: 4.5
- Serviciabilidad final pt: 2.0
- CBR: 3.0%
- Tipo de subrasante IDU: S3
- Subrasante: El nivel de subrasante corresponde al estrato de suelo residual superior.

9.4.3 Caracterización de la subrasante

Para el diseño de la estructura de pavimento se tuvo en cuenta el resultado del sondeo S05 el cual se efectuó sobre la Calle 48 K sur con Carrera 11 C. El tipo de suelo encontrado a una profundidad de 1.0 m corresponde a una arena limosa de compacidad media asociada al estrato superior de suelo residual, a esta profundidad el material presenta un valor del número de golpes del ensayo de SPT de 15 golpes/pie, lo cual se asocia con una compacidad media.
Nivel freático: No se encontró durante la ejecución del S05.

9.4.4 Determinación de espesores

A partir de los anteriores parámetros se efectúa la modelación de la estructura empleando una hoja de cálculo con la metodología AASHTO-93. El número de ejes que soportará es de $8.5x10^5$, el cual es superior al número de ejes requerido ($1.5x10^5$). La estructura tendrá un espesor total de 0.55m, los espesores de pavimento que conforman la estructura de pavimento se muestran en la **Figura 141**.

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO								
Espesor		Material	Módulo Dinámico		a	m	SN	
cm	pulg		Kg/cm2	PSI				
10.0	3.94	RODADURA	6,000	85,714	0.400	1.00	1.575	3.684
20.0	7.87	Base granular	2,100	30,000	0.140	0.98	1.080	2.109
25.0	9.84	Sub-base Granular	1,000	14,286	0.110	0.95	1.029	1.029
		Subrasante	315	4,500				

Figura 141. Determinación de espesores de pavimento flexible

9.4.5 Tramos a intervenir

Las vidas que se intervendrán corresponden a las afectadas por el movimiento de remoción en masa en el barrio La Arboleda Sur, en la Tabla se registran las vías y la longitud de intervención.

Tabla 78. Relación vías a intervenir con estructura de pavimento flexible.

Vía	Tramo	Longitud (m)
Calle 48 K Sur	Entre carrera 11 y carrera 12	180
Carrera 12	Entre calle 48 K sur y calle 49 A sur	162

9.4.6 Conclusiones y recomendaciones

Durante la construcción del pavimento flexible se debe seguir las normas establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), en cuanto a materiales, procesos constructivos y control de calidad de la obra.
Se debe realizar un adecuado drenaje de las aguas de escorrentía por medio de cunetas con el fin de evitar empozamientos de agua en los bordes de la vía.

9.4.7 Limitaciones

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de la evaluación de la fase de exploración de campo, ensayos geofísicos y de los ensayos de laboratorio realizados. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de construcción de las obras, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para dar las observaciones que amerite el caso.

9.5 Fases de construcción

Se propone la estabilización del sitio por fases, teniendo en cuenta las consideraciones económicas y proceso constructivo de la obra, en el Anexo 6 del presente documento se presentan las memorias de cálculo estructurales para cada una de las fases definidas.

9.5.1 Fase 1

En el sector dos se conformará una pantalla con micropilotes, muro en concreto y anclajes en roca en la corona del deslizamiento, como obras de drenaje se proyectan drenes horizontales, adicionalmente la reconformación y/o construcción de la calle 48K sur.

9.5.2 Fase 2

Se proyecta el terraceo del sector centro y sur, construcción de pantallas conformada por micropilotes arriostrada con viga cabezal, pantalla con micropilotes en el trasdós del gavión del sector norte, construcción de gaviones en la pata del

talud sector tres.

9.5.3 Fase 3

Para la fase 3, se proyecta la construcción de pantalla de pilotes para reconformación de la calle 49A Sur.

9.5.4 Fase 4

Obras en predio privado, las cuales comprende el terraceo en el sitio del parqueadero y construcción de pantalla con micropilotes.

Para cada una de las fases se propone la revegetalizacion y/o protección de la cara expuesta de los taludes.

9.5.5 Proceso constructivo.

A continuación se describe el proceso constructivo de las cuatro (4) fases de las obras de estabilización diseñadas para el barrio Arboleda Sur de la Localidad de Uribe Uribe en la ciudad de Bogotá D.C.

En términos generales, las obras a construir consisten en estructuras de contención (pantallas con pilotes metálicos de 8” de diámetro, muros de concreto, anclajes en roca, muros en gaviones), movimiento de tierras (terraceo y perfilaje), obras de drenaje (cunetas, canales, filtros, drenes subhorizontales, reconstrucción de redes), obras de paisajismo (empradización de areas desprovistas de vegetación, senderos o caminos), reconstrucción de vías (conformación de banca y construcción del pavimento), entre otras.

El proceso constructivo propuesto para las cuatro fases en las cuales se ejecutarán las obras, conforme a los planos de diseño y las especifiaciones de construcción es el siguiente:

Obras fase I

Como punto de partida para la construcción de estas obras, luego de los trabajos de localización y replanteo, se propone conformar una berma a la altura de la cabeza de los pilotes (base del muro de concreto a construir), con el fin de transitar el equipo de perforación. Esta berma a su vez puede realizarse a partir de los extremos de la obra o desde puntos intermedios de la misma, colocando una capa

de afirmado debidamente compactado en la medida que avanza la conformación de la misma, lo cual a su vez facilitará la movilización del material producto de las excavaciones, por medio de coches o volquetas. El movimiento de tierras tambien se podrá efectuar repaleando el material, primero colocandolo con el valde la de excavadora sobre la berma de la vía existente y luego cargándolo a las volquetas. En todo caso, será el contratista de la obra quien determine la forma de trabajo.

Una vez conformada la berma, parcial o totalmemte, se dará ingreso al equipo de perforación tipo trac drill o similar y se ejecutarán las perforaciones para los pilotes hasta la profundidad indicada en los diseños. El sistema de perforación a utilizar es mediante martillo de fondo, con broca de diámetro ligeramente mayor al diametro externo de la tubería de los pipotes, aspecto importante a considerar, como quiera que las 8” de diámetro de los pilotes corresponde al diámetro interno. Esta perforación destructiva asegurará que los pilotes sean instalados en roca a la profundidad de diseño. Para el hizaje e hincado de los pilotes se deberá usar un equipo con torre vertical tipo sonda; la hinca se podrá realizar con ayuda de una pesa como martillo de golpe, o por medio de un martillo a combustión diesel, o por medio de herramienta ramming.

Los empalmes de la tubería de pilotes mediante soldadura, se podrán realizar tantas veces como sea necesario, dependiendo de la altura de la torre que se use como equipo de hinca; en todo caso, por razones de rendimiento no se recomiendan tramos menores de 6 metros.

Una vez ejecutado el pilotaje, se podrá proceder con la construcción del muro en concreto, como se indica en los planos de diseño, haciendo uso se la respectiva formaleta. Previamente a la fundida del muro se deberán dejar los pasantes de los aclajes (tubería plastica). Una alternativa frecuentemente usada es la perforación e instalación de los torones de anclaje y posteriomente la construcción del muro de concreto. De cualquier manera, la localización de los anclajes debe hacerse mediante topografía.

La perforación para los anclajes según las indicaciones de diseño, puede realizarse mediante martillo de fondo y broca destructiva y por medio de equipo track drill o mesas de perforación hidráulico pneumáticas, lo importante es que la técnica de perforación garantice la estabilidad de las perforaciones mientras se introduce el toron del anclaje hasta la profundidad de diseño. Una vez realizada la inyección del anclaje y cumplido el tiempo de fraguado, se podrá proceder con los trabajos de tensionamiento, según la especificación correspondiente. No sobra advertir que el tensionamiento de los anclajes solo se podrá realizar una vez se complete la totalidad de de los rellenos compactados por el trasdos del muro.

Los trabajos de alcatarillado se podrán realizar en paralelo con las demás obras, teniendo en cuenta además que este deberá atravesar el muro de concreto, lo cual deberá tenerse en cuenta antes de la fundida del muro. Los drenes horizontales (subhorizontales) se podrán construir igualmente antes de la fundida del muro de concretro o una vez terminada dicha obra, siempre y cuando estos trabajos no interfieran en el normal desarrollo de las actividades de construcción de los pilotes y el muro en concreto; en cualquier caso, deberán quedar instaldos por debajo de la zarpa del muro.

Poaterioemente, se realizarán los trabajos de nivelación del terreno para obtener la subrasante de la vía y la construcción del pavimento. Las cunetas por los lados de la vía según diseño, serán las ultimas obras a realizar en esta fase I. Complementariamente se realizarán los trabajos de empradización entre la corona del muro y el borde externo de la vía.

Es de aclarar que el drenaje en general debe colectarse por el costado de aguas abajo del muro de concreto y conducido a traves de tubería plastica enterrada hasta el pozo localizado en el costado occidental del área según planos de diseño. Estas ultimas obras de drenaje son de carácter temporal, mientras se ejecutan las obras de la fase II; en ese momento serán reemplazadas por obras de drenaje de carácter permanente.

Obras fase II

Se llevarán a cabo los trabajos de movimiento de tierras (perfilaje y terraceo), trabajos que buscarán la compesación corte – relleno, a fin de contrarrestar el transporte de materiales. El movimiento de tierras se efectuará a través del repaleo de material por medio de excavadoras.

En el costado sur occidental del area hacia la pata de la ladera se construiran muros de confinamiento en gaviones, los cuales se podrán ejecutar inclusive antes de realizar el trabajo de movimiento de tierras en dicho sector. Tambien se requiere de la reconstrucción del muro de gaviones localizado en el costado noroccidental del area; este muro se deberá desarmar manualmente a juicio de los geotecnistas de de obra y de interventoría, luego de la construcción de la pantalla con pilotes metálicos en este sector, que se describe más adelante. La parte del muro a reconstruir es la zona deformada por efectos de la inestabilidad; los materiales petreos a usar para su reconstrucción son primeramente los que se obtengan al desarmar la parte afectada.

Una vez conformadas las bermas, se procederá con la construcción de las pantallas de pilotes con las dimensiones indicadas en los planos de diseño y siguiendo el

procedimiento usado para la perforación e hinca de tubería de las obras fase I. Al finalizar la construcción de los pilotes se construirá la viga cabezal en concreto con lo cual finalizará esta obra de contención. Una obra como estas se construirá al finalizar estas primeras o con un frentre de trabajo diferente, en la parte baja del parquedadero, por la parte de arriba de los gaviones del costado noroccidental del área; esta obra de simetría curva quedará máximo a nivel de piso del parqueadero existente.

En paralelo con la actividad de pilotaje, aunque no necesariamente, se podrán construir los drenes horizontales (subhorizontales), cuya perforación para la instalación de la tubería ranurada o perforada podrá realizarse mediante martillo de fondo y broca destructiva, con el uso de equipo track drill, mesas de perforación hidráulico pneumáticas, o equipo similar; lo importante es que la técnica de perforación garantice la estabilidad de la misma mientras se introduce la tubería perforada y envuelta en geotextil no tejido, conforme a las especificaciones de diseño.

Las demás obras de dreanje como cunetas y canales se podrán construir tambien luego de finalizados los trabajos de movimiento de tierras o al finalizar la construcción de las obras de contención.

Estos trabajos de la fase II concluyen con la construcción de los senderos peatonales y los trabajos de empradización y arborización, si es que no se solicita la construcción de las canchas deportivas indicadas en los planos arquitectónicos.

Obras fase III

Como fase III se definió el sistema de confinamiento de la Calle 49 A Sur, con pantallas de concreto y pilotes metálicos, obras que se podrán ejecutar en el siguiente orden:

Se propone obtener una rasante para la construcción de los pilotes de confinamiento que irán por ambos lados de la vía; esta rasante no necesariamente corresponderá al nivel de subrasante de la vía. Los pilotes se construirán con las dimensiones indicadas en los planos de diseño y siguiendo el procedimiento usado para la perforación e hinca de tubería de las obras fase I.

Al finalizar la construcción de los pilotes se realizará la excavación para la construcción de la pantalla de concreto que arriostrará las cabezas de los pilotes por ambos lados de la vía en la zona de mayor pendiente, lo cual exigirá el descabece o extensión de los pilotes mediante oxicorte y soldadura según corresponda, hasta obtener la cota requerida de la cabeza de los pilotes a partir de

la cual se construirá la pantalla de concreto.

Para la construcción de la pantalla en concreto se requiere de un entibado preferiblemente metálico, dado que la parte externa de la pantalla quedará a la vista, por lo cual exige un buen acabado. En el trasdos de la pantalla de concrteto irá un filtro según planos de diseño con el fin de evacuar el agua de infiltración. Posteriormente, se conformarán los rellenos para obtener la subrasante de la vía y se realizará el perfilaje de los taludes externos, los cuales deberán ir empradizados. Con el pavimento y las obras de drenaje complementarias (cunetas) se finalizan las obras de la fase III.

Obras fase IV

Las obras de esta fase consisten en la construcción de una pantalla de pilotes en una de las bermas a conformar como parte de los trabajos de la fase II en la zona media del parqueadero existente. El proceso constructivo de estas obras conforme a las dimensiones indicadas en los planos de diseño, es siguiendo el procedimiento propuesto para la perforación e hinca de tubería de las obras fase I. Al finalizar la construcción de los pilotes se construirá la viga cabezal en concreto.

Tanto la anterior como las demás obras complementarias en materia de drenaje están sujetas a la negociación o emisión de permiso por parte del propietario del predio.

Otros comentarios

Las obras de estabilización en este sector de Arboleda Sur hacen parte de un todo, es decir, no se pueden construir las obras de una etapa sin tener en cuenta las obras de las etapas siguientes.

Se recomienda brindar un buen manejo al descapote o top soil, con el fin de aprovechar este material para llevar a cabo los trabajos de empradización de bermas y taludes, especialmente en lo que concierne a la fase II de las obras.

Todas las obras requieren trabajo preliminar de localización y replanteo topográfico, sin que esto implique que no se puedan hacer cambios, especialmente cuando hayan cambido las condiciones encontradas durante los diseños.

La programación de las obras para cada una de las fases se presenta en el Anexo

9.6 Urbanismo y paisajismo

9.6.1 Generalidades

9.6.1.1 Características Físico-Ambientales

Situada en el sector centro-oriental de Bogotá, los predios a intervenir se localizan la localidad de Rafael Uribe Uribe la cual, limita al norte con la localidad de Antonio Nariño, con la Avenida General Santander, Avenida Primero de Mayo de por medio; al oriente con la localidad de San Cristóbal, con la Avenida Fernando Mazuera, el costado oriental de la Cuchilla de las Guacamayas del parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes de por medio; al sur con la localidad de Usme con el borde norte del Cerro Juan Rey del mismo Parque Ecológico Distrital, la Diagonal 53 F Sur, la Calle 55 Bis Sur, Calle 55 A sur de por medio; y al occidente con la localidad de Tunjuelito, con la Avenida Caracas, la Calle 46 A Sur, la Calle 47 A Sur, con la Avenida Santa Lucía de por medio (Secretaría de Planeación 2011).

Involucra elementos que determinan el buen establecimiento de las coberturas vegetales y con ello su éxito y permanencia. Entre los que se encuentran el clima, régimen hidrológico, topografía, vegetación asociada y demás aspectos relacionados con el microclima del lugar, a su vez relacionada con la asolación, precipitación, humedad relativa y vientos que condicionan el desarrollo de la vegetación. Se atenderá el déficit cualitativo y cuantitativo de arbolado público por medio de una selección de especies acorde a las condicionantes físico-ambientales del ámbito de intervención.

9.6.1.2 Topografía

La topografía del polígono de trabajo es inclinada con fuertes pendientes, cuya altitud oscila entre los 2.623 hasta los 2.652 m.s.n.m.

9.6.1.3 Clima

La localidad de Rafael Uribe Uribe posee clima frío y su temperatura promedio es de 14ºC la mayor parte del año (Secretaria de Cultura, recreación y De-porte, 2008).

9.6.1.4 Precipitaciones

Los periodos lluviosos están comprendidos entre los meses de marzo a mayo, en el primer semestre del año; a finales de año, durante los meses de octubre a noviembre; los dos periodos secos entre los meses de julio a septiembre y diciembre a febrero. Los meses con mayor precipitación son mayo y octubre.

9.6.1.5 Humedad Relativa

La zona de estudio se localiza en una zona ligeramente húmeda con precipitación media anual entre 700 a 900 mm, el valor de la humedad se encuentra en mayor porcentaje en los periodos de los meses de lluvia altas, en mientras que los periodos de humedad baja se presentan en los periodos de menos lluvia. La humedad relativa anual para la localidad Rafael Uribe Uribe es de 82% según lo reportado en la estación Granja San Jorge del IDEAM (IDEAM, Fondo Prevención y Atención de Emergencias FOPAE, 2007).

9.6.1.6 Vientos

La velocidad del viento está determinada por la época del año, siendo los vientos alisios los que predominan en dirección noreste-sureste, estos traen consigo lloviznas y se presentan en la última semana de junio, siendo estos los que marcan la finalización del primer periodo de lluvias (marzo-mayo). Para la segunda temporada de lluvias (septiembre-noviembre) se presentan vientos que provienen del noreste, este y oeste, esta característica permite la presencia de precipitaciones fuertes y formación de tormentas eléctricas (IDEAM, Fondo Prevención y Atención de Emergencias FOPAE, 2007).

Los vientos en la localidad Rafael Uribe se presentan principalmente en dirección noreste, aunque el rio Tunjuelo posee influencia que permite una dominancia de los vientos provenientes del sur (IDEAM, Fondo Prevención y Atención de Emergencias FOPAE, 2007).

9.6.1.7 Zonas de Vida

De acuerdo al Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca (IGAC, 2000), en el área de desarrollo del proyecto se encuentra localizada en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (**bh-MB**), sin embargo, el área específica de intervención por sus condicionantes climáticas presenta características un poco más secas en comparación con otras zonas de la ciudad que puede deberse a los vientos y la perdida de cobertura vegetal.

9.6.2 Características Urbanas

Comprende las características urbanas que influyen en el proyecto tales como la red vial tanto peatonal como vehicular y la propuesta de actividades y usos al interior del ámbito de intervención. Es primordial tener en cuenta las afectaciones que se presentan hoy en día a nivel urbano como de funcionamiento de la ciudad debido al abandono del área a intervenir, la falta de conectividad peatonal y vehicular que existen en el sector además de la falta de apropiación por el mal estado de la vía y

de los lotes que los ha convertido en espacios baldíos y donde en evidenció contaminación por basuras en la visita de campo.

9.6.2.1 Usos del Suelo

El barrio Arboleda Sur hace parte de la UPZ 54 Marruecos la cual se encuentra en el costado centro sur; es de tipo 1 residencial de urbanización incompleta, que corresponde a “sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencia en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público” (DAPD, 2004). En área de influencia directa del polígono del proyecto predomina el uso residencial en barrios de origen informal conformado por viviendas de uno o dos pisos que se construyen de manera progresiva con base en los recursos del propietario.

9.6.2.2 Tejido Urbano

El área de trabajo se emplaza en un sector de la ciudad con un urbanismo no planificado de origen informal donde algunos predios sirvieron para la explotación minera. Por tanto, debido a la topografía del ámbito caracterizada por fuertes pendientes como a su origen no planificado, Arboleda Sur tiene una traza urbana que ignora el contexto en el cual se emplaza, ello deriva en vías con pendientes pronunciadas que además se encuentran en mal estado generando problemas de accesibilidad a nivel peatonal. Los predios a intervenir se ubican en el barrio La Merced aunque, el proyecto busca mitigar las fallas del barrio Arboleda, donde estos se encuentran vacantes divididos por una vía construida por la comunidad que se encuentra en muy mal estado pero que reviste importancia dado que es el eje vial por el que se accede a los barrios.



Figura 142 Zona de trabajo Arboleda Sur
Fuente: Mapas Bogotá, 2019

Hacia el límite oriental del predio se encuentra la calle 48K sur y al costado occidental la calle 49A sur con frente a manzanas en estado de consolidación. Por el contrario, hacia los límites norte y sur del área de trabajo se ubican lotes de carácter privado sin desarrollar. Al encontrarse rodeada por dos asentamientos en sentido oriente – occidente, el área cobra relevancia como espacio de conexión entre ambos tejidos urbanos que se encuentran a diferente altura. Adicionalmente, en barrios vecinos están empezando a desarrollarse por parte del sector inmobiliario proyectos en altura que implican un cambio en las dinámicas urbanas y sociales de los barrios La Arboleda y la Merced.

9.6.3 Propuesta de diseño urbano y paisajístico

Objetivo General

Generar el diseño Paisajístico y Arquitectónico del parque con sus senderos y correspondiente espacio público**,** dando acompañamiento a los comités de coordinación para el diseño. Buscando así un mejoramiento dentro del entorno urbano, facilitando la interacción inter-barrial; de esta forma permitiendo la apropiación por parte de la ciudadanía de los diferentes espacios creados para ellos.

Objetivos Específicos

- Desarrollar la elaboración del diseño paisajístico del arque en concordancia con el planteamiento geotécnico, las obras de estabilización propuestas y demás estudios técnicos de ingeniería en relación a criterios de diseño paisajístico para el área de intervención, diseño de las canchas y áreas de juegos, paisajismo, arborización y coberturas, elección de especies para arbolado y coberturas.
- Plantear un diseño urbano paisajístico que se integre a la topografía del sector para construir comunidad.
- Diversificar las opciones de movilidad y accesibilidad.
- Fomentar la armonía visual a través de la construcción del diseño del paisaje.

9.6.3.1 Planteamiento de Diseño Urbano

Se parte de las necesidades de los usuarios potenciales del ámbito de estudio, generando una serie de actividades básicas cotidianas, buscando la perfecta armonía entre la conformación físico-ambiental, urbana, paisajística y necesidades de la comunidad. Para la conformación del diseño urbano es de vital importancia tener en cuenta la inclinación del terreno, donde se busca que no sea una limitante, sino se busca su aprovechamiento al máximo, generando visuales, espacios y ambientes fuera de lo cotidiano.

Accesibilidad y Movilidad

Mejora de la movilidad vehicular a partir de la reconfiguración de las vías que actualmente se encuentran deterioradas, ubicadas en la calle 48K sur con carrera 11 y la calle 49A sur con carrera 11A, así como la mejora en la movilidad peatonal, con la construcción de un andén que acompañará la vía circundante al proyecto y las escaleras que recorren el mismo. Basados en el uso de elementos prefabricados con base en la Cartilla del Espacio Público de Bogotá, las normas técnicas y detalles específicos constructivos para la configuración de escaleras y otros elementos constitutivos del espacio público, además de mobiliario antibandálico y juegos infantiles como para adultos de calidad que ya se encuentran en muchos parques de la ciudad.

Plazoleta

Se plantea una plazoleta para acceder a la zona recreativa de juegos y conectar con la red de escaleras, siendo este un punto de conexión y permanencia para el usuario, donde se busca la apropiación e interacción del individuo con el proyecto; el tratamiento de piso y su textura será en adoquín, se proponen bancas y zonas de permanencia, donde la composición paisajística ofrece zonas con luz y sombra del sol generada por las especies arbóreas propuestas, así como una zona Lúdico-recreativa. En el diseño de piso se plantea el uso de dilataciones y confinamientos

Espacio Lúdico-Recreativo

Localizado en la parte baja del predio, se genera un espacio para la recreación activa y pasiva con un amplio rango de edades y actividades de manera que pueda ser usado a diferentes horas del día y facilite la conexión física entre el barrio La Merced y Arboleda, los componentes recreativos del parque se encuentran diseñados en base a los determinantes del IDRD en cuanto uso del espacio, materiales y demás especificaciones; cabe resaltar el uso de los colores de acuerdo a los grupos de edad, el mobiliario de juegos y máquinas; las especificaciones del material en caucho granulado para la protección de los usuarios en estas zonas de juego.



Figura 143 Propuesta Parque
Fuente: Consultor

Dentro de este espacio se diseñaron los siguientes elementos y sub-espacios

- Senderos

  Al interior busca mejorar la conectividad entre la calle 48K sur y la calle 49A, a través de una red de escaleras que conectará la parte baja con la parte alta del predio, lo que conlleva una mejor conectividad inter-barrial, mejoras en tiempos de tránsito de los transeúntes para sus desplazamientos.

  Los senderos de circulación se encontrarán alrededor de la cancha, zonas de juegos para niños y recreación pasiva, donde se busca aprovechas las visuales generadas por la inclinación, brindando recorridos con excelentes vistas, así como “momentos” de luz-sombra brindados por el paisajismo a conformar.

  Las formas de los senderos son sencillas, a manera de circuito, claros y no generan ángulos agudos, estos senderos se realizarán de acuerdo a la normatividad existente y a lo dispuesto en la cartilla del espacio público, contando con bordillos en concreto prefabricado y ladrillo como material principal.

- Zona Deportiva

  Se propone una cancha múltiple en concreto demarcada con las medidas correspondientes de 15 x 28 metros, con posibilidad de practicar varios deportes tales como: baloncesto, voleibol y micro futbol, entre otros. También

es un espacio apto para ser adoptado por la comunidad, colegios, jardines infantiles, equipos deportivos u otras instituciones, quienes con el soporte de las entidades Distritales podrán realizar allí actividades, dando uso a las graderías y llevando allí un sin número de actividades como de congregación para toda la comunidad en general.

- Zona Infantil

Se plantea usar la conformación de los taludes propuestos en la reconfiguración morfológica del terreno, para incorporar juegos tales como: rodaderos y muro de escalada. Haciendo uso a favor de la topografía, generando espacios diferentes, innovadores y estimulantes para los menores de edad; donde el piso de dicha zona será en materiales acolchados y flexibles, para que al caer los niños no se maltraten. Los módulos de juegos deben cumplir con los requisitos de anti-vandálicos y se proponen pensando en un rango de edades de 3 a 12 años de este modo se cumbre un buen porcentaje de población infantil.

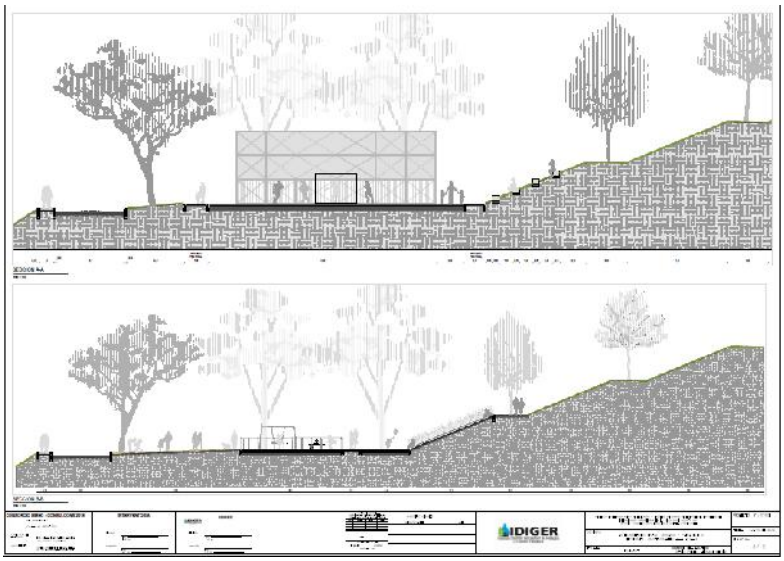


Figura 144 Secciones transversales Zona de juegos Infantiles
Fuente: Consultor

- Zona de Gimnasio y Juegos Biosaludables

Se instalará el mobiliario para un gimnasio al aire libre así como juegos biosaludables para adultos que cumpla con las Especificaciones del IDRD, el cual contaría con aparatos especializados de ejercicio que van integrando los espacios al aire libre de deporte y entretenimiento de las personas,

beneficiando a adultos de todas las edades e incluso a adultos mayores. Este tipo de mobiliario es de gran beneficio para toda la comunidad, ya que se generan lugares de encuentro, socialización y estimulación para la realización de ejercicio; cabe tener en cuenta que, hoy en día en los diferentes parques donde se han instalado este tipo de mobiliario y concepto, sin tener en cuenta su estrato, han sido de gran acogida por parte de la comunidad que los usa continuamente a diferentes horas del día.

- Mobiliario Urbano

  Para el proyecto se contempla instalar el mobiliario urbano establecido en la Cartilla del Espacio Público de Bogotá, tales como bancas y caneca en las zonas de descanso, también puntos donde se pueda realizar la diferenciación y reciclaje de residuos o materiales.

9.6.3.2 Planteamiento de Diseño Paisajístico

A través de la propuesta de paisajismo se busca dar unidad e integridad al espacio constituido haciendo uso de coberturas vegetales arbóreas, arbustivas y herbáceas. Se atenderá el déficit cualitativo y cuantitativo de arbolado público en una apuesta por incrementar el arbolado del sector, con el ánimo de generar apropiación por parte de residentes. Se pretende generar conciencia por el cuidado del arbolado urbano, pero también es importante que los grupos sociales comprendan las funciones y beneficios que brindan los árboles en Bogotá.



Figura 145 Planteamiento Diseño Paisajístico
Fuente: Consultor

Se propone arbolado de alineación que guía y acompaña el transitar por la vía, al interior del área ludo-recreativa, para dar sombra a las diferentes estancias y se acompañan las zonas infantiles con coberturas. Se emplearán especies tapizantes para cubrir los diferentes taludes; en las bermas de los taludes se plantan arbustos, generando líneas y un ritmo con la vegetación que siguen la geometría de los mismos a manera de cintas verdes arboladas. Se busca no incluir barreras visuales para permitir el control visual evitando la inseguridad.

Para la selección de las especies se determinaron criterios de índole climática y ambiental como requerimiento hídrico, microclima de la zona de trabajo, exposición solar, tolerancia a la contaminación, tasa de crecimiento, disponibilidad en el mercado y otros de tipo urbano como, función a desempeñar en el espacio público, adecuación a la imagen paisajística del proyecto, tolerancia a la contaminación, entre otros.

El principal criterio es contar con individuos arbóreos bien estructurados, adaptados a las condiciones del medio (altas tasas de supervivencia), de raíz no intrusiva para no afectar los taludes y con menores requerimientos en términos de formación y mantenimiento que garanticen su óptimo desarrollo en el espacio público y que no afecten otros elementos del mismo.

Paisaje Duro

Se implementarán un sistema de circulación por escaleras fabricadas en concreto a la vista fundido en sitio, que permitirán superar la fuerte pendiente que impone la topografía. Se proponen dos senderos con escaleras, las del costado sur retoman el acceso y llegada de un viejo sendero que desapareció con la reconfiguración morfológica del terreno. La segunda localizada la zona intermedia del área de intervención permite acceder directamente al espacio lúdico recreativo, aunque la distancia a recorrer es mayor. Para acceder a las escaleras se han diseñado pequeñas plazoletas adoquinadas que reciben al usuario, lo invitan a entrar y caminar por las terrazas o simplemente llegar de manera corta por las escaleras del costado sur.

Paisaje Blando

La vegetación dentro del área de trabajo se ha proyectado para garantizar la permeabilidad visual sin generar bloqueos, ello permite el control visual y se traduce en mayor seguridad al no generar zonas de sombra. La arborización sobre las bermas en la zona de las terrazas se propone en alineaciones rectas que siguen y enfatizan la geometría de la configuración del terreno, sin embargo la plantación se realiza a tres bolillo entre líneas y cada línea continua se conforma a partir de

individuos de la misma especie que se alternan entre una terraza y otra con un distanciamiento de 11 metros y especies de fuste limpio, de porte bajo a medio para que sus raíces no afectan la obra de estabilización y no creen barreras.

Como arbolado vial y para el parque se plantea también la distribución en alineación con un distanciamiento de 11 metros entre individuos con árboles de porte alto que acompañen al peatón como al vehículo por la vía pero que también guíen el flujo de los peatones hacia el parque de la especie Mangle de tierra fría (*Escallonia pendula*). Además, se busca dotar las zonas de permanencia a través de bancas con sombra y brindar un mejor confort térmico a los usuarios del parque con individuos de la especie Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), especie nativa caracterizada por su porte alto, follaje poco denso que deja pasar la luz y su coloración rojiza en hojas maduras.
A nivel de coberturas se propone para los taludes generar un pastizal con una mezcla de gramíneas y pastos de bajo mantenimiento, con requerimiento hídrico acorde a las condicionantes ambientales del lugar y con baja precipitación media anual. Se constituye a partir de especies como la Grama de olor (*Anthoxanthum odoratum*), la Falsa Poa (*Holcus lanatus*) y el Pasto estrella (*Paspalum sp.*). El principal objetivo de generar un pastizal es la reducción del riego así como del mantenimiento (siega) ya que si al usar césped convencional se tiene un alto requerimiento hídrico y se debe garantizar su poda una o dos veces al mes para evitar su crecimiento excesivo. Por esta razón, sólo se propone el Pasto kikuyo (*Peninisetum clandestinum*), especie introducida de alta capacidad de cobertura en las inmediaciones de la parte plana del proyecto donde se ubica la zona lúdico-recreativa, para que se pueda aprovechar este espacio en otras actividades como el descanso o la práctica de otros deportes.

Para zonas puntuales de la zona de juegos en el talud para nos niños separando los diferentes juegos se plantea el Pasto cola de zorro (*Pennisetum setaceum*), especie llamativa por la textura de su follaje y coloración amarillo quemado que por su arquitectura en macizos llaman la atención a nivel estético. Es importante que no es una especie demasiado alta y tampoco tiene órganos espinosos que puedan llegan a lastimar a los menores de edad.

2.6 Selección de Especies

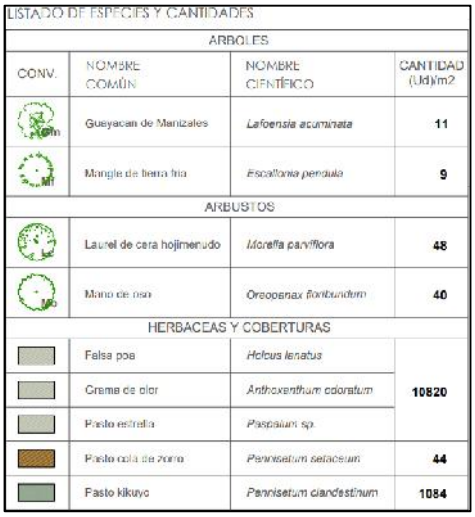
La selección de las especies se basó en criterios de índole climático y ambiental como requerimiento hídrico, microclima de la zona de trabajo, exposición solar, tolerancia a la contaminación y disponibilidad en el mercado; también la función a desempeñar en el espacio público o la adecuación a la imagen paisajística del proyecto.

Dentro de la propuesta la selección de especies es de bajo mantenimiento, son especies adaptadas a las condicionantes ambientales y tolerantes a las fuertes características que impone el entorno urbano; principalmente el uso de especies nativas para arbolado y para coberturas especies introducidas de gramíneas y pastos y tapizantes para garantizar la cobertura de los taludes.

Uno de los criterios, es contar con especies arbóreas bien estructuradas, adaptadas a las condiciones del medio (altas tasas de supervivencia), de raíz no intrusiva y con menores requerimientos en términos de formación que garanticen su óptimo desarrollo en el espacio público y que no afecten otros elementos del mismo, por ellos se plantea especie con estructura libre y porte alto como el Guayacán de Manizales y Mangle de tierra fría, que no requieren podas de formación periódicas. Cabe resaltar que la selección también fue basada en la función a desempeñar por los diferentes ejemplares, esto en relación al diseño, generando ritmos, buscando no generar barreras visuales, delimitar espacios o simplemente definiendo visuales mediante el aprovechamiento de la inclinación y topografía del lugar. A través del arbolado el proyecto procura dar unidad al paisaje urbano generando un ritmo con la vegetación que va a acompañando al transeúnte en su trasegar por el espacio público.

Las especies propuestas requieren bajo mantenimiento en su etapa de juvenil puesto que no requieren podas de formación y su zona de vida concuerda con el lugar de emplazamiento. De otro lado debido a su rango de vida tampoco es necesario su reemplazo a corto plazo, ello se traduce en costos pequeños de mantenimiento lo que no significa que este deba realizarse para garantizar el establecimiento del material vegetal. El guayacán a plantar es de porte alto, 20 metros en su estado adulto, esta característica minimiza las interferencias con los flujos peatonales o vehiculares.

Con base a lo anterior, se definieron árboles, arbustos y coberturas que se presentan a continuación con un total de 108 nuevos árboles y más de 10000 metros cuadrados nuevas zonas verdes.



LISTADO DE ESPECIES Y CANTIDADES

CONV.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD (Ud)/m2
	ARBOLES		
	Gueyacan de Manizales	*Lafoensia acuminata*	11
	Mangle de hoja fina	*Escallonia pendula*	9
	ARBUSTOS		
	Laurel de cera hojimenudo	*Morella parviflora*	48
	Mano de oso	*Oreopanax floribundum*	40
	HERBACEAS Y COBERTURAS		
	Falsa poa	*Holcus lenatus*	10820
	Grama de olor	*Anthoxanthum odoratum*	
	Pasto estrella	*Paspalum sp.*	
	Pasto cola de zorro	*Pennisetum setaceum*	44
	Pasto kikuyo	*Pennisetum clandestinum*	1084

Figura 146 Selección Especies y Cantidades.
Fuente: Consultor

9.7 PMT.

Durante la etapa de construcción no se verá afectado el tránsito de la zona, las vías incluidas dentro del área de estudios corresponden a la calle 49ª-Sur la cual actualmente esta inhabilitada y la calle 48 K, en afirmado, y tiene un tránsito despreciable que pueda afectar la movilidad de la zona.

No obstante se incluyeron los costos del PMT, en cada una de las fases de construcción, dentro de este componente se incluye un ingeniero especialista en tránsito y transporte el cual será el profesional encargado en obra de establecer el plan de manejo de tránsito teniendo en cuenta lo requerido y establecido por la secretaria de movilidad, además de implementar en la etapa de construcción para cada una de las fases la logística para establecer entradas y salida de transporte de materiales para la construcción de la obras. Adicionalmente se incluyó dentro del presupuesto dos ayudantes paleteros, y la señalización mínima necesaria.

En la figura que se muestra a continuación se muestran los posibles rutas para ingreso y salida de trasporte de carga de materiales de excavación, relleno y materiales como tal para la construcción de las obras.



Figura 147 Posibles rutas de ingreso y salida

10 PROGRAMACIÓN DE OBRA, PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES.

En el anexo 7, se incluyen los cronogramas de ejecución y los presupuestos para cada una de las etapas de este estudio.

En este mismo Anexo se incluyen las especificaciones para los ítems incluidos en los presupuestos.

11 CONCLUSIONES

11.1 Geología

Geológicamente, el área de estudio se enmarca dentro de la Formación Regadera en el miembro superior conformado predominantemente por arcillolitas abigarradas altamente meteorizadas intercaladas con areniscas fiables masivas tamaño de grano medio a grueso, color blanco, con discontinuidades rellenas de óxidos, sobre estas rocas se desarrollan suelos residuales de espesor considerable altamente color amarillo y naranja. En la zona adicionalmente yacen rellenos antrópicos de composición heterogénea en matriz limo arcillosa color marrón.

La probabilidad de ocurrencia de falla plana en la zona de estudio es nula. Existe probabilidad de falla en cuña con los planos de las diaclasas maestras 1, 2 y 3 identificadas en el talud in-situ localizado al oriente del área de interés, entre las cuales se generan planos de falla críticos, razón por la cual es necesario realizar análisis de estabilidad teniendo en cuenta la dirección actual del talud mencionado y las posibles medidas de protección.

11.2 Geomorfología

Las geoformas predominantes en la zona de interés son de origen denudacional conformando laderas denudacionales residuales y antropogénico asociadas principalmente taludes de corte de pendiente abrupta a escarpada, conformados por roca arenisca y arcillolita, laderas antrópicas y terrazas antrópicas, las condiciones de estas geoformas contribuyen a la generación de procesos morfodinámicos.

Durante los trabajos de campo se identificaron procesos morfodinámicos asociados a procesos de remoción en masa representados deslizamientos complejos y deslizamientos con mecanismo de falla rotacional. Se consideran como factores detonantes de estos procesos la topografía y el régimen climático y como principal factor contribuyente la actividad antrópica.

11.3 Hidrogeología

Hidrogeológicamente se analizaron las características de la Formación Regadera sobre la cual yace el área de estudio, cuyas rocas presentan porosidad primaria y secundaria y se clasifican como de flujo esencialmente intergranular, las cuales conforman sistemas acuíferos discontinuos de extensión regional y productividad moderada a baja. En la base del talud se identificaron zonas de descarga que se manifiestan como nacederos, a causa de la infiltración que se produce en la parte alta por el fracturamiento intenso que sufre el macizo rocoso.

11.4 Hidrología e hidráulica

Los caudales para el dimensionamiento de las obras hidráulicas se calcularán a partir del método racional.

Una vez se definan las obras, se realizarán la delimitación de las áreas de drenaje con sustento en lo establecido en el subcapítulo de delimitación de áreas y cuencas de drenaje.

La intensidad de la precipitación para el cálculo del caudal con el que se dimensionaran las obras, es aquella para un tiempo de retorno de 50 años.

11.5 Urbanismo y paisajismo

Es importante resaltar la relevancia del proyecto dentro de la comunidad, viendo el impacto positivo que este traerá a través de toda su conformación; la cual posibilitará una mayor apropiación por parte de la comunidad y residentes del sector, ya que pasará de ser un lote usado como botadero de basura y escombros a un espacio limpio, optimo, pensado y creado para el beneficio de la población. Donde por medio de la cancha, sus terrazas, la gradería y diseño paisajístico en general se pretende brindar un ambiente diferente que invite a permanecer y acoge a los diferentes tipos de usuarios que pueden existir dentro del mismo.

De igual manera, será un espacio de esparcimiento para toda la comunidad, donde se podrán realizar múltiples actividades tanto de recreación activa como pasiva; cabe resaltar la recuperación del espacio público, ya que se hace una regeneración tanto física como ambiental en búsqueda de una mejor calidad de vida, aire y condiciones para el usuario; también habrán cambios a nivel de seguridad, ya que por medio de la apropiación y desarrollo de este entorno pasará de ser un punto en abandono al lugar de encuentro y esparcimiento de la comunidad.

Así mismo se busca mejorar y fortalecer las conexiones dentro del sector por medio de la adecuación de la vía, senderos peatonales y escaleras, conformando con todos ellos espacios propicios para la reunión, permanencia y circulación conectando diferentes puntos del ámbito de actuación.

La interacción de las diferentes entidades distritales es de vital importancia, ya que por medio de su gestión se puede lograr la activación del proyecto y la generación de actividades tanto culturales como comerciales que involucren a la comunidad y mejoren la relación con el mismo. De igual forma los espacios de circulación tendrán un dosel arbóreo que contribuye a la protección del sol, con una mejora de la calidad ambiental y del confort urbano; además de acompañar al transeúnte en sus

actividades cotidianas. Mediante la intervención se genera una mejora de la calidad ambiental gracias al incremento en la cantidad y calidad de especies arbóreas.

Finalmente podemos decir que es necesario buscar la perfecta armonía entre la conformación físico-ambiental, urbana, paisajística y necesidades de la comunidad, para desarrollar del proyecto, pero más importante es su establecimiento como consolidación en el tiempo para la comunidad y la pieza urbana.

11.6 Consulta empresas públicas.

En la tabla que se muestra a continuación, se describen las solicitudes que se realizaron ante las empresas públicas.

Tabla 79 Solicitudes ante empresas públicas.

Consulta	Empresa consultada	Consulta realizada	Respuesta
Redes secas	VANTI Gas Natural	Redes existentes de Gas natural	Suministran plano con redes de gas existentes
	ENEL CODENSA	Redes secas en general existentes (Eléctricas, comunicaciones, datos, etc.)	No son los encargados de proporcionar esta información, mencionan que esta consulta se debe trasladar al IDECA
	IDECA	Redes secas en general existentes (Eléctricas, comunicaciones, datos, etc.)	El acceso a la información debe realizarse directamente a través de la entidad del distrito que contrata el proyecto
Acueducto	EAB	Radicación para socialización del diseño	Emite algunas observaciones y recomendaciones sin que se aprueben o rechacen los diseños presentados toda vez que es la interventoría o supervisión del contrato (IDIGER) quienes por total y completa responsabilidad deben pronu**nciarse al respecto.** No se manifiestan con respecto a los punto de entrega.
Vías actuales	IDU	Existencia y ancho de vías	Se realiza la consulta a través de aplicativo web de la malla vial de Bogotá

Consulta	Empresa consultada	Consulta realizada	Respuesta
Ancho de vías proyectadas	SDP	Proyección de anchos de vías	Como primera medida se consultó planoteca de SDP, como no es clara la información se realiza reunión (31-07-19) con funcionarios de vías de la SDP, en la cual se concluye que para la carrera 12 se debe mostrar el ancho de vía proyectado en el plano de diseño de la conformación de la vía. Para la calle 48 K sur el diseño está considerando el ancho de vía que proyecta SDP.

Para las demás entidades a quien se requiere efectuar consultas, estas se realizan a través de las bases de datos que cada empresa del distrito dispone de manera digital. Así las cosas, se tienen en cuenta los manuales, formularios, fichas, normas y recomendaciones que aplican para cada especialidad.

Los oficios de solicitud y respuestas a empresas públicas se adjuntan el Anexo No.8

11.7 Afectación de redes.

En la tabla que se muestra a continuación se identificaron los postes los cuales se considera deben ser desplazados por la interferencia directa en las obras propuestas para este sitio.

Tabla 80 Coordenadas postes a desplazar.

No.	ESTE	NORTE
1	995438,9	996370,6
2	995402,4	996360,8
3	995364,4	996331,8
4	995373,0	996260,9
5	995360,6	996241,1
6	995453,9	996251,1
7	995417,6	996214,2

En cuanto a las redes de gas, en el Anexo 8 se adjunta la información proporcionada por VANTI Gas natural, se muestra un plano en el cual se identifican las redes en el polígono de intervención. El alcance de esta consultoría es proporcionar la información necesaria para la identificación de redes existentes, será responsabilidad del constructor y de las empresas públicas respectivas realizar los trámites para el desplazamiento de estas.

CLASIFICADO



CONSORCIO HMEC – CONSULCONS 2019
Carrera 26 No 37-36 Bogotá D.C.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ESTUDIO ARBOLEDA SUR

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 2 INFORME SOCIAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

CLASIFICADO

Elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.
Estudio Arboleda Sur

Instituto Distrital de Getión de Riesgo y Cambio Climático
Dg. 47 #77a9, Bogotá D.C
Tel: 4292800
E mail: idiger@idiger.gov.co

Director: Ing. Richard Alberto Vargas Hernández
Subdirector área (Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático): Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez
Líder y/o Supervisor : Ing. Diana Carolina Moreno Moreno

CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 2 INFORME SOCIAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

TABLA DE CONTENIDO

1. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 5
1.1. Introducción 5
1.2. Justificación 5
1.3. Objetivos 6
1.3.1. Objetivo General 6
1.3.2. Objetivos Específicos 6
2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
2.1. Antecedentes 8
2.2. Área de influencia 12
2.3. Beneficiarios Del Proyecto 12
3. ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIAL 14
4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 15
5. ACTORES SOCIALES INVOLUCRADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO 16
5.1. Nivel Comunitario 18
5.2. Reunión Informativa 18
6. ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIAL 20
7. REASENTAMIENTO 37

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de actividades del PGS 15
Tabla 2 Oficios entregados para reunión. 17
Tabla 3 Predios en Reasentamiento Arboleda Sur. Fuente: IDIGER 2019 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización Barrio Arboleda Sur. Fuente IDIGER 8
Figura 2 Imagen SIG Predial ficha de Prefactibilidad Técnica N° 29 IDIGER .. 12
Figura 3 Ficha social Arboleda Sur. Fuente: Consorcio Hidromec – Consulcons 2019 13
Figura 4 Formato de oficios entregados 17
Figura 5 Volante informativo estudio Arboleda Sur 18
Figura 6 Ficha 29 Prefactibilidad Técnica. Fuente: IDIGER 37
Figura 7 Posibles predios afectados por procesos de inestabilidad. Fuente: Himec-Consulcons 2019 38

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Visita sitio de estudio Arboleda Sur - 21 de febrero 16
Fotografía 2 Reunión informativa de inicio 03 de marzo Salón Comunal 19

RESUMEN

Este documento es una herramienta de planeación para el desarrollo de las actividades previo al inicio del proyecto y durante la ejecución de sus diferentes fases, en el área social. Con la elaboración del Plan de Gestión Social (PGS), se pretende dar los lineamientos para que la contratista que va a realizar las obras identifique cualquier afectación al medio social y plantee las estrategias necesarias para minimizar los impactos producidos durante el desarrollo de su labor.

1. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

1.1. Introducción

Como resultado del Contrato De Consultoría N° 180 De 2019, que Tiene Como Objeto: Realizar la Elaboración de Estudios y Diseños de Obras de Emergencia en Sitios de Intervención Prioritaria en la Ciudad de Bogotá D.C., suscrito entre el **IDIGER** y el **Consorcio HIMEC – CONSULCONS 2019** para el **ESTUDIO ARBOLEDA SUR, LOCALIDAD RAFAEL URIBE URIBE,** se adelantó la elaboración del Plan de Gestión Social (PGS), con el fin de definir las estrategias que se deben tener en cuenta para la ejecución del área social inherente al proyecto.

Este documento es una herramienta de planeación para el desarrollo de las actividades previo al inicio del proyecto y durante la ejecución de sus diferentes fases, en el área social. Con la elaboración del Plan de Gestión Social (PGS), se pretende dar los lineamientos para que la contratista que va a realizar las obras identifique cualquier afectación al medio social y plantee las estrategias necesarias para minimizar los impactos producidos durante el desarrollo de su labor.

Las estrategias para lograr una adecuada interacción con las comunidades del área de influencia (AI), ubicada en la calle 48K sur con carrera 11 y la calle 49A sur con 11A, Arboleda Sur de la localidad de Rafael Uribe Uribe, buscan mitigar, controlar, compensar o prevenir los posibles impactos que pueda generar el desarrollo de las obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.; para esto, también se cuenta con la participación de las respectivas autoridades locales.

Dentro de estas estrategias, tenemos:

- Información y comunicación del proyecto a autoridades públicas y locales, así como a las comunidades del área de influencia (AI) del proyecto.
- Participación Laboral de las comunidades del área de influencia (AI).
- Programa de seguimiento o monitoreo.

1.2. Justificación

Las obras a realizar durante las “Obras de Emergencia en Sitios de Intervención Prioritaria en la Ciudad de Bogotá D.C.”, representan una mejora significativa en la calidad de vida de las comunidades donde se desarrollan dichas obras, por lo que se hace necesario desde su inicio contar con estrategias descritas en un PGS, tendientes a realizar el mejor trabajo evitando generar un gran impacto social,

propendiendo por mantener las mejores relaciones de cordialidad y respeto con las autoridades locales y la comunidad en general del área de influencia, generando espacios de acercamiento y socialización que involucren a la comunidad en los procesos que se realizaran dentro de las obras propuestas.

Teniendo en cuenta el mandato constitucional en donde se le da relevancia a la participación ciudadana, se pretende a través del presente PGS, llevar a que los programas de gestión social propuestos para el desarrollo del proyecto, generen lazos de confianza información y participación de la comunidad y de las autoridades locales

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Generar las pautas sociales necesarias para el buen desarrollo de las obras a realizar durante las “Obras de Emergencia en Sitios de Intervención Prioritaria en la Ciudad de Bogotá D.C.”, Arboleda Sur, Localidad de Rafael Uribe Uribe, con el fin de adelantar las diferentes actividades que se requieren sin presentar inconvenientes con las comunidades y autoridades del área de interés

1.3.2. Objetivos Específicos

Informar a la comunidad del área de influencia puntual con sus respectivas autoridades, para que conozcan la magnitud de los impactos que se pueden producir durante el desarrollo de las “Obras de Emergencia en Sitios de Intervención Prioritaria en la Ciudad de Bogotá D.C., así como los mecanismos de prevención y control estipulados en el Plan de Gestión Social.

Recepción y canalización de las inquietudes de la comunidad y autoridades locales frente al desarrollo de las obras.

Evitar la creación de falsas expectativas, difusión de información inadecuada y generación de conflictos, específicamente sobre los requerimientos del proyecto en cuanto al alcance del mismo y la mano de obra que será contratada en el área de influencia. Brindar información a la comunidad y a las autoridades locales sobre los aspectos técnicos, ambientales y sociales del área de intervención.

Concertar un mecanismo transparente para el manejo de selección y contratación de personal de mano de obra no calificada, de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Elaboración de un manual de mantenimiento de la obra de mitigación propuesta, que incluya aspectos de capacitación a la comunidad para adelantar las actividades de manera específica para el sitio crítico objeto de estudios y diseños de obra

Hacer el seguimiento al cumplimiento del Plan de Gestión Social para el buen desarrollo del proyecto.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El sitio donde se llevará a cabo el estudio se localiza en la la calle 48K sur con carrera 11 y la calle 49A sur CON 11A, Arboleda Sur de la localidad de Rafael Uribe Uribe (**Figura 1**); El polígono propuesto para estudio tiene un área de aproximadamente 3.2 Ha.



Figura 1 Localización Barrio Arboleda Sur. Fuente IDIGER

2.1. Antecedentes

En la página de la alcaldía local de Rafael Uribe (http://www.rafaeluribe.gov.co/mi-localidad/conociendo-mi-localidad/historia), encontramos apartes de la historia de la localidad que se transcriben a continuación:

La localidad 18 Rafael Uribe Uribe, históricamente hizo parte del antiguo municipio de Usme y se remonta a las memorias históricas del mismo. Grandes haciendas conformaban su territorio, que fueron dando paso a la expansión urbana de la ciudad. Su doblamiento desde la Colonia se fue presentado con la distribución de tierras entre las personas más influyentes de Bogotá. Así se destacan fincas y haciendas como “Llano de Mesa, Santa Lucía, El Porvenir, La Yerbabuena, San Jorge, El Quiroga, Granjas de San Pablo, Granjas de Santa Sofía, Los Molinos de Chiguaza y La Fiscala.

“Posee una parte plana, prolongación de la Sabana de Bogotá, donde se concentran las viviendas más antiguas de la localidad y otra parte de media montaña, territorio quebrado y pendiente de crecimiento acelerado y desordenado, de mal uso urbanístico y explotación de canteras y chircales”.

"Se reconocen históricamente tres etapas en la conformación de este territorio, que hoy se define bajo el nombre de Rafael Uribe Uribe. La primera abarca los años de 1925-1950, con el surgimiento de barrios obreros como Santa Lucía, Olaya (1925), El Libertador (1930), Bravo Páez, Marco Fidel Suárez, San Jorge (1932) y Centenario (1938), y, a lo largo de la década del cuarenta, El Claret, El Inglés y Murillo Toro".

"Para los años de 1950-1980 nacen urbanizaciones planificadas por el Estado, como Quiroga (1952) y asentamientos ilegales como la primera invasión masiva que tuvo la ciudad, en 1961, hoy conocida como Las Colinas. Luego, barrios populares como Villa Gladys (reconocido por sus polvoreras), Los Chircales, Socorro, El Consuelo, Molinos, Palermo Sur, Mirador y San Agustín".

"Su nombre surge cuando, en el año 1974, Hipólito Hincapié, secretario de gobierno oriundo de Santa Rosa de Osos, propone al Alcalde Mayor, Alfonso Palacio Rudas, bautizar el sector con el nombre del abogado, ideólogo notable del partido liberal colombiano y mártir antioqueño, Rafael Uribe Uribe, quien murió asesinado el 15 de Octubre de 1914 en Bogotá, herido a golpes de hacha propinados por Jesús Galarza y Leovigildo Carvajal".

"Para 1979, Alfredo Guerrero Estrada, uno de los mayores urbanizadores ilegales del sur de Bogotá, promueve la creación del barrio Diana Turbay, ubicado en la parte media y alta. Para 1988 y 1999 surgen treinta nuevos asentamientos subnormales que aumentan los índices de población".

Inicialmente, la zona hizo parte de la actual Localidad de Antonio Nariño, pero por el Acuerdo 007 de 1974 del Concejo del Distrito, fue apartada de esta, dándole el número 18 dentro de la nomenclatura distrital.

Con el Acuerdo 26 de 1972 se presenta la división territorial de Bogotá en 16 circuitos denominados Alcaldías Menores de la cual Antonio Nariño hace parte con nomenclatura y límites definidos y de la cual los territorios de Rafael Uribe Uribe hacían parte. Posteriormente con el Acuerdo 007 de Diciembre 4 de 1974 "por el cual se crean las Alcaldías Menores La Candelaria y Rafael Uribe Uribe, se determinan y modifican unos límites, se les señala nomenclatura y se atribuyen algunas funciones", surge como alcaldía Menor. Con el Acuerdo 8 de 1977 "por el cual se modifica el Acuerdo 26 de 1972, se reorganizan las Alcaldías Menores, se definen dos adicionales, se reglamenta su funcionamiento y se faculta al Alcalde Mayor para delegar unas funciones".

Posteriormente, la Constitución de 1991 le dio a Bogotá el carácter de Distrito Capital; en 1992 la Ley 1a reglamento las funciones de la Junta Administradora Local, de los fondos de desarrollo local y de los alcaldes locales, y determino la

asignación presupuestal de las localidades. Por medio de los acuerdos 2 y 6 de 1992, el Concejo Distrital, definió el número, la jurisdicción y las competencias de las JAL. Posteriormente, con el Acuerdo modificatorio 117 de Diciembre 30 de 2003 "por el cual se modifican y precisan los límites de las localidades de Santa Fe, San Cristóbal, Tunjuelito, Antonio Nariño, Candelaria y Rafael Uribe descritos en los Acuerdos 8 de 1977, 14 de 1983 y 15 de 1993".

Los límites de la localidad son:

Norte: Avenida Primero de Mayo, con la localidad de Antonio Nariño
Sur: Calles 46, 47 y 54 Sur y Vía a Usme con la localidad de Usme
Este: Carrera 10.ª y caño de Chiguaza, con la localidad de San Cristóbal
Oeste: Carrera 27 y Carrera 33, con la localidad de Tunjuelito

El proyecto se va a desarrollar en el barrio Arboleda Sur, legalizado en el año 1983 mediante resolución N° 00189 del Ministerio de Gobierno; actualmente el barrio lo constituyen aproximadamente 100 viviendas y 380 habitantes según ficha social elaborada por Consorcio Himec-Consulcons 2019 para este proyecto.(Figura 3)

Con respecto al sector propiamente dicho dónde se va a realizar el estudio, a continuación, realizaremos una transcripción de algunos apartes de los documentos enviados por el **IDIGER** correspondientes a diagnósticos técnicos del sitio sector catastral Arboleda Sur, por considerarlos de importancia para la elaboración del presente documento**.**

El IDIGER en su más reciente estudio de prefactibilidad técnica N° 29, dice "El sector evaluado se encuentra dentro del barrio la Merced Sur y colinda al oriente con el barrio Arboleda Sur. La legalización del Barrio La Merced Sur se realizó mediante Acto Administrativo No. 1126 del 18 de diciembre de 1996 por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital - DAPD (ahora Secretaría Distrital de Planeación – SDP), para lo cual, el IDIGER no emitió concepto técnico de Riesgo. Para establecer restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza, el IDIGER emitió el concepto técnico de riesgo No.4475 del 1 de Septiembre de 2006. El barrio Arboleda Sur fue legalizado mediante el acto administrativo 1126 del 18 de Diciembre de 1996, expedido por el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, para lo cual, el IDIGER no emitió concepto técnico de Riesgo. Para establecer restricciones y/o condicionamientos para la ocupación del suelo y recomendaciones para el uso de las zonas de alta amenaza, el IDIGER emitió el concepto técnico de riesgo No.4005 del 19 de julio de 2004"; igualmente en el mismo documento menciona "El IDIGER, en cumplimiento a lo establecido en el artículo 31 del Decreto Distrital 332 de 2004, verificó y determinó la inclusión en la Base de Sitios de Intervención el polígono de estudio por procesos de remoción en masa,

referenciado con la dirección Calle 48K Sur con Carrera 11 a la Calle 49A Sur con 11A, en el barrio Arboleda Sur de la localidad de Rafael Uribe Uribe, con el identificador SIRE 18-022 y con prioridad de ejecución 1. Adicionalmente, El IDIGER remitió a la Alcaldía de Rafael Uribe Uribe copia de la ficha técnica del identificador en comento mediante carta remisoria CR-13974 del 26 de Enero de 2012".

Con respecto a los eventos de emergencias registrados en la zona, podemos encontrar información en los siguientes documentos:

* DI-11112 - septiembre 16 de 2017
* DI-6604 - abril 15 de 2012.
* DI-6257 - noviembre 20 de 2011
* DI-6032 - noviembre 20 de 2011
* DI-5621 - junio 9 de 2011
* DI-5411 - mayo 23 de 2011.
* DI-5403 - mayo 3 de 2011.
* DI-4972 - noviembre 19 de 2010
* DI-3852 - mayo 31 de 2008
* DI-3152 - noviembre 8 de 2006.
* CT-3848 - diciembre 30 de 2002.
* DI-914 - marzo 27 del 2000.
* DI-597 - febrero 26 de 1999.
* DI-626 - febrero 23 de 1999.
* CT-2711 - agosto 13 de 1997.

El IDIGER aclara que "la mayor cantidad de eventos se registraron en el periodo comprendido entre noviembre de 2010 y abril de 2012, años en los cuales se registraron los fenómenos de la niña en todo el territorio nacional. En este sector, el periodo invernal generó el hundimiento y activación de deslizamientos que fueron las causas de las emergencias atendidas".

Durante la visita realizada el 16 de junio del 2018 que se encuentra registrada en el estudio de prefactibilidad técnica N° 29 "las condiciones de los procesos de inestabilidad presenta tasas de desplazamiento muy bajas (de acuerdo con condiciones evidenciadas en visitas previas), sin embargo, las tasas de desplazamiento pueden incrementarse en temporadas invernales, generando al mismo tiempo procesos retrogresivos que pueden llegar a afectar los predios ubicados en el costado oriental de la calle 48K Sur".

Bajo estas premisas, se empiezan los estudios del sector Arboleda Sur, por parte del consorcio Himec – Consulcons 2019.

2.2. Área de influencia

El barrio Arboleda Sur, pertenece a la UPZ (Unidad de Planeamiento Zonal) número 54, Marruecos, de la localidad Rafael Uribe Uribe.

El barrio cuenta con todos los servicios públicos, como son, acueducto, alcantarillado y energía eléctrica; la recolección de basuras actualmente presenta dificultades debido a que la vía de acceso principal del barrio se encuentra colapsada.

2.3. Beneficiarios Del Proyecto

Los beneficiados indirectos con la realización de la obra son los 91.749 habitantes[1] de estrato 1 y 2, de la UPZ 54, Marruecos, ubicada en la localidad de Rafael Uribe Uribe y que cuenta con 114 barrios[2] y una extensión de 363 Ha.

Los beneficiarios directos del proyecto serían los 380 habitantes[3] del barrio Arboleda Sur. (**Figura 2**)

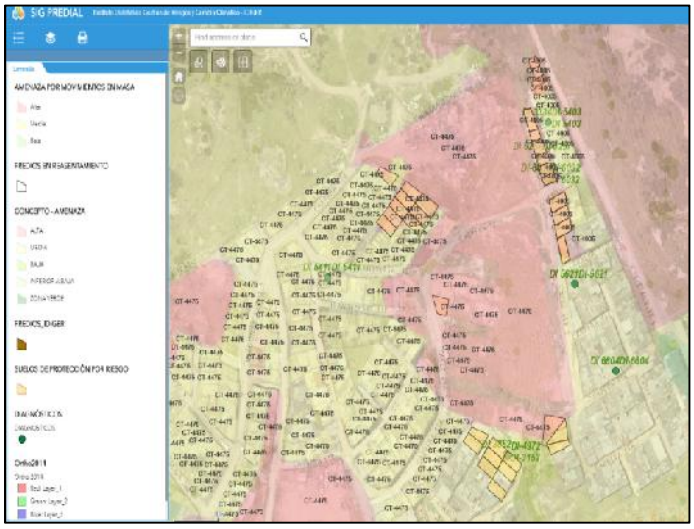


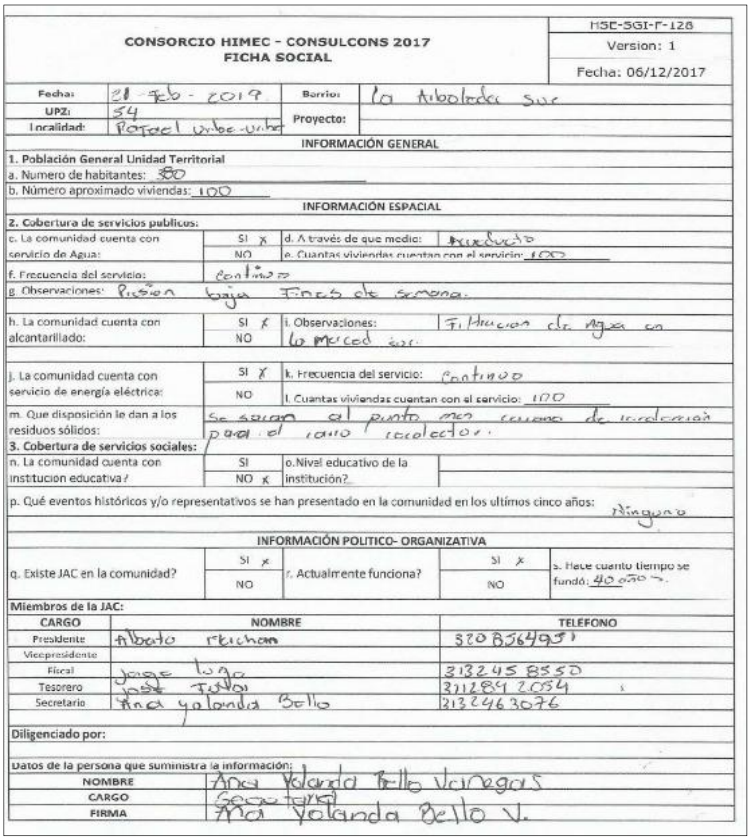
Figura 2 Imagen SIG Predial ficha de Prefactibilidad Técnica N° 29 IDIGER

La metodología usada para la recolección de la información fue la revisión de información secundaria y la realización de una ficha social con líderes comunales del Barrio Arboleda Sur (**Figura 3),** así como las charlas informales con otros miembros de la comunidad.

1 https:// http://veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/files/UPZ/MARRUECOS.pdf

2 http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/observatorio/documentos/localidades/rafaelUribe.pdf

3 Ficha social realizada a líder comunal



CONSORCIO HIMEC - CONSULCONS 2017
FICHA SOCIAL

HSE-SGI-F-128 | Version: 1 | Fecha: 06/12/2017

Fecha:	28 - Feb - 2019	Barrio:	La Arboleda Sur
UPZ:	54	Proyecto:	
Localidad:	Rafael Uribe Uribe		

INFORMACIÓN GENERAL

1. Población General Unidad Territorial
a. Numero de habitantes: 380
b. Número aproximado viviendas: 100

INFORMACIÓN ESPACIAL

2. Cobertura de servicios publicos:

c. La comunidad cuenta con servicio de Agua:	SI X NO	d. A través de que medio:	Acueducto
		e. Cuantas viviendas cuentan con el servicio:	100
f. Frecuencia del servicio:	Continuo		
g. Observaciones:	Presión baja Fines de semana.		
h. La comunidad cuenta con alcantarillado:	SI X NO	i. Observaciones:	Filtración de agua en la Merced sur.
j. La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica:	SI X NO	k. Frecuencia del servicio:	Continuo
		l. Cuantas viviendas cuentan con el servicio:	100
m. Que disposición le dan a los residuos sólidos:	Se sacan al punto mas cercano de recolección para el carro recolector.		

3. Cobertura de servicios sociales:

n. La comunidad cuenta con institucion educativa?	SI NO X	o. Nivel educativo de la institución?	

p. Qué eventos históricos y/o representativos se han presentado en la comunidad en los ultimos cinco años: Ninguno

INFORMACIÓN POLITICO- ORGANIZATIVA

q. Existe JAC en la comunidad?	SI X NO	r. Actualmente funciona?	SI X NO	s. Hace cuanto tiempo se fundó: 40 años.

Miembros de la JAC:

CARGO	NOMBRE	TELEFONO
Presidente	Alberto Ruchem	320 8564951
Vicepresidente		
Fiscal	Jorge Lugo	3132458550
Tesorero	José Justo	3112894 2054
Secretario	Ana Yolanda Bello	3132463076

Diligenciado por:

Datos de la persona que suministra la información:

NOMBRE	Ana Yolanda Bello Venegas
CARGO	Secretaria
FIRMA	Ana Yolanda Bello V.

Figura 3 Ficha social Arboleda Sur. Fuente: Consorcio Hidromec – Consulcons 2019

3. ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIAL

En este numeral se presentan las diferentes estrategias presentadas para la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C., estudio Arboleda Sur, localidad Rafael Uribe Uribe", estas son:

Estrategia de información y comunicación del proyecto a autoridades locales y comunidades del área de influencia.

Se recomienda llevar a cabo el acercamiento con las autoridades locales y con las diferentes instituciones que tienen que ver con el tema de riesgos en la localidad y en la ciudad; igualmente, contactar con las comunidades del área de influencia; para este punto en específico, la comunidad es la del barrio Arboleda Sur de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, ubicada en la calle 48K sur con carrera 11 y la calle 49A sur con 11ª.

Estrategia de participación laboral de las comunidades del área de influencia directa.

Busca la participación equitativa de la comunidad del AI, en los trabajos de mano de obra no calificada, para el desarrollo del proyecto. Para que las comunidades del área de influencia de las obras o cercanas al mismo puedan participar activamente en el proceso de vinculación laboral - haciéndolo más inclusivo -, se sugiere realizar la contratación a través del servicio público de empleo o del SENA o de una Caja de Compensación Familiar y publicar los perfiles solicitados en la alcaldía local de Rafael Uribe Uribe; a través de este procedimiento se busca dar transparencia y legitimidad al proceso.

Estrategia de educación y capacitación

Orientar al personal vinculado en el proyecto sobre las adecuadas prácticas sociales y resolución de conflictos a fin de minimizar los impactos que se puedan presentar en el medio socioeconómico; La empresa contratista a consideración realizará capacitaciones socio ambientales orientadas a los miembros de las comunidades del área de influencia del proyecto sobre temas importantes para la preservación del medio ambiente y el ámbito socio cultural.

Seguimiento o monitoreo

Realiza la verificación al cumplimiento de cada una de las estrategias planteadas y del Programa de Gestión Social

4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

A continuación, se detalla el cronograma con las estrategias a desarrollar en el PGS de la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C." Sector Arboleda Sur, Localidad Rafael Uribe Uribe (**Tabla 1**).

Tabla 1 Cronograma de actividades del PGS

FASE	PRE-OPERATIVA		OPERATIVA								POST OPERATIVA	
	MES 1				MES 2				MES 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Estrategia de información y comunicación												
Estrategia de participación laboral												
Estrategia de educación y capacitación - Mitigación												
Seguimiento o monitoreo												

5. ACTORES SOCIALES INVOLUCRADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

En primera instancia y en compañía del equipo técnico, ambiental y social del Consorcio Himec – Consulcons 2019, se realizó una visita el día 21 de febrero de 2019, al sitio donde se realizaría el estudio.



Fotografía 1 Visita sitio de estudio Arboleda Sur - 21 de febrero

Durante la visita, se realizó contacto con la secretaria de la JAC del barrio Arboleda Sur, Yolanda Bello, con quien se concertó una reunión para el día 03 de marzo en el salón comunal, para informarle a la comunidad sobre el inicio de los estudios y el alcance de los mismos.

Paso seguido, se alistaron y radicaron los oficios para informar e invitar a los actores sociales involucrados en el proyecto a la reunión informativa con la comunidad; entiéndase por actores sociales, la Alcaldía Local, la Policía Nacional (CAI Molinos) y la comunidad de Arboleda Sur. En la **Figura 4** encontramos el formato de los oficios entregados.

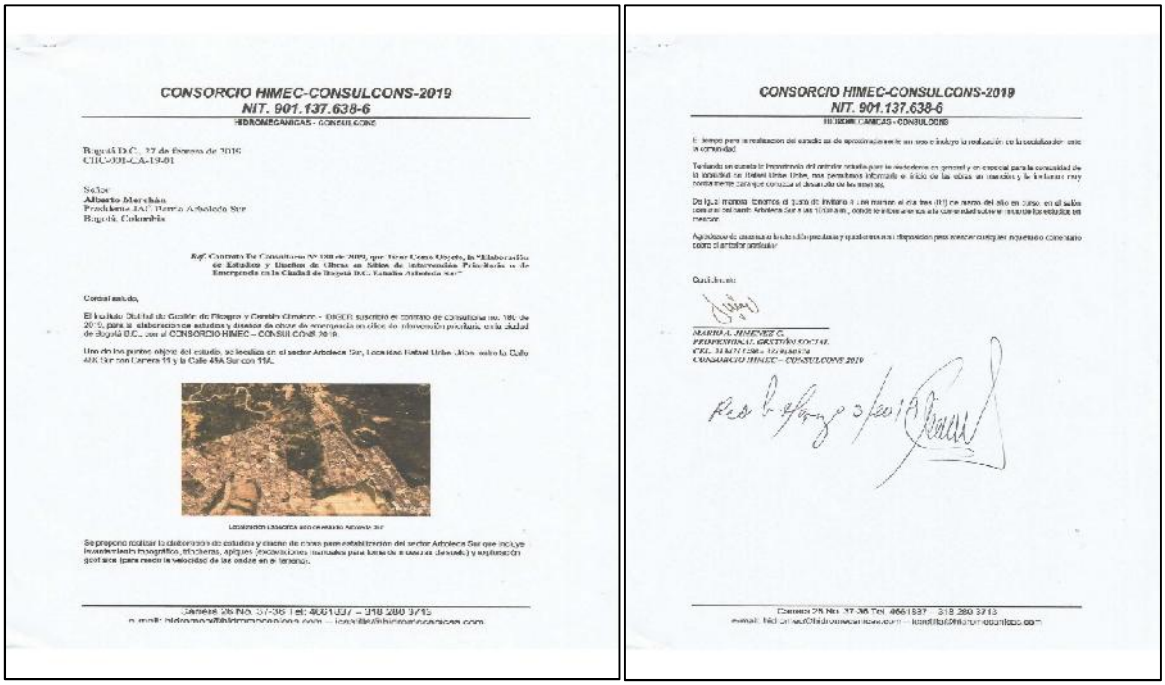


Figura 4 Formato de oficios entregados

Para el desarrollo de la estrategia de comunicación e información, se identificaron los actores sociales que tendrán intervención directa o indirecta en el desarrollo de la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C." Sector Arboleda Sur, Localidad Rafael Uribe Uribe y se les formuló la respectiva invitación para que asistieran a la reunión informativa con la comunidad (**Tabla 2**)

Tabla 2 Oficios entregados para reunión.

INSTITUCIÓN	CONTACTO	CARGO	DIRECCIÓN	TELEFONO	CORREO ELECTRÓNICO
JAC Arboleda ASur	Alberto Merchan	Presidente JAC	Barrio Arboleda Sur	5679621	
Policía Nacional CAI Molinos	Brandon Stiven Parra	Comandante	CAI Molinos	7692199	mebog.cai-molinos@policia.gov.co
Alcaldía Local Rafael Uribe Uribe	Jaime Tellez	Oficina de Planeación	Calle 32 Sur # 23 - 62, Barrio Quiroga	3660007	jaime.tellez@gobiernobogota.gov.co

5.1. Nivel Comunitario

A nivel comunitario se cuenta con la Junta de Acción Comunal - JAC del barrio que se encuentran en el área de influencia (AI) del estudio y de las obras a desarrollar; en este caso el barrio que se encuentra en al área de influencia (AI) es el barrio Arboleda Sur

5.2. Reunión Informativa

El día 03 de marzo de 2019 a las 10:00 a.m. en el salón comunal de Arboleda Sur, se realiza la reunión informativa con los miembros de la comunidad, cuyo objeto es informar sobre los alcances del estudio que se piensa realizar, las actividades en campo y resolver inquietudes por parte de los asistentes a la reunión; asisten un total de 80 personas aproximadamente, de las cuales firman asistencia 60.

La comunidad se muestra participativa y se percibe una actitud positiva sobre el estudio y las posteriores obras a realizar; entre los asistentes se encuentran propietarios de los predios que se encuentran en la zona de riesgo y ellos manifiestan que no salen de sus casas pues lo que les ofrecen para evacuarlas no se ajusta a sus necesidades y no compensa el tiempo que han vivido en la zona

Como se puede apreciar es necesario un trabajo constante de información a la comunidad para prevenir cualquier tipo de inconformismo que pueda alterar el desarrollo de los estudios propuestos.

Se deja volante informativo donde se explica el objetivo del estudio, para que sea entregado a las personas que no pudieron asistir (**Figura 5**).

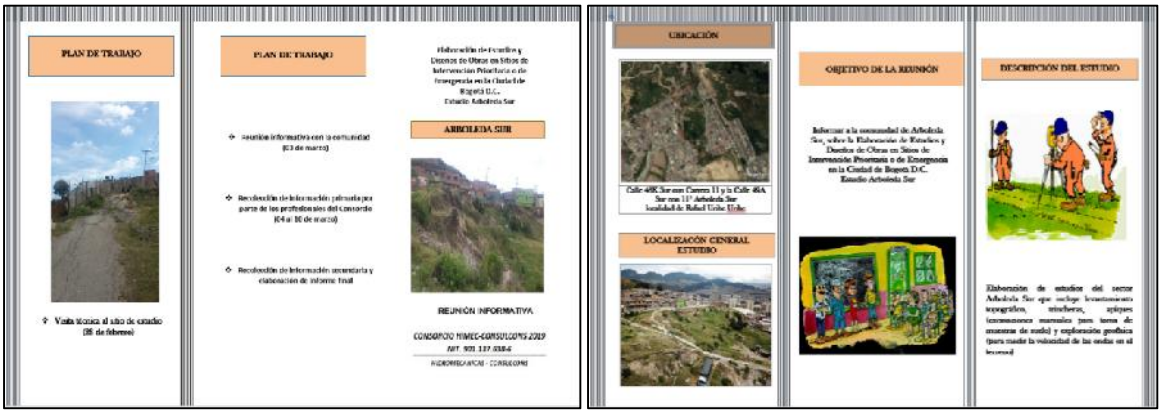


Figura 5 Volante informativo estudio Arboleda Sur



Fotografía 2 Reunión informativa de inicio 03 de marzo Salón Comunal

6. ESTRATEGIAS DE MANEJO SOCIAL

Estrategia de información y comunicación

Información y comunicación a autoridades y comunidades

OBJETIVO

- Informar y socializar a las autoridades y comunidades del área de influencia directa, sobre los aspectos técnicos, ambientales y sociales de la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C." Sector Arboleda Sur, Localidad Rafael Uribe Uribe, de manera constante, oportuna y transparente.
- Establecer canales de comunicación oportunos y eficientes con los actores sociales.
- Ejecutar reuniones de seguimiento y de cierre con las autoridades y comunidades del área de influencia directa de acuerdo con el criterio de la empresa.

META

- Informar y socializar el 100% de las autoridades y comunidades del área de influencia directa sobre las obras a realizar.
- Identificar al finalizar el proyecto la percepción de los actores sociales sobre los canales de comunicación desarrollados a lo largo del proyecto y si fueron acertados para el proceso.
- Desarrollar el 100% de reuniones de seguimiento y de cierre con las comunidades del área de influencia directa de acuerdo a lo establecido por la contratista.



Información y comunicación a autoridades y comunidades

LUGAR DE APLICACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN

1	Sector Arboleda Sur



RESPONSABLE
(1) Profesional Social de la empresa contratista ejecutora del proyecto

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS
Oficios de invitación y avisos de convocatoria a las reuniones programadas. Ayudas audiovisuales y didácticas como método de presentación de la información. Mecanismo de socialización participativa en donde se consideren las posiciones, sugerencias y peticiones de los grupos de interés según la congruencia con los lineamientos del proyecto y la empresa contratista.

TIPO DE ACCIÓN Señala el carácter de la medida; prevención, protección, mitigación, control, compensación.									
Prevención	**X**	**Protección**		**Control**		**Mitigación**	**X**	**Compensación**	

ACCIONES A DESARROLLAR
Previo al inicio de la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C." Sector Arboleda Sur, Localidad Rafael Uribe Uribe, la empresa contratista deberá realizar el proceso de información y socialización del proyecto con las autoridades locales y la comunidad del área de influencia directa. Esta reunión será concertada con la Junta de Acción Comunal (JAC) del barrio Arboleda Sur en cabeza de su presidente Alberto Merchan; en este proceso se establecen la fecha, hora y lugar de la reunión. Posterior a esto se procede a realizar el proceso de convocatoria general a los funcionarios pertinentes y a la comunidad en general según el tipo de reunión a desarrollar. La información a comunicar debe ser transparente, precisa y pertinente y se deben tratar especialmente los siguientes temas: Presentación institucional de la empresa contratista y del IDIGER. Generalidades del proyecto. Etapas y actividades de las obras. Aspectos ambientales: normatividad legal, medidas de manejo ambiental y parámetros ambientales. Aspectos Sociales (Información y comunicación: Horarios de atención al público, canales de comunicación, recepción y atención de PQRS, contratación de personal MONC, adquisición de bienes y servicios). Inquietudes y preguntas, estas pueden surgir entre los asistentes a raíz de la información suministrada en la reunión y deben ser resueltas por las personas idóneas de acuerdo al tema referente a la inquietud. Es importante tener en cuenta que las reuniones que se realicen con estos grupos de interés deben contar con una asistencia considerable (quorum) garantizando la claridad y difusión de la información a fin de evitar que esta se tergiverse y pueda desencadenar conflictos e inconformidades sociales con las autoridades y/o comunidades.

Por otra parte, y de acuerdo con el tiempo de duración de las etapas del proyecto la empresa debe mantener comunicación constante con los diferentes grupos de interés, en caso que el tiempo de duración lo amerite y a consideración de la contratista se realizarán reuniones de seguimiento cuya periodicidad será establecida por la empresa a fin de informar sobre los avances y resultados de las actividades propias del proyecto y sobre las cuales no exista ninguna cláusula de información confidencial. Del mismo modo, se deben realizar las respectivas reuniones de cierre una vez finalicen las obras para informar sobre la culminación oficial de las actividades en el área por parte de la empresa y verificar junto con estas el cumplimiento de los compromisos sociales adquiridos con las comunidades y las autoridades.

Por otra parte, en el caso que durante las etapas del proyecto se requiera y sea necesario esclarecer algún tema relacionado con el proyecto se realizarán reuniones extraordinarias para prevenir conflictos latentes por falta de información.

Todas las reuniones deben estar soportadas con actas, registro fotográfico y listado de asistencia.

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Fórmula**	**Meta**	**Responsable**	**Tipo de registro**
Número de socializaciones realizadas con instituciones y autoridades del AI/ Número de instituciones del AI del proyecto	100%	Informar y socializar el 100% de las instituciones interesadas, autoridades y comunidades del área de influencia directa del proyecto.	Departamento Social	⁾ Oficio de invitación. ⁾ Acta reunión de socialización. ⁾ Listado de asistencia. ⁾ Registro Fotográfico
Número de comunidades AI socializadas/ Número de comunidades AI del proyecto.	100%		Departamento Social	⁾ Oficio de invitación. ⁾ Acta reunión de socialización. ⁾ Listado de asistencia. ⁾ Registro Fotográfico
Número de posiciones acertadas sobre el proceso de comunicación desarrollado/ Número de encuestas aplicadas	70%	Identificar al finalizar el proyecto la percepción de los actores sociales sobre los canales de comunicación desarrollados a lo largo del	Departamento Social	⁾ Encuestas realizadas

		proyecto fue acertado para el proceso.		
Número de reuniones de seguimiento realizadas con grupos de interés/ Número de reuniones de seguimiento programadas con grupos de interés	100%	Ejecutar reuniones de seguimiento y de cierre con las autoridades y comunidades del área de influencia directa de acuerdo con el criterio de la empresa.	Departamento Social	) Oficio de invitación.) Acta reunión de socialización.) Listado de asistencia.) Registro Fotográfico
Número de reuniones de cierre realizadas con grupos de interés/ Número de reuniones de cierre programadas con grupos de interés	100%		Departamento Social	) Oficio de invitación.) Acta reunión de socialización.) Listado de asistencia.) Registro Fotográfico

PERSONAL REQUERIDO	TECNOLOGÍAS A UTILIZAR
Profesional Social Profesional Medio Ambiente Profesional Técnico	N/A

CRONOGRAMA DE ACCIONES DE MANEJO A DESARROLLAR

Acciones de manejo	TIEMPO EN MESES		
	1	2	3
1.Reuniones de socialización	X		
2.Reuniones de seguimiento		X	
3. Reuniones de cierre			X

Estrategia de información y comunicación

Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)

OBJETIVO

) Establecer el sistema de atención y recepción, trámite, seguimiento y cierre de las PQRS que se pueden presentar en los diferentes grupos de interés como consecuencia de las actividades de la "elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C." Sector Arboleda Sur, Localidad Rafael Uribe Uribe.

Estrategia de información y comunicación

Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)

- Prevenir y minimizar la generación de conflictos e inconformidades por parte de los grupos de interés a través de la atención y la capacidad de respuesta oportuna y eficaz.

META

- Dar respuesta y cierre al 100% de las PQRS recibidas en los tiempos establecidos de acuerdo a la complejidad de cada una de estas.



Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)

LUGAR DE APLICACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN
1	Oficina Social



RESPONSABLE

(1) Profesional Social de la empresa contratista ejecutor del proyecto

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

TIPO DE ACCIÓN

Prevención	X	Protección		Control	X	Mitigación	X	Compensación	

ACCIONES A DESARROLLAR

El proceso de atención y recepción de PQRS será establecido por la empresa y divulgado durante las reuniones de socialización que se lleven a cabo con las autoridades y comunidades del área de influencia directa del proyecto, de tal modo que la mayoría de actores sociales y comunidades involucradas tengan conocimiento sobre el proceso que deben realizar en el momento de interponer una PQRS ante la empresa.

Se establecerá que las PQRS deben ser recepcionadas por los profesionales del departamento Social quienes son los encargados de llevar el registro de estas y a su vez son los responsables del trámite, seguimiento y cierre de cada PQRS. Del mismo modo, la recepción de estas se

Estrategia de información y comunicación
Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)

realizará en el sitio de la obra y en la oficina de atención dispuesta por la empresa para las comunidades, lideres, autoridades y demás actores sociales en los horarios que se estipulen.

El sistema se debe realizar de la siguiente manera:

1. Recepción de la PQRS por parte del peticionario: La persona, grupo u organización que desee interponer una PQRS ante la empresa debe presentar la información que la sustenta y la especificidad de la solicitud por escrito, en caso que esta sea verbal el profesional social que la recibe debe tomar registro de la PQRS en un formato preestablecido de tal manera que se tenga claridad de la información relevante que se desea registrar para el respectivo seguimiento y clasificación de las PQRS, además de esto se debe relacionar los datos completos y de contacto del peticionario.

2. Sistematización de la PQRS: Se llevará un registro sistematizado de las PQRS a fin de identificar de manera detallada las acciones realizadas para agilizar el trámite de respuesta y el seguimiento previo al cierre.

3. Remisión de PQRS: Como se mencionaba anteriormente, el área social es la encargada de la recepción de las PQRS relacionadas con el proyecto sísmico no obstante en caso que la PQRS trate un tema ajeno a la competencia del área social se realizará su remisión al área o departamento correspondiente (Medio Ambiente, Administración, área técnica entre otros) para que de esta manera se garantice una respuesta oportuna y efectiva de acuerdo con los temas propios de cada una de las disciplinas involucradas, no obstante el área social debe hacer el seguimiento respectivo para que la repuesta se entregue de acuerdo a los tiempos establecidos.

4. Emisión de la respuesta y entrega al remitente: Una vez emitida la respuesta y aprobada por las áreas establecidas (jefe de proyecto o área jurídica), se entregará el oficio de respuesta al peticionario dejando constancia de la entrega y el recibido de este.

5. Cierre de la PQRS: Cuando se tenga el recibido de entrega del oficio de respuesta se puede dar por cerrada la PQRS.

Es importante tener en cuenta que la empresa define los tiempos de respuesta de cada categoría de las PQRS y de acuerdo la complejidad y la tramitología (otras instancias) de las mismas. Estos tiempos de respuesta pueden ir de cinco (5) a quince (15) días hábiles, así:
a) Cinco (5) a Diez (10) días hábiles para peticiones, quejas y reclamos que tengan que ver con solicitud de reuniones extraordinarias e información general del proyecto entre otros.
b) Diez (10) a quince (15) días hábiles, para peticiones, quejas y reclamos que estén sujetas a solicitud de información, derechos de petición, verificación de información en campo.
c) Cuando no fuere posible resolver o contestar la PQRS en el plazo establecido, se informará así al remitente, expresando los motivos de la demora y señalando a la vez la fecha de compromiso en la cual se resolverá o dará respuesta.
Del mismo modo, se establecerá la oficina de atención en el área de influencia directa del proyecto para la atención a comunidades y grupos de interés.

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Fórmula**	**Meta**	**Responsable**	**Tipo de registro**

Estrategia de información y comunicación				
Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)				
Número de PQRS cerradas/ Número de PQRS recibidas	100%	Dar respuesta y cierre al 100% de las PQRS recibidas en los tiempos establecidos de acuerdo a la complejidad de cada una de estas.	Departamento Social	) Formato de recepción de la PQRS.) Oficio de respuesta con el recibido del peticionario.) Matriz de PQRS

PERSONAL REQUERIDO	TECNOLOGÍAS A UTILIZAR
Profesional Social	N/A

CRONOGRAMA DE ACCIONES DE MANEJO A DESARROLLAR

Acciones de manejo	TIEMPO EN MESES		
	1	2	3
1. Socialización y difusión del sistema de atención y recepción de PQRS.	X		
2. Implementación del sistema de PQRS	X	X	X
3. Cierre y balance de las PQRS recibidas durante el proyecto.			X

Estrategia de información y comunicación

Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)

Estrategia de Participación Laboral

OBJETIVO

- Favorecer la contratación de personal mano de obra no calificada (MONC) del área local del área de influencia requerido para las diferentes actividades del proyecto.



META

- Contratar el 100% de personal MONC del área local.

.

LUGAR DE APLICACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN
1	Sector Arboleda Sur



RESPONSABLE

(1) Profesional Social de la empresa contratista ejecutora de las obras

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

- Socialización de la información ante las autoridades municipales y comunidades
- Establecimiento y divulgación de los requisitos, perfiles y procedimientos a los grupos de interés.
- Tener registro de todo el proceso realizado en la contratación del personal MONC

TIPO DE ACCIÓN

Prevención	X	Protección		Control		Mitigación	X	Compensación	

ACCIONES A DESARROLLAR

A fin de contrarrestar los imaginarios colectivos que se pueden generar en torno a la participación laboral, la empresa contratista en la fase de socialización inicial informará a las autoridades y comunidades del área de influencia directa sobre los lineamientos definidos que se implementarán para la respectiva participación laboral, especificando la oferta aproximada de personal MONC solicitada para la realización de las obras.

Es importante que se tenga prioridad por la contratación de personal local aplicando la política en espiral, así mismo, establecer junto con los grupos de interés las siguientes generalidades para el proceso de selección y vinculación laboral:

Desde el inicio se realizará una proyección inicial aproximada de la cantidad de personal MONC que el proyecto requiere para socializar ante los grupos de interés la matriz de participación laboral, en la cual se ejemplifique la cantidad de personal MONC requerida para el proyecto.

Estrategia de información y comunicación				
Atención a Peticiones, Quejas, Reclamos y/o Sugerencias (PQRS)				
Los tiempos de contratación del personal, salarios y jornadas de trabajo estarán determinados por la empresa de acuerdo a la dinámica de la operación dada por el proyecto, de igual manera esta garantizará que el proceso de vinculación del personal se realice en los tiempos establecidos que permitan la realización de los exámenes de salud ocupacional y la afiliación de los colaboradores al sistema general de seguridad social (SGSS) para su posterior inducción.				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Fórmula**	**Meta**	**Responsable**	**Tipo de registro**
Contratar el 100% de personal MONC del área de influencia directa del proyecto.	100%	Contratar el 100% de personal MONC del área local.	Departamento Social	) Acta de reunión proceso de selección) Listado de asistencia) Registro fotográfico y/o fílmico) Certificados de residencia.

PERSONAL REQUERIDO	**TECNOLOGÍAS A UTILIZAR**
Profesional Social Departamento Administrativo	N/A

CRONOGRAMA DE ACCIONES DE MANEJO A DESARROLLAR			
Acciones de manejo	**TIEMPO EN MESES**		
	1	**2**	**3**
Contratar el 100% de personal MONC del AI	X	X	X

Estrategia de educación y capacitación	
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	
OBJETIVO	
) Capacitar al personal MONC (Mano de obra no calificada) que se encuentra vinculado a las obras acerca de las diferentes actividades del proyecto a fin de evitar incidentes y accidentes.) Orientar al personal vinculado en el proyecto sobre las adecuadas prácticas sociales y resolución de conflictos a fin de minimizar los impactos que se puedan presentar en el medio socioeconómico.) Capacitar al personal MONC sobre la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna y la flora del área y las restricciones y sanciones pertinentes por incumplimiento de las mismas.	
META	

Estrategia de educación y capacitación

Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto

- Capacitar el 100% del personal vinculado con la empresa sobre las actividades técnicas, ambientales y demás generalidades del proyecto por medio de jornadas de inducción y charlas 5 minutos.
- Orientar al 100% del personal vinculado en las buenas prácticas sociales y resolución de conflictos a través de jornadas de inducción y charlas 5 minutos.
- Restringir en un 100% la caza, comercialización y captura de la flora y la fauna silvestre de los sitios donde se realizan las obras

LUGAR DE APLICACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN
1	Oficina Social



RESPONSABLE

(1) Profesional Social de la empresa contratista
(2) Profesional HSE
(3) Profesional Medio Ambiente

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

- Jornadas de inducción
- Charlas 5 minutos impartidas de manera práctica y con mecanismos de recordación

TIPO DE ACCIÓN

Prevención	X	Protección		Control	X	Mitigación	X	Compensación	

ACCIONES A DESARROLLAR

La empresa contratista impartirá esta capacitación y orientación a todo el personal MONC una vez se encuentre vinculado laboralmente al proyecto a través de los siguientes procesos:

Jornadas de inducción:

Son aquellas charlas y capacitaciones que brindará la compañía a sus colaboradores favoreciendo su adaptación a la misma a través del conocimiento de la cultura organizacional de la empresa, las responsabilidades y compromisos adquiridos y el adecuado desempeño de las funciones propias del cargo para el cual fue contratado. Se presenta temas como:

- Misión, visión y políticas de la empresa contratista
- Generalidades del proyecto, aspectos técnicos de cada una de las actividades enfatizando en la inducción especifica acorde con el cargo y actividad a desarrollar.
- Normas legales y ambientales que rigen la ejecución del proyecto, protección del entorno y la biodiversidad, preservación de los recursos naturales y responsabilidad ambiental en cada una de las actividades.

Estrategia de educación y capacitación
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto
) Contexto sociocultural del proyecto, directrices y estrategias del área social, normas de comportamiento y convivencia, buenas prácticas sociales dentro y fuera del área de trabajo y resolución de conflictos.) Aspectos HSEQ (Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad)) Inquietudes y/o sugerencias Estas jornadas de inducción estarán a cargo de los profesionales encargados y competentes de cada una de las áreas de conocimiento a impartir a los colaboradores y su duración será la destinada por la empresa contratista siempre y cuando se cumpla con el tiempo mínimo requerido para asegurar la interiorización de los temas. **Charlas 5 minutos** Son aquellas reuniones que se desarrollan previo al inicio de las actividades laborales en las cuales participa todo el personal MONC vinculado y los jefes de área, lo anterior con el fin de fortalecer la información pertinente y vital que deben tener en su poder los colaboradores del proyecto, estas charlas son preparadas y dictadas por los jefes directos de los grupos de trabajo, así mismo dan conformidad a las temáticas a desarrollar en cumplimiento de los objetivos planteados, además de los siguientes componentes:) Buenas prácticas de relacionamiento dentro y fuera del área de trabajo, normas de comportamiento y convivencia.) Adecuados métodos de resolución de conflictos) Divulgación de las prohibiciones y restricciones relacionadas con la biodiversidad y el entorno) Manejo de fauna y flora asociada al área del proyecto, importancia y estado de conservación.) Prohibiciones sobre captura, caza y tráfico de animales silvestres.) Temas de seguridad HSE Lo anterior debe estar soportado por medio de listados de asistencia, registro fotográfico y oficio en el que conste que el colaborador recibió la información respectiva al igual que el reglamento interno de trabajo de la empresa contratista.

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Fórmula**	**Meta**	**Responsable**	**Tipo de registro**
Número de personal MONC capacitado en las jornadas de inducción / Número de personal total contratado	100%	Capacitar el 100% del personal vinculado con la empresa sobre las actividades técnicas, ambientales y demás generalidades del proyecto por medio de jornadas de inducción y charlas 5	Departamento Social	) Listados de asistencia de las jornadas de inducción.) Registro Fotográfico) Evaluación de la inducción de HSE

Estrategia de educación y capacitación				
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto				
		minutos		
Número de personas registradas en charlas 5 minutos * 0.0833= Cantidad de horas invertidas en capacitación	100%	Orientar al 100% del personal vinculado en las buenas prácticas sociales y resolución de conflictos a través de jornadas de inducción y charlas 5 minutos.	Departamento de HSE	Listados de asistencia charlas cinco minutos) Registro Fotográfico

PERSONAL REQUERIDO	TECNOLOGÍAS A UTILIZAR
Profesional Social Profesional HSE Profesional Medio Ambiente	N/A

CRONOGRAMA DE ACCIONES DE MANEJO A DESARROLLAR			
Acciones de manejo	**TIEMPO EN MESES**		
	1	**2**	**5**
Jornada de inducción	X	X	X
Charla de 5 minutos	X	X	X

Estrategia de educación y capacitación

Educación y capacitación a las comunidades

OBJETIVO

- Alentar en las comunidades del área de influencia directa (AI) sobre la preservación y cuidado del medio ambiente a través de sensibilizaciones sobre temas ambientales.

- Incentivar el sentido de pertenencia, respeto y buenas costumbres en las comunidades AI a fin de mitigar los problemas sociales que se pueden presentar por los trabajos realizados



META

- Contar con la participación de mínimo el 60% de los habitantes de las comunidades AI en las diferentes charlas ambientales y sociales desarrolladas en el proyecto.

LUGAR DE APLICACIÓN

N°	DESCRIPCIÓN
1	Sector Arboleda Sur



RESPONSABLE

(1) Profesional social de la empresa contratista
(2) Profesional Medio Ambiente

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

- Charlas y capacitaciones ambientales con mecanismos de recordación y sensibilidad.

TIPO DE ACCIÓN

Prevención	X	Protección		Control		Mitigación	X	Compensación	

ACCIONES A DESARROLLAR

La empresa contratista a consideración realizaría capacitaciones ambientales orientadas a los miembros de las comunidades del área de influencia directa del proyecto sobre temas importantes para la preservación del medio ambiente, a continuación se señalan algunos temas de utilidad:

- Concepto de ecosistema
- Importancia y relación de la fauna y la flora en el ecosistema
- Identificación y conservación de especies de fauna y flora amenazadas y/o endémicas.
- Manejo y uso sostenible de los recursos naturales

Referente al tema de resolución de conflictos se pueden tratar charlas respecto a:

- Contexto sociocultural del proyecto, directrices y estrategias del área social, normas de comportamiento y convivencia, buenas prácticas sociales dentro y fuera del área de trabajo.

Estrategia de educación y capacitación				
Educación y capacitación a las comunidades				
J Herramientas de resolución de conflictos.				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Fórmula**	**Meta**	**Responsable**	**Tipo de registro**
Número de personas asistentes a las charlas ambientales / Número de habitantes de las comunidades AI	60%	Contar con la participación del 60% de los habitantes de las comunidades AI en las diferentes charlas ambientales y sociales desarrolladas en el proyecto	Departamento Medio Ambiente Departamento Social	J Listados de asistencia de las charlas ambientales J Registro Fotográfico

PERSONAL REQUERIDO	**TECNOLOGÍAS A UTILIZAR**
Profesional Social Profesional Medio Ambiente	N/A

CRONOGRAMA DE ACCIONES DE MANEJO A DESARROLLAR			
Acciones de manejo	**TIEMPO EN MESES**		
	1	**2**	**3**
Charlas y capacitaciones ambientales	X	X	

Estrategia de seguimiento y monitoreo

OBJETIVOS

Establecer las acciones de seguimiento a los programas del Plan de Gestión Social (PGS).
Efectuar un seguimiento efectivo al cumplimiento de los indicadores de gestión de cada una de las estrategias establecidos en el Plan de Gestión Social.

METAS

Cumplimiento del 100% de las acciones del programa del Plan de Gestión Social (PGS) implementado.
Evaluar el 100% de las estrategias de gestión social.

ETAPA DE LA APLICACIÓN

PRE - OPERATIVA		Instalación del proyecto	
		Contratación	
		Socialización	
OPERATIVA	Adecuación, construcción y obras civiles	Adecuación y construcción de obra	
POST - OPERATIVA	Desmantelamiento, restauración y abandono	Retiro de equipos e infraestructura	
		Cierre del área	

IMPACTOS A CONTROLAR

IMPACTO	ELEMENTO AFECTADO
Cambio en la dinámica y estructura poblacional	Dinámica y estructura de la población
Cambio en la calidad de vida	
Cambio en la dinámica de empleo	Actividades productivas
Afectación de infraestructura socioeconómica y cultural	Infraestructura económica
Cambio en las tasas de incidentes y accidentes	Infraestructura económica
Cambio en las condiciones de movilidad	Infraestructura económica
Generación de expectativas	Organización y clima social
Cambio en la capacidad de gestión de la comunidad	Presencia institucional y organización comunitaria
Cambio en la seguridad local	Aspectos culturales

TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CONTROL
COMPENSACIÓN	**RECUPERACIÓN**	**PROTECCIÓN**
RESTAURACIÓN		

ACCIONES A DESARROLLAR

A continuación, se presentan los procedimientos que serán la herramienta para que se efectúe el seguimiento y monitoreo de cumplimiento Plan de Gestión Social (PGS)

1. SEGUIMIENTO Y MONITOREO CUALITATIVO

Las actividades de verificación de cumplimiento y eficacia de los programas sociales se apoyarán en las siguientes actividades de evaluación cualitativa:

- Revisar la documentación de soporte que demuestre el cumplimiento de objetivos de cada programa.
- Verificar la aplicación de cada una de las estrategias del PGS según el cronograma propuesto.
- Implementación de medidas efectivas o ajustes al PGS, en caso que las medidas existentes no sean suficientes para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos sociales que se generen durante el desarrollo del proyecto.

Estrategia de seguimiento y monitoreo

- Entrevistar aleatoriamente personas que asistan a las reuniones o que manifiesten inquietudes, quejas y reclamos con el fin de conocer su percepción sobre el proyecto y el nivel de respuesta obtenido.
- Verificar el cumplimiento de los indicadores definidos en cada una de las estrategias implementadas.
- Revisar las actas de las reuniones informativas realizadas y los archivos con las actas de reunión, listados de asistencia, registros fotográficos y fílmicos de las reuniones realizadas.

2. SEGUIMIENTO Y MONITOREO CUANTITATIVO

La efectividad de los programas de gestión social se debe efectuar a través de la valoración del cumplimento de los indicadores de seguimiento y monitoreo cuantitativo planteados en cada una de las fichas de las estrategias del Plan de Gestión Social. Se calculará cada indicador a la fecha de evaluación comparando el resultado con la meta propuesta en la ficha, en caso de incumplimiento se plantearán las acciones de mejora que se puedan requerir para alcanzar dicha meta.

POBLACIÓN BENEFICIADA

Población localizada en el área de influencia directa, autoridades y trabajadores que desarrollaran la obra.

MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

Se brindarán espacios de comunicación con los miembros el equipo social de la empresa con el fin de evaluar las dificultades presentadas en su labor, las soluciones adoptadas y los resultados obtenidos, con el fin de identificar acciones correctivas en el componente social

PROFESIONAL REQUERIDO

Profesional Social

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

CUALIFICABLES	INDICADOR	FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Efectividad de las medidas de manejos del PGS para, mitigar, prevenir, proteger, controlar y/o compensar los impactos presentados en cada etapa del proyecto.	Niveles de satisfacción de las comunidades y autoridades locales frente al PGS establecidos mediante encuestas aleatorias.

	INDICADOR	CALCULO	FRECUENCIA
CUANTIFICABLES	Efectividad de las medidas de manejos del PGS para, mitigar, prevenir, proteger, controlar y/o compensar los impactos presentados en cada etapa del proyecto.	Niveles de satisfacción de las comunidades y autoridades locales frente a las medidas de manejo establecidas mediante encuestas aleatorias.	Al finalizar cada fase del proyecto.
CUANTIFICABLES	Satisfacción de la comunidad sobre los programas del PGS	SCPGS= (Nº de personas de la comunidad satisfecha con los programas del Plan de Gestión Social / Nº total de personas entrevistadas) x 100.	Durante el desarrollo del proyecto
SOPORTES DE	Herramienta de seguimiento a los programas del PGS.		

Estrategia de seguimiento y monitoreo	
SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO	Formatos en donde se evidencie el seguimiento a los programas del PGS Formatos en donde se evidencie el monitoreo a los programas del PGS. Documentación de soporte que demuestre cumplimiento. Formatos de entrevista a comunidades. Formato de entrevistas a autoridades. Registro fotográfico y/o video.
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	
Profesional Social	

CRONOGRAMA			
ACTIVIDAD	**PRE-OPERATIVA**	**OPERATIVA**	**POST-OPERATIVA**
Revisión y monitoreo del medio socioeconómico a través de los indicadores cualitativos y cuantitativos.			
Identificación de obstáculos, debilidades, fortalezas y amenazas de cada uno de las etapas del Plan de Gestión Social.			
Balance de la percepción de la calidad ambiental y social del proyecto.			
Implementar las medidas efectivas o ajustadas al Plan de Gestión Social.			

7. REASENTAMIENTO

En la ficha N° 29 de Prefactibilidad Técnica (**Figura 6**), realizada por el IDIGER en visita del 16 de junio de 2018, con respecto a la afectación predial, encontramos que "*frente a posibles avances retrogresivos de los diferentes procesos de inestabilidad presentes en el sector, se pueden ver afectados alrededor de 90 predios ubicados en el costado oriental de la calle 48K Sur, sumados a aproximadamente los 25 predios ubicados hacia la pata de la zona inestable*".

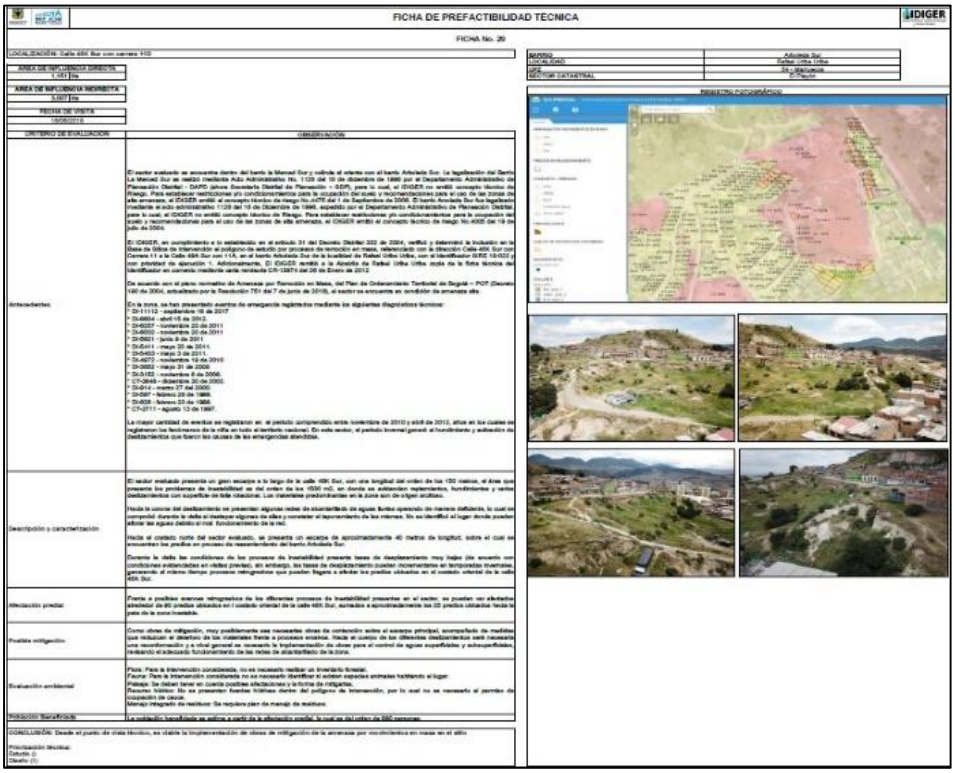


Figura 6 Ficha 29 Prefactibilidad Técnica. Fuente: IDIGER



Figura 7 Posibles predios afectados por procesos de inestabilidad. Fuente: Himec-Consulcons 2019

Entre los posibles predios afectados, encontramos los siguientes en el sector Arboleda Sur:

Tabla 3 Predios en Reasentamiento Arboleda Sur. Fuente: IDIGER 2019

Barrio	Direccion	Estado_Pro	AÑO	AMENAZA	TIPO_RIESG	FUENTE_CAR
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 43	Entrega alternativa habitacional	2012	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL48J SUR #12 56	Cierre Administrativo Sin Reasentamiento	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 70	Reasentamiento Terminado	2004	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Concepto Técnico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 66	Reasentamiento Terminado	2004	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Concepto Técnico
Arboleda Sur	CL 48K SUR # 11A 45	Entrega alternativa habitacional	2010	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
Arboleda Sur	CL 48K SUR # 11A 53	Entrega alternativa habitacional	2010	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
Arboleda Sur	CL 48K SUR # 11B 05	Entrega alternativa habitacional	2010	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 17	Entrega alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D 28	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48 J SUR No. 12 43	Adquisición Alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D 34	Entrega alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D - 18 (UNIDAD HABITACIONAL A)	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D - 34	Entrega alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D 18	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D - 06	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48K SUR # 11D 06	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 07	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 13 (FOPAE)	Entrega alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 - 03 (I OPAL) CL 48J SUR # 12 - 01 (CATASTRO)	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 - 03	Unificado	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remocion	Diagnóstico
La Arboleda II	CL 48J SUR # 12 - 23	Entrega alternativa habitacional	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico
La Arboleda II	Sin dirección - Referencia La Lomita - Costado Sur Vía que comunica La Merced con Arboleda II	Asignación de Recursos	2011	Fenómenos de Remocion en Masa	Remoción	Diagnóstico

La anterior tabla, es la respuesta del día veintidós (22) de marzo de 2019, por parte del profesional Milton Octavio Rodríguez Montero de la Subdirección de Análisis de Riesgos y Efectos del Cambio Climático y remitida a Himec – Consulcons 2019 a través de la Profesional Especializada Diana Carolina Moreno Moreno del IDIGER, sobre la solicitud de estado de predios Reasentamiento Arboleda Sur.

Basados en esta información, se determina que todos los predios señalados en la anterior tabla presentan riesgo de remoción ante la amenaza de un fenómeno de

remoción en masa.

En la tabla original, tenemos un total de cuarenta y cuatro (44) predios en reasentamiento de los cuales veintidós (22) pertenecen a La Merced Sur y veintidós (22) en la Arboleda, que son los que atañen a este estudio.

De los veintidós (22) predios ubicados en reasentamiento en arboleda sur, encontramos que solo dos (2) presentan Reasentamiento Terminado, mientras que uno (1) ya tiene Adquisición de Alternativa habitacional; Ocho (8) de los predios, se encuentran con Asignación de Recursos para seguir el proceso respectivo, mientras que nueve (9) propietarios optaron por recibir la Entrega Alternativa Habitacional y solo a un (1) propietario se le realizó Cierre Administrativo sin Reasentamiento.

CLASIFICADO

IDIGER
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

CONSORCIO HMEC – CONSULCONS 2019
Carrera 26 No 37-36 Bogotá D.C.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ESTUDIO ARBOLEDA SUR

CONTRATO DE CONSULTORIA No.180 de 2019

Vol. 03 INFORME FORESTAL

ORIGINAL

SEPTIEMBRE DE 2019

CLASIFICADO

Elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.
Estudio Arboleda Sur

Instituto Distrital de Getión de Riesgo y Cambio Climático
Dg. 47 #77a9, Bogotá D.C
Tel: 4292800
E mail: idiger@idiger.gov.co

Director: Ing. Richard Alberto Vargas Hernández
Subdirector área (Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático): Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez
Líder y/o Supervisor : Ing. Diana Carolina Moreno Moreno

CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019

CONTRATO DE CONSULTORIA No.180 de 2019

Vol. 03 INFORME FORESTAL

ORIGINAL

SEPTIEMBRE DE 2019

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 5
1.1 Introducción 5
1.2 Localización 5
1.3 Objetivo Del Estudio 6
2 METODOLOGIA DEL INVENTARIO FORESTAL 7
2.1 Levantamiento de información 7
2.2 Digitalización información 8
2.3 Elaboración plano de ubicación del arbolado inventariado 8
2.4 Diligenciamiento del Formulario de Evaluación Silvicultural 8
3 RESULTADOS 9
3.1 Marcado y numeración 9
3.2 Identificación taxonómica 9
3.3 Registro fotográfico 10
3.4 Georeferenciación del arbolado evaluado 11
3.5 Diligenciamiento del formulario de recolección de información silvicultural por individuo (ficha 1-sda) 11
3.6 Criterios técnicos para la determinación del tratamiento silvicultural 11
3.7 Diligenciamiento ficha técnica de registro-ficha 2-sda 23
3.8 Código SIGAU 24
4 RECOMENDACIONES 25
4.1 Protección de los arboles durante el proceso constructivo 25
4.1.1 Las raíces 25
4.1.2 Compactación del suelo 26
4.1.3 Sofocamiento de las raíces por acopio de materiales 26
4.1.4 Establecer barreras protectoras 26
5 ANEXOS 27

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización sitio de estudio Barrio Arboleda sur. 5
Figura 2. Metodología del Inventario Forestal. 7
Figura 3. Formulario de Recolección de Información Silvicultural por Individuo Ficha 1. 11
Figura 4. Ficha Técnica de Registro – Ficha 2 23
Figura 5. Apertura de túneles debajo del árbol causa menos daño (izquierda). 25
Figura 6. Barrera de protección. 26

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 . Marcación consecutiva del arbolado inventariado. 9
Fotografía 2. Registro fotográfico para tomado para cada espécimen forestal inventariado. 10

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Composición y abundancia de especies forestales en el área de estudio. 10
Tabla 2. Cantidad de árboles por tratamiento silvicultural. 12
Tabla 3. Talas fase 1. 12
Tabla 4. Talas fase 2. 13
Tabla 5. Talas fase 3. 20
Tabla 6. Talas fase 4. 21
Tabla 7. Resumen de talas por fase 23
Tabla 8. Arbolado con código SIGAU 24

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este informe tiene por objeto presentar los resultados del inventario forestal y las actividades desarrolladas en el marco de los estudios y diseños de las obras de emergencia en el sitio de intervención prioritaria Barrio Arboleda Sur, a la luz del Contrato de Consultoría N°. 180 de 2019, suscrito entre el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER y el CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019, a fin de que sea aprobado por la Interventoría del proyecto CONSORCIO SITIOS PRIOROTARIOS.

El presente informe se elaboró con la información recopilada en las visitas técnicas de campo realizadas entre el 05 y 11 de marzo de 2019 al sitio de estudio.

1.2 Localización

El sitio de estudio se localiza aproximadamente entre la calle 48 K sur con carrera 11 y la calle 49 A sur con carrera 11ª, en el barrio Arboleda sur de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, tiene un área aproximada de 3,2 Ha.(**Figura 1**)



Figura 1. Localización sitio de estudio Barrio Arboleda sur.

1.3 Objetivo Del Estudio

Presentar los resultados de las actividades contempladas para la realización del inventario forestal en el área de influencia directa del proyecto, asimismo las recomendaciones para la protección y conservación del arbolado frente a las obras de construcción que se pretendan ejecutar.

2 METODOLOGIA DEL INVENTARIO FORESTAL



Figura 2. Metodología del Inventario Forestal.

2.1 Levantamiento de información

Se realiza con el propósito de recopilar la información del estado físico y sanitario de cada uno de los individuos arbóreos que existen en el área de influencia directa de la zona de estudio, asimismo para determinar cuál será el tratamiento silvicultural apropiado para cada árbol. Las principales tareas de esta actividad son:

- Marcado y numeración
- Identificación taxonómica
- Registro fotográfico
- Georreferenciación
- Diligenciamiento del formulario de recolección de información silvicultural por individuo. Ficha1 de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2.2 Digitalización información

Corresponde a la sistematización de la información recopilada en campo, y sirve como insumo para el diligenciamiento de la *Ficha 2*de la Secretaría Distrital de Ambiente.

2.3 Elaboración plano de ubicación del arbolado inventariado

Consiste en la ubicación espacial de los arboles existentes en el área del proyecto superponiendo proyecto definitivo con cada uno de los individuos vegetales y sus respectivas coordenadas en el sistema establecido por la Secretaría Distrital de Ambiente.

2.4 Diligenciamiento del Formulario de Evaluación Silvicultural

Diligenciamiento del formulario para la solicitud de los permisos y autorizaciones correspondientes para el manejo silvicultural de los individuos vegetales inventariados en la zona de estudio.

3 RESULTADOS

3.1 Marcado y numeración

En el sitio de estudio se numeraron 281 especímenes forestales que cumplen con los criterios para ser incluidos y evaluados en el inventario forestal del área de influencia del proyecto; de acuerdo a lo establecido en el Decreto 531 de 2010, la Resolución 5983 de 2011, Decreto 383 de 2018 y la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, con el propósito de solicitar los permisos para el manejo silvicultural de las especies vegetales que puedan ser afectadas y no afectadas durante el proceso constructivo de las obras. La marcación se realizó con pintura amarilla (**Fotografía 1**) y de forma consecutiva de acuerdo a los lineamientos de la SDA.



Fotografía 1 **.**Marcación consecutiva del arbolado inventariado.

3.2 Identificación taxonómica

Los 10 individuos incluidos en el inventario forestal fueron identificados a nivel especie con su respectivo nombre común y científico, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 531 de 2010, el listado de especies de flora de la ciudad de Bogotá de la SDA, y el código SIADAMA asignado para cada especie evaluada.

Tabla 1. Composición y abundancia de especies forestales en el área de estudio.

N°	Nombre común	Nombre científico	Cantidad
1	Acacia japonesa	Acacia melanoxylon	1
2	Acacia negra	Acacia decurrens	16
3	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	72
4	Cerezo capulí	Prunus capuli	3
5	Chilco	Bacharis floribunda	169
6	Eucalipto común	Eucalyptus globulus	1
7	Flor amarillo	Tecomastans	2
8	Hayuelo	Dodonaea viscosa	2
9	Higuerillo	Ricinus communis	1
10	Holly liso	Cotoneaster multiflora	5
11	Sauco	Sambucus nigra	6
12	Urapán	Fraxinus chinensis	3
Total			**281**

3.3 Registro fotográfico

Cada uno de los individuos arbóreos numerados cuenta con su fotografía a color, en general y detalle, numerada consecutivamente como lo solicita la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA.



Fotografía 2. Registro fotográfico para tomado para cada espécimen forestal inventariado.

3.4 Georeferenciación del arbolado evaluado

Fue necesario utilizar un navegador GPS para capturar las coordenadas geográficas de cada uno de los arboles inventariados, esta actividad se realiza con el propósito de localizar en un plano de localización de todos los arboles evaluados, asimismo para obtener las coordenadas planas que son requeridas para el diligenciamiento de la Ficha 1 y Ficha 2 de la SDA.

3.5 Diligenciamiento del formulario de recolección de información silvicultural por individuo (ficha 1-sda)

Esta actividad comprendió el almacenamiento de la información de variables dasométricas, físicas y sanitarias de cada árbol evaluado, la información se recopilo en el formato estipulado por la SDA para el trámite de solicitud de los permisos para el manejo silvicultural de los individuos arbóreos existentes en el área de influencia del proyecto. Esta información se debe entregar en medio físico y digital.

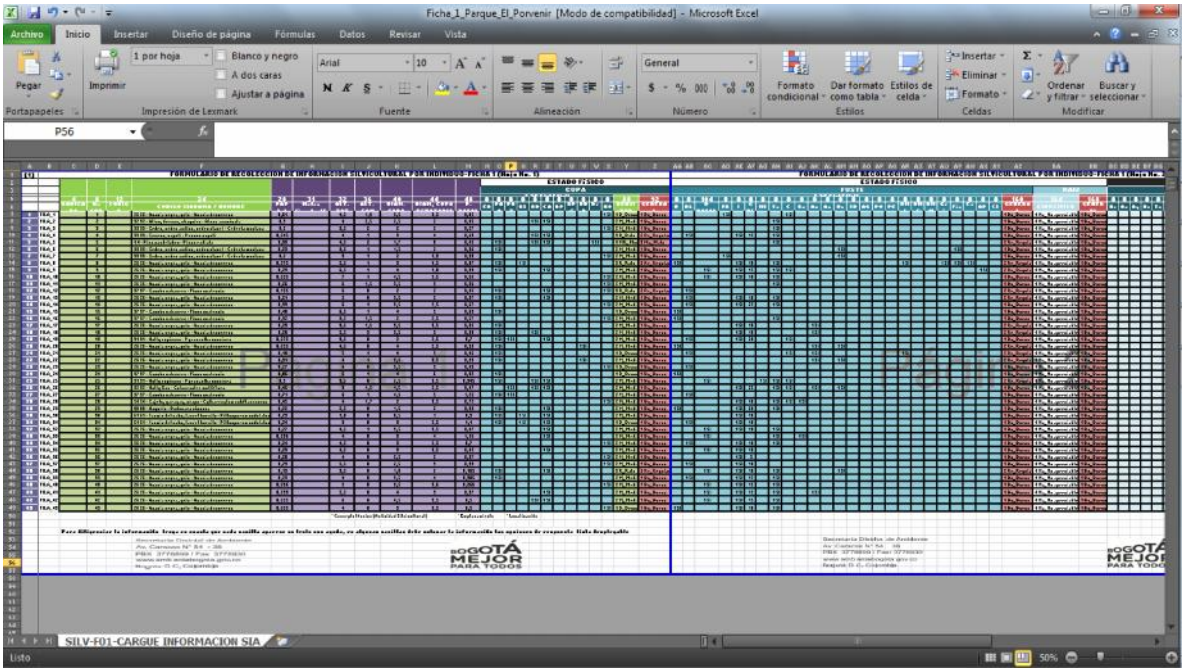


Figura 3. Formulario de Recolección de Información Silvicultural por Individuo Ficha 1.

3.6 Criterios técnicos para la determinación del tratamiento silvicultural

Los criterios técnicos utilizados para la determinación del tratamiento silvicultural

de cada individuo arbóreo existente en el área de influencia directa del proyecto se enfocan en la determinación del estado físico y fitosanitario del espécimen forestal, la ubicación del árbol con respecto a las obras de conservación de suelos que se realizar en 4 fases, también por la susceptibilidad a sufrir algún en el proceso constructivo.

Tabla 2. Cantidad de árboles por tratamiento silvicultural.

Tratamiento silvicultural	Cantidad
Tala	248
Conservar	36
Traslado	0
Poda de formación/ Realce	0
Poda de formación/ Control de altura	0
Poda de formación/ Aclareo	0
Poda de estabilidad	0
Poda de mejoramiento/Estructura	0
Poda de mejoramiento/ Sanitaria	0
Poda radicular	0
Tratamiento especial	0
Tratamiento integral	0

En las tablas 3, 4, 5,6, se indican los especímenes forestales que se requieren talar en cada una de las cuatro fases de las obras de construcción.

Tabla 3. Talas fase 1.

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
1	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
3	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
4	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.07
6	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
7	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
33	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.05
34	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.07
35	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.03
44	Chilco	Bacharis floribunda	1.9	0.05
45	Chilco	Bacharis floribunda	2.7	0.12

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
46	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
269	Holly liso	Cotoneaster multiflora	3.6	0.52
270	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.05
271	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.42
272	Chilco	Bacharis floribunda	1.4	0.04
273	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.05
274	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.11
275	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.145
276	Sauco	Sambucus nigra	4.2	0.63

Tabla 4. Talas fase 2.

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
63	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.14
64	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.07
65	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.08
66	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.10
67	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.11
68	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.07
69	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.11
70	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.04
71	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.07
72	Chilco	Bacharis floribunda	3.5	0.15
73	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.11
74	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.14
75	Acacia negra	Acacia decurrens	2.5	0.1
76	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.04
92	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
93	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.08
94	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
95	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
96	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.11

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
97	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
98	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.06
99	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
100	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.05
101	Hayuelo	Dodonaea viscosa	1.7	0.14
102	Hayuelo	Dodonaea viscosa	2	0.18
103	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.05
104	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.10
105	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
106	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.07
107	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.07
108	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.07
109	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
110	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.11
111	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.17
112	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.08
113	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.13
114	Chilco	Bacharis floribunda	2.6	0.13
115	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.05
116	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
117	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.05
118	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.08
119	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.06
120	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.05
121	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.07
122	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
123	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.05
124	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.145
125	Chilco	Bacharis floribunda	2.1	0.07
126	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.11
127	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.07
128	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.09
129	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.1
130	Chilco	Bacharis floribunda	2.6	0.14
131	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.14

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
132	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.11
133	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.15
134	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.05
135	Sauco	Sambucus nigra	2.3	0.11
136	Higuerillo	Ricinus communis	1.6	0.09
137	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.11
138	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.03
142	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.18
143	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.21
144	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.26
145	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.21
146	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.7	0.19
147	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.26
148	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	5	0.19
149	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.33
150	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.12
151	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.06
152	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.24
153	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.24
154	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.1
155	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.7	0.13
156	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.17

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
157	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.19
158	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.3	0.16
159	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.6	0.18
160	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.13
161	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.07
162	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.13
163	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.7	0.15
164	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2	0.08
165	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	5.5	0.52
166	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.12
167	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.4	0.1
168	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.22
169	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.13
170	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.6	0.1
171	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.8	0.26
172	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.23
173	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.8	0.06
174	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.3	0.13
175	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2	0.1
176	Acacia	Paraserianthes	2.7	0.12

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
	sabanera	lophanta		
177	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.14
178	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.09
179	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.2	0.23
180	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.3	0.10
181	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.09
182	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.3	0.11
183	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.16
184	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.1	0.22
185	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.6	0.13
186	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.8	0.38
187	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.33
188	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.4	0.06
189	Chilco	Bacharis floribunda	2.7	0.04
190	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.36
191	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.14
192	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3	0.03
193	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
194	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
195	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.06
196	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.10
197	Chilco	Bacharis floribunda	2.4	0.05

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
198	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.06
199	Chilco	Bacharis floribunda	1.9	0.08
200	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2	0.08
201	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.27
202	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.07
203	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.4	0.13
204	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.6	0.42
205	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.2	0.15
206	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.27
207	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.1
208	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4	0.23
209	Chilco	Bacharis floribunda	2.9	0.09
210	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.09
211	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.07
212	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.13
213	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.14
214	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.08
215	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.1	0.145
216	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.05
217	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
218	Chilco	Bacharis floribunda	2.7	0.08
219	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.4	0.16
220	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.09
221	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	2.5	0.08

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
222	Chilco	Bacharis floribunda	1.3	0.02
223	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.05
224	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
225	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.07
226	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.02
227	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
228	Chilco	Bacharis floribunda	2.1	0.07
229	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.06
230	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
231	Chilco	Bacharis floribunda	3.2	0.03
232	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.05
233	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.05
234	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.07
235	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.08
236	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.05
237	Chilco	Bacharis floribunda	2.4	0.10
238	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.07
239	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.1
240	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.13
241	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	5	0.22
242	Cerezo capuli	Prunus capuli	3.4	0.23
243	Cerezo capuli	Prunus capuli	4.6	0.18
244	Cerezo capuli	Prunus capuli	4	0.19
245	Acacia negra	Acacia decurrens	3.4	0.28
246	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.05
247	Holly liso	Cotoneaster multiflora	2.5	0.04
248	Acacia negra	Acacia decurrens	4	0.19
249	Acacia negra	Acacia decurrens	4.5	0.41
250	Acacia negra	Acacia decurrens	3.2	0.28
251	Acacia negra	Acacia decurrens	4.3	0.19

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
252	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	3.5	0.17
253	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.2	0.47
254	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	4.5	0.415
255	Holly liso	Cotoneaster multiflora	2.6	0.05
256	Acacia sabanera	Paraserianthes lophanta	5	0.42
257	Chilco	Bacharis floribunda	2.4	0.08
258	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
259	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.08
260	Holly liso	Cotoneaster multiflora	2.6	0.09
261	Chilco	Bacharis floribunda	3.5	0.10
262	Sauco	Sambucus nigra	2.3	0.145
263	Chilco	Bacharis floribunda	2.5	0.07
264	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.03
265	Chilco	Bacharis floribunda	3	0.12
267	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
268	Holly liso	Cotoneaster multiflora	1.7	0.03

Tabla 5. Talas fase 3.

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
58	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.06
79	Acacia negra	Acacia decurrens	2.6	0.13
80	Acacia negra	Acacia decurrens	5.5	0.65
81	Acacia negra	Acacia decurrens	5	0.51
82	Acacia negra	Acacia decurrens	2.5	0.12

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
83	Acacia negra	Acacia decurrens	4	0.26
91	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.14
140	Sauco	Sambucus nigra	2	0.07
141	Urapán	Fraxinus chinensis	2.3	0.10

Tabla 6. Talas fase 4.

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
8	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.09
9	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.05
10	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.06
21	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.05
22	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.04
23	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
24	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
25	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.06
26	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
27	Chilco	Bacharis floribunda	2.3	0.08
28	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.05
29	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.04
30	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.06
31	Chilco	Bacharis	1.5	0.05

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
		floribunda		
32	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.07
36	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.05
37	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.05
38	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.07
39	Chilco	Bacharis floribunda	1.7	0.04
40	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
41	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.05
42	Chilco	Bacharis floribunda	1.3	0.03
43	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.05
47	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.03
48	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.06
49	Chilco	Bacharis floribunda	1.5	0.04
50	Chilco	Bacharis floribunda	1.6	0.04
51	Chilco	Bacharis floribunda	1.4	0.06
52	Chilco	Bacharis floribunda	1.3	0.05
53	Chilco	Bacharis floribunda	1.8	0.13
54	Chilco	Bacharis floribunda	2.2	0.11
55	Chilco	Bacharis floribunda	2	0.07
56	Chilco	Bacharis	1.7	0.03

Número	Especie	N. Científico	Altura total (m)	PAP (m)
		floribunda		

Fase	Cantidad talas
1	19
2	187
3	9
4	33
Total	**248**

Tabla 7. Resumen de talas por fase

3.7 Diligenciamiento ficha técnica de registro-ficha 2-sda

Para el diligenciamiento de este formulario fue necesaria la información de la ficha 1, el formulario fue diligenciado de acuerdo a lo establecido por la SDA, para el trámite de solicitud de los permisos para el manejo silvicultural de los individuos arbóreos existentes en el área de influencia del proyecto.



Figura 4. Ficha Técnica de Registro – Ficha 2

3.8 Código SIGAU

Después de revisar el visor del SIGAU del Jardín Botánico José Celestino Mutis, se pudo determinar que los arboles del siguiente listado poseen código en el SIGAU, el resto de arbolado no aparece en los datos del SIGAU, por lo tanto, no tienen codificación en la base de datos. No obstante al momento de ejecutar las obras se deberán incluir al SIGAU los individuos presentes en el área de influencia de las obras por lo tanto se debe tener en cuenta que esta actividad tiene un costo que se estima por árbol en $7.000 pesos.

Tabla 8. Arbolado con código SIGAU

Códigos SIGAU	
N° árbol	**Código árbol**
11	18010403000079
87	18010401000136
84	18010401000133
80	18010401000132
88	18010401000130
89	18010401000219
101	18010402000888
102	18010402000886
135	18010402000884
140	18010402000893
141	18010402000890
269	18010402000966
262	18010402000982
243	18010402000979
241	18010402000980
247	18010402000975

4 RECOMENDACIONES

4.1 Protección de los arboles durante el proceso constructivo

Los daños físicos que pueden sufrir los árboles en un proceso constructivo afectan principalmente al tronco, la raíz, el cuello de raíz y a la copa. El equipo, maquinaria y herramientas empleadas en la construcción puede dañar la porción área de un árbol rompiendo ramas, (perdida en la forma de la copa) rasgando la corteza o causando algún tipo de herida al tronco, este tipo de lesiones son permanentes y si son muy amplias, podrían ocasionar la muerte del árbol.

4.1.1 Las raíces

Son una parte fundamental de los árboles, dado que proporcionan el anclaje con respecto al suelo y desempeñan funciones de absorción de nutrientes elementales para la supervivencia. Dependiendo de la especie forestal, su porte, el tipo de suelo, las pueden establecer a cierta profundidad, no obstante, se encuentran entre los 15 a 45 cm de profundidad; en un árbol, adura las raíces se extienden lejos del tronco incluso más allá de la línea de goteo. El grado de daño que un árbol puede sufrir por la lesión de su raíz depende en parte, de que tan cerca al árbol se hace el corte. El corte de una raíz principal cerca de la base del tronco puede significar la pérdida de un 5 a 20 % del sistema radical, lo que se traduce en perdida de estabilidad mecánica del árbol y disminución de las funciones nutricionales. Una alternativa para minimizar el daño que se pueda ocasionar a las raíces del árbol es hacer túneles por debajo del árbol, que cavar a través de las raíces.

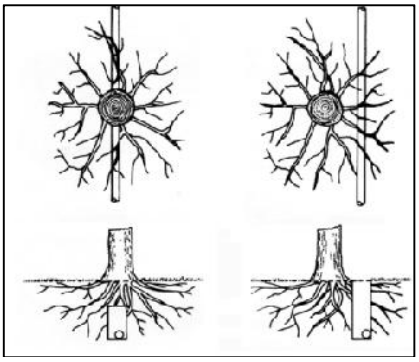


Figura 5. Apertura de túneles debajo del árbol causa menos daño (izquierda). Excavación a través de las raíces es más perjudicial (derecha)

4.1.2 Compactación del suelo

Se considera que un suelo ideal para el crecimiento y desarrollo de la raíz es aquel que tiene cerca de un 50 por ciento de espacio poroso, espacio que es ocupado por agua y aire necesarios para la correcta nutrición del árbol. Si se emplea equipo pesado de construcción cerca de los árboles, este puede compactar el suelo y reducir considerablemente la porosidad del suelo con las consecuentes negativas para el funcionamiento normal del sistema radical.

4.1.3 Sofocamiento de las raíces por acopio de materiales

Las raíces finas son las encargadas de absorber el 90 % del agua y los minerales; y se ubican entre los 15 y 40 cm, dado que sobre esta profundidad se encuentran las mejores condiciones para un óptimo desarrollo del sistema radical. Acopiar materiales o algún elemento que pueda compactar el suelo, incrementa el grado de asfixia de las raíces y algunas especies son muy susceptibles a estos cambios.

4.1.4 Establecer barreras protectoras

Todos los arboles existentes en el área de influencia directa del proyecto deberán ser conservados y protegidos de todo posible daño durante el proceso constructivo de las obras de conservación de suelos. Por lo tanto se instalaran barreras de construcción alrededor de los árboles, estas barreras se deben colocar tan lejos como sea posible del tronco del árbol, como recomendación se tiene que por cada 2,5 cm de diámetro del árbol se deberá alejar 30 cm de tronco del árbol. Con estas barreras no solo se protege la copa y tronco del árbol sino también el sistema radical.



Figura 6. Barrera de protección.

5 ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico del arbolado inventariado
Anexo 2. Ficha 1 - SDA
Anexo 3. Ficha 2 – SDA
Anexo 4. Plano de localización del arbolado inventariado.
Anexo 5. Certificado Copnia

CLASIFICADO



CONSORCIO HMEC – CONSULCONS 2019
Carrera 26 No 37-36 Bogotá D.C.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ESTUDIO ARBOLEDA SUR

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 04 INFORME AMBIENTAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

CLASIFICADO

Elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.
Estudio Arboleda Sur

Instituto Distrital de Getión de Riesgo y Cambio Climático
Dg. 47 #77a9, Bogotá D.C
Tel: 4292800
E mail: idiger@idiger.gov.co

Director: Ing. Richard Alberto Vargas Hernández
Subdirector área (Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático): Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez
Líder y/o Supervisor : Ing. Diana Carolina Moreno Moreno

CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 04 INFORME AMBIENTAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 OBJETIVOS 7
2.1 Objetivo general 7
2.2 Objetivos específicos 7
3 ALCANCE 8
4 METODOLOGÍA 9
5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10
5.1 Localización 10
5.2 Especificaciones del proyecto 11
5.2.1 Obras preliminares 12
5.2.2 Obras de drenaje 13
5.2.3 Obras de estabilidad 14
5.3 Etapas del proyecto 15
5.4 Matriz causas y efectos 16
6 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO - LÍNEA BASE 18
6.1 Medio abiótico 18
6.1.1 Suelos 18
6.1.2 Hidrología 18
6.1.3 Clima 19
6.1.4 Aire 19
6.1.5 Ruido 20
6.2 Medio Biótico 20
6.2.1 Zonas de vida 20
6.2.2 Flora 21
6.2.3 Fauna 23
6.3 Medio sociocultural 23
6.3.1 Demografía 23
6.3.2 Nivel de vida 24
6.3.3 Infraestructura física y servicios 24
6.3.4 Organización comunitaria y ámbitos de participación 25
7 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL 26
7.1 Marco legal ambiental 26
7.2 Evaluación de aspectos e impactos ambientales 27
8 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL 36
8.1 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (RCD, SÓLIDOS, PELIGROSOS 37
8.2 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y DE ESCORRENTÍA 41
8.3 PROGRAMA DE MANEJO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA 44
8.4 PROGRAMA DE MANEJO ADECUADO DE LA VEGETACIÓN Y EL PAISAJE

46
8.5 PROGRAMA DE MANEJO DE LA FLORA 49
8.6 PROGRAMA DE MANEJO DE SUELO Y CONTROL DE EROSION 51
8.7 PROGRAMA DE MANEJO DE MATERIALES E INSUMOS DE CONSTRUCCION 54
8.8 PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS 57
8.9 PROGRAMA DE MANEJO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS 60
8.10 PROGRAMA DE SEÑALIZACION 62
9 PERMISOS ADICIONALES 66
9.1 LICENCIA DE EXCAVACIÓN 66
10 ANEXOS 68
11 BIBLIOGRAFÍA 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Metodologia para generacion de las propuetsas de manejo ambiental 9
Figura 2 Registro fotográfico de la zona de estudio 11
Figura 3 Perfilado 13
Figura 4 Canales y/o Zanjas de coronación 13
Figura 5 Disipador de energía hidráulica. Fuente: Fernández, 2003 14
Figura 6 Trinchos metálicos 14
Figura 7 Proceso micropilotes 15
Figura 8 Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. 21
Figura 9 Individuos vegetales en la zona de estudio. 23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Matriz causa-efecto 16
Tabla 2 Variables climáticas de la estación Tunal 19
Tabla 3 Concentración de contaminantes durante el último año en la estación del Tunal 20
Tabla 4 Concentración de contaminantes durante el último año en la estación San Cristóbal 20
Tabla 5 Estándares de Ruido Ambiental para el sitio de estudio según la Resolución 627 del 2006 del MAVT 20
Tabla 6 Especies nativas e introducidas encontradas en la zona. 21
Tabla 7 Especies comunes del bosque seco montano bajo. 22

Tabla 8 Normatividad ambiental aplicable 26
Tabla 9 Criterios de evaluación ambiental 28
Tabla 10 Asignación de colores por impacto 29
Tabla 11 Matriz de impactos y aspectos ambientales 30
Tabla 12 Ficha 1 – Manejo de residuos (RCD, Solidos, Peligrosos) 37
Tabla 13 Ficha 2 – Manejo de aguas residuales domesticas y escorrentia. 41
Tabla 14 Ficha 3 - Programa de manejo eficiente y ahorro del agua. 44
Tabla 15 Ficha 4 – Manejo adecuado de la vegetacion y el paisaje. 46
Tabla 16 Ficha 5 – Manejo de la flora 49
Tabla 17 Ficha 6 – Manejo de suelo y control de erosión 51
Tabla 18 Ficha 7 – Programa de materiales e insumos de construcción 54
Tabla 19 Ficha 8 – Programa de manejo de emisones atmosfericas. 57
Tabla 20 Ficha 9 – Programa de manejo de maquinaria y equipos. 60
Tabla 21 Ficha 10 – Programa de señalizacion 62

1 INTRODUCCIÓN

Como resultado del Contrato de Consultoria No. 180 de 2019, que tiene como objeto "ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.", se elaboró un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo de cada uno de los proyectos.

El plan de manejo ambiental (PMA) es un componente básico establecido para cualquier tipo de proyecto que genere impactos tanto sociales como ambientales. Este comprende una serie de medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, compensar y controlar los impactos negativos que se puedan presentar por el desarrollo de la actividad, en este caso las obras de emergencia en el Sector Catastral Arboleda sur ubicado en la Localidad de Rafael Uribe de la ciudad de Bogotá D.C.

El PMA es la principal herramienta de gestión ambiental de una actividad que genere impactos, es de obligatorio cumplimiento por los responsables del proyecto y requerirá del control de todas las partes involucradas en la etapa pre-construcción, construcción y operación del proyecto.

La metodología para la formulación del plan de manejo ambiental (PMA) incluye la recopilación de información primaria y secundaria, de las características del medio ambiente y la población en el área de influencia antes de la intervención, con el propósito de establecer una línea base sobre la cual se realizará la cuantificación de los impactos ambientales generados por cada una de las etapas de pre-construcción, construcción y cierre y abandono, para finalmente generar las propuestas para la mitigación y manejo de impactos.

Dentro del alcance del contrato en el cual se esepcifican los entregables, el numeral 2.20 Formulación del plan ambiental, menciona los insumos basicos que se deben presentar en caso de requerirse un Permiso de ocupacion de cauce POC. Para este sitio como no se involucran cauces, este requerimiento consecuentemente no alplica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Identificar y plantear medidas para la mitigación de impactos ambientales que pueden generarse por las obras de emergencia en el sitio de Intervención prioritaria en una zona inestable del Sector Catastral Arboleda sur - Localidad de Rafael Uribe en la ciudad de Bogotá D.C.

2.2 Objetivos específicos

Establecer la situación ambiental actual del área de influencia, mediante un análisis de sus características físicas, bióticas y socio-culturales (socio – económicas).

Identificar y evaluar los diferentes aspectos e impactos ambientales que se puedan derivar de la ejecución de las obras de emergencia planteadas en la zona de inestabilidad al interior del Sector Catastral Arboleda Sur.

Establecer las correspondientes medidas preventivas, correctivas o de compensación de los impactos socio-ambientales detectados durante la evaluación de impactos ambientales.

3 ALCANCE

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) comprende la identificación de las condiciones ambientales (bióticas, físicas y socio-económicas) previas a la realización a las obras de emergencia en el Sector Catastral Arboleda sur - Localidad de Rafael Uribe en la ciudad de Bogotá D.C., la caracterización de las etapas de la obra para la identificación y evaluación de los impactos y aspectos ambientales en cada una de estas y finalmente las propuestas para manejo y mitigación de impactos.

4 METODOLOGÍA

Las etapas metodológicas que permitan una adecuada obtención, evaluación y análisis de la información, con el fin de realizar propuestas de manejo concretas, materializables y prácticas se muestran en la **Figura 1**.



Figura 1 Metodologia para generacion de las propuetsas de manejo ambiental

5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 Localización

El sitio de estudio se localiza en el sector catastral Arboleda Sur Localidad de Rafael Uribe en Bogotá D.C., (**Figura 2**).











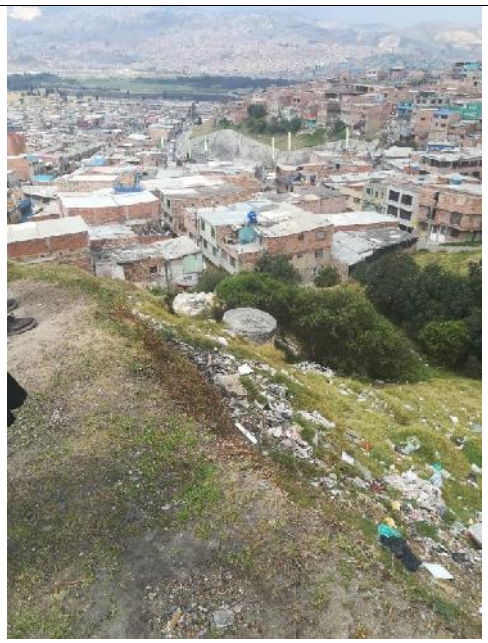


Figura 2 Registro fotográfico de la zona de estudio
Fuente: Autora

5.2 Especificaciones del proyecto

Las obras contempladas para el manejo de la inestabilidad en el Barrio Arboleda Sur Localidad de Rafael Uribe en Bogotá D.C., se dividen en 3 sectores, debido a la naturaleza de las fallas. Las obras a desarrollar en los sectores identificados dentro de la zona de estudio se relacionan a continuación:

- Sector I: Se desarrollarán actividades de perfilado y terraceo del talud con el fin de facilitar el manejo de la falla mediante gaviones de confinamiento y cortinas de micropilotes con un promedio de 15 m de profundo. Las aguas de zona se manejarán con zanjas de coronación y con estructuras para la disipación de energía. Sobre la superficie resultado del terraceo del talud se plantea empradización y revegetalización con flora nativa.

- Sector II: En este sector se contemplan actividades de obra relacionadas con recuperación y restablecimiento de vía, manejo del riesgo mediante obras de estabilidad, manejo de aguas mediante obras de drenaje y asignación de uso recreativo a la zona intervenida mediante un “parque” para la comunidad.

a. Obras de recuperación de la vía: Se plantea la recuperación del tramo de la vía ubicada dentro de la zona de estudio con los materiales actuales y mejora de las condiciones de amplitud.

b. Obras de estabilidad: Se desarrollarán actividades de perfilado y terraceo del talud con el fin de facilitar el manejo de la falla mediante un muro de confinamiento cerca a la vía recuperada, pantallas de concreto lanzado, cortinas de micropilotes y trinchos metálicos distribuidos en la zona de estudio identificada como sector II. Se contempla retirar el gavión que se encuentra dentro de la zona actualmente.

c. Obras de drenaje: Se contarán con zanjas de coronación y drenajes a dos aguas en los terraceos de talud realizados, esto se debe a la extensión de la zona. De igual forma, se plantearán drenajes contiguos a las vías y a las áreas de recreación que sean realizadas.

d. Obras para uso recreativo del sector: Dentro de la zona de estudio identificada como sector II se plantea la construcción de diferentes miradores sobre los espacios de terraceo del talud con determinación de pasos peatonales, zona de parque donde se contará con elementos de recreación para niños y una cancha en la parte baja y para el manejo del paisaje revegetalización y empradización de la zona.

- Sector III: Se realizará la reconstrucción del paso peatonal existente y se desarrollarán actividades de perfilado y terraceo del talud con el fin de facilitar el manejo de la falla mediante gaviones de confinamiento y cortinas de micropilotes con un promedio de 15 m de profundo. Las aguas de zona se manejarán con zanjas de coronación y con estructuras para la disipación de energía. Sobre la superficie resultado del terraceo del talud se plantea empradización y revegetalización con flora nativa.

5.2.1 Obras preliminares

Perfilado del talud: Su finalidad es configurar un talud de corte o de un terraplén para adaptarlo a las pendientes y alturas que los hacen estables, esta actividad permite borrar los surcos o las irregularidades que se presentan en un talud. Con el perfilado de un talud se disminuye el grado de la pendiente, se mejora su estabilidad y se adecua para el establecimiento de la vegetación. Estas prácticas son convenientes para realizar el ordenamiento de los taludes y adaptarlos al paisaje (**Figura 3**) (ESCOBAR & DUQUE ESCOBAR, 2017).



Figura 3 Perfilado
Fuente: (ESCOBAR & DUQUE ESCOBAR, 2017)

5.2.2 Obras de drenaje

Zanjas de coronación: Se construyen en la parte alta de las zonas de estudio para proteger los terrenos de las lluvias fuertes (Diaz, 1998), en primer lugar se realiza la excavación manual para emplazamiento del canal, posteriormente se instala la formaleta lateral en madera y por último se fundirá en el concreto en la base y en los laterales y hombros de la cuneta **Figura 4.**



Figura 4 Canales y/o Zanjas de coronación
Fuente: (Cooperación técnica Alemana, 2006)

Disipadores de energía: Estas estructuras son canales abiertos que se construyen desde la corona hasta el pie del talud o la ladera. Se diseñan con el objetivo de conducir las aguas de escorrentía que llegan de cunetas o canales interceptores, y su buen

funcionamiento depende de la correcta selección, combinación y ubicación de éstas (**Figura 5**). Entre las estructuras de vertimiento se tienen: el canal de rápidas escalonadas, el canal de rápidas lisas, y la combinación de rápidas lisas y rápidas escalonadas o de otras estructuras de vertimiento de aguas. Para el caso de estudio se emplearán disipadores de energía tipo escalonadas (FERNÁNDEZ, 2003).



Figura 5 Disipador de energía hidráulica. Fuente: Fernández, 2003

5.2.3 Obras de estabilidad

Trinchos Metálicos: Los trinchos metálicos se construirán en aquellas zonas donde se requiera de reconformación morfológica y sostenimiento de espesores de suelo pequeños. En primer lugar se hincaran los micropilotes metálicos a la profundidad de diseño, posteriormente se instalaran las varilla tensores y por último una malla galvanizada y un geotextil no tejido para contener el relleno (Diaz, 1998) (**Figura 6**).

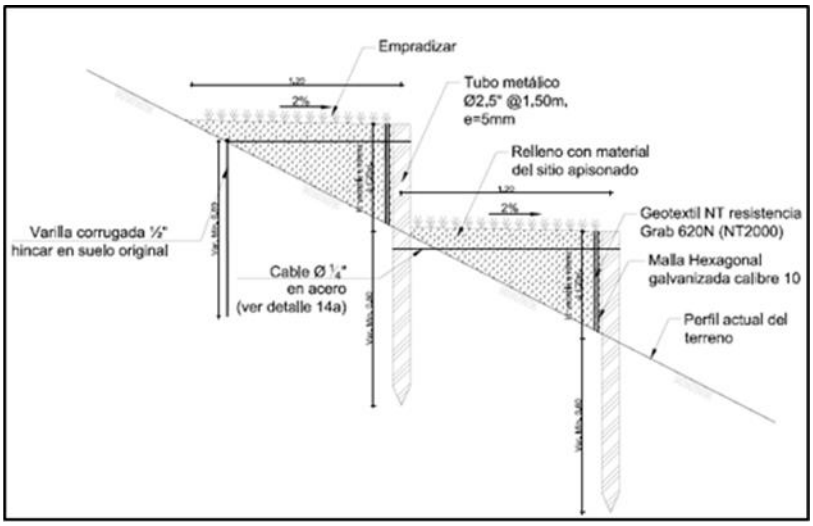


Figura 6 Trinchos metálicos
Fuente: (Diaz, 1998)

Pilotes y micropilotes: Son elementos de cimentaciones profundas, de sección circular y pequeño diámetro, de hasta 350 mm, con una alta capacidad portante a compresión, que transfieren las cargas al terreno en profundidad. De igual modo, los micropilotes pueden ser diseñados para soportar esfuerzos de flexión y cortante, e incluso de tracción (Gonzales, 2008). Se construirán en la berma más cercana al río arzobispo y aproximadamente en la mitad de la zona de inestabilidad. Se realizan mediante perforación destructiva con aire comprimido y martillo de fondo, con el uso de equipos de perforación pequeños. El diámetro de perforación será de 8" y se realizará en método de pre excavado hasta la profundidad de diseño, posteriormente se instalara de forma manual la tubería metálica o pilotes y se hincaran por golpeo (**Figura 7**).

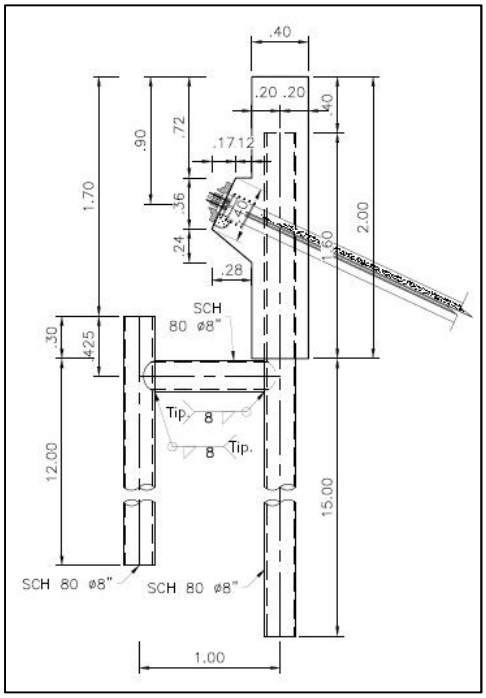


Figura 7 Proceso micropilotes
Fuente: (INDIGO CONSTRUCCIONES Ltda, 2012)

5.3 Etapas del proyecto

Esta fase comprende la identificación de todas las actividades que se llevan a cabo y todos los posibles efectos que se puedan desprender de las mismas. Esta identificación de actividades advierte las etapas con sus posibles subdivisiones, las etapas identificadas son:

Etapa de exploración
Etapa de pre-construcción

Etapa de construcción
Etapa de finalización

Cada una de las etapas genera una presión sobre el ambiente, por lo que se considera pertinente realizar la identificación de los aspectos e impactos ambientales de cada actividad a desarrollar para posteriormente realizar su evaluación. La identificación de actividades e impactos por etapas se muestra en la matriz de causas y efectos.

5.4 Matriz causas y efectos

Por medio de la matriz causas-efectos se identifican todos los posibles efectos que acarrea cada una de las actividades que se desarrollarían en cada etapa del proyecto. En la **Tabla 1** se muestra la relación entre las etapas, las actividades que la componen y todos los posibles efectos.

Tabla 1 Matriz causa-efecto

Etapas	Actividades	Efectos
Exploración	⁾ Estimación del personal requerido ⁾ Determinación de elementos y equipos a utilizar	**N/A**
Pre-construcción	⁾ Adecuación del terreno ⁾ Cerramiento provisional ⁾ Instalaciones temporales ⁾ Demarcación y señalización	⁾ Recolección y disposición de residuos sólidos ubicados en la zona. ⁾ Limpieza general de la zona ⁾ Cambio del paisaje ⁾ Compactación del suelo ⁾ Pérdida de cobertura vegetal ⁾ Generación de residuos sólidos ⁾ Generación de polvo atmosférico ⁾ Reducción de espacios recreativos ⁾ Pérdida de suelo y Materia orgánica ⁾ Pérdida de flora y fauna
Construcción de obras	⁾ Uso de máquinas ⁾ Instalación de servicios ⁾ Extracción de superficie ⁾ Movimiento de tierras ⁾ Reubicación de tierras ⁾ Transporte de materiales ⁾ Uso de camiones ⁾ Mano de obra	⁾ Cambio del paisaje ⁾ Compactación del suelo ⁾ Pérdida de cobertura vegetal ⁾ Pérdida de suelo y Materia orgánica ⁾ Pérdida de flora y fauna ⁾ Contaminación por hidrocarburos ⁾ Generación de material partículado resuspendido ⁾ Generación de ruido ⁾ Emisión de contaminantes atmosféricos ⁾ Generación de escombros

Etapas	Actividades	Efectos
		⁾ Generación de Residuos ⁾ Generación de empleo
Finalización de obra	⁾ Desmonte de maquinaria ⁾ Desmonte de campamento ⁾ Limpieza general ⁾ Restauración cobertura vegetal	⁾ Recuperación de cobertura vegetal ⁾ Revegetalización ⁾ Contaminación por hidrocarburos ⁾ Generación de polvo atmosférico ⁾ Generación de ruido ⁾ Generación de material partículado resuspendido ⁾ Generación de ruido ⁾ Emisión de contaminantes atmosféricos ⁾ Generación de Residuos ⁾ Generación de Residuos Peligrosos ⁾ Generación aguas residuales domésticas ⁾ Generación residuos sólidos orgánicos

Fuente: Autora

6 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO - LÍNEA BASE

El levantamiento de información con base al cual se construye la línea base, permite estimar las condiciones ambientales previas a la ejecución del proyecto. Por lo que se considera necesario identificar las condiciones actuales del componente social y cada uno de los componentes.

6.1 Medio abiótico

6.1.1 Suelos

Como es bien sabido, la formación de los suelos se da gracias los procesos de meteorización del material parental (geológico) presente en el área de estudio, la zona de estudio se localiza sobre la Formación Guaduas (Ktg), compuesta principalmente en la parte superior por arcillolitas con esporádicas intercalaciones de areniscas; parte intermedia areniscas con intercalaciones de arcillolitas; en la base arcillitas con intercalaciones delgadas de areniscas e importantes mantos de carbón (Secretaría de Cultura, Recreación y Deportes, 2008).

Por tanto, se puede decir que los suelos tienen características tales como: textura pesada, pegajoso cuando está húmedo y muy duro ante carencia de agua, mal drenaje, susceptibles a convertirse en impermeables, baja porosidad, alta capacidad de intercambio catiónico, baja estabilidad en pendiente y un alto grado de erosionabilidad (FAO, 2000). Cabe resaltar que en la zona de estudio hay un grave problema con la disposición de residuos y además, dado su antiguo uso como cantera, se presta para que las personas depositen los residuos al aire libre y por ende este lugar se convierta en un foco de acumulación de residuos, además, en la visita de campo realizada el día 28 de febrero del 2019 se confirmó que los suelos de la zona de estudio corresponden a rellenos que se utilizaron para la construcción de las viviendas en el barrio Arboleda Sur. Por lo anterior, se concluye que los suelos han sido altamente intervenidos por la actividad antrópica.

6.1.2 Hidrología

La zona de estudio se encuentra en Rafael Uribe, que a su vez está en la cuenca del río Tunjuelo. El río Tunjuelito nace en la Laguna de Chisacá y drena la superficie en sentido Sur-Noroeste, para desembocar luego en el río Bogotá. El río recibe ese nombre desde la confluencia del Chisacá y el Mugroso, que ocurre donde está hoy la represa La Regadera. La localidad se encuentra en la cuenca media urbana del río Tunjuelo, además la UPZ 54 Marruecos se encuentra en la microcuenca de la Quebrada Chiguazá. (Secretaria de ambiente, 2007)

La quebrada Chiguazá nace en el cerro de Zuque, ubicado en el páramo de la Tempestad de la localidad de San Cristóbal. En un principio se utilizaba para el suministro de agua para los habitantes de la cuenca y daba lugar a una laguna ubicada en el actual barrio Molinos II. Actualmente su cuenca posee una extensión de 1.794 hectáreas, de las cuales el 80% se encuentra urbanizado. (Consejo Local de Gestión de Riesgo y Cambio Climático- Rafael Uribe, 2017)

6.1.3 Clima

Los datos climáticos para la zona de estudio fueron tomados de la página de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la Secretaria De Ambiente, la estación escogida fue la del Tunal, dado que se encuentra a aproximadamente 3.2 Km de distancia. Se tomaron los datos correspondientes al último año calendario correspondiente desde enero 1 del 2018 hasta enero 1 del 2019 (**Tabla 2**).

Tabla 2 Variables climáticas de la estación Tunal

Variable	Valor promedio durante el último año
Temperatura	14.2 ºC
Precipitación	532.7 mm

Fuente: (Secretaria de Ambiente, 2019)

Con base en la información de la estación se evalúan las variables temperatura y precipitación y se realiza la clasificación climática según Caldas-Lang según la cual la zona de estudio posee clima **frio semi árido.**

6.1.4 Aire

Los parámetros medibles para la toma de decisiones respecto al elemento del aire son básicamente a los que se refiere la Resolución 2254 del 2017 “por la cual se adopta la norma de calidad del aire y otras disposiciones”. Los parámetros evaluables en este aspecto hacen referencia a los contaminantes criterio expuestos en esta norma. La información de estos contaminantes fue obtenida en la página de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la Secretaria De Ambiente, la estación escogida fue la de Tunal, dado que se encuentra a aproximadamente 3.2 Km de distancia (**Tabla 3** y **Tabla 4**).

Se tomaron los datos correspondientes al último año calendario correspondiente desde enero 1 del 2018 hasta enero 1 del 2019.

Tabla 3 Concentración de contaminantes durante el último año en la estación del Tunal

Contaminante Criterio	Promedio durante el último año (µg/m³)	Límite máximo permisible Anual resolución 2254/2017 (µg/m³)	Cumplimiento
PM_{10}	39.3	50	Cumple
$PM_{2.5}$	20.7	25	Cumple

Fuente: (Secretaria De Ambiente, 2019)

Tabla 4 Concentración de contaminantes durante el último año en la estación San Cristóbal

Contaminante Criterio	Promedio durante el último año (µg/m³)	Límite máximo permisible Anual resolución 2254/2017 (µg/m³)	Cumplimiento
PM_{10}	37.8	50	Cumple
$PM_{2.5}$	19.7	25	Cumple

Fuente: (Secretaria De Ambiente, 2019)

6.1.5 Ruido

La UPZ 54 Marruecos según la Resolución 228 del 2015 hace parte de la zona urbana de la ciudad, además el sitio de estudio se caracteriza por ser una zona residencial, por tanto, se tiene la clasificación de ruido ambiental, según la Resolución 627 del 2006, se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5 Estándares de Ruido Ambiental para el sitio de estudio según la Resolución 627 del 2006 del MAVT

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55

Fuente: Resolución 627 de 2006

6.2 Medio Biótico

6.2.1 Zonas de vida

Las zonas de vida se obtienen mediante la interrelación de la temperatura y la

precipitación utilizando el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (**Figura 8**).

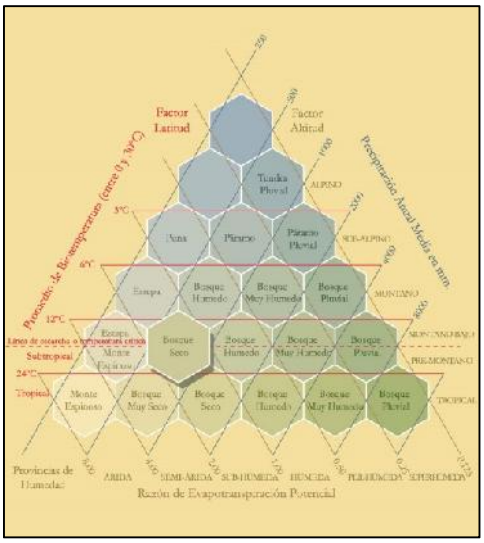


Figura 8 Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.
Fuente: IDEAM

Realizando la interrelación la zona de estudio se encuentra en **Bosque seco montano bajo**.

6.2.2 Flora

La flora de la zona a través de los años ha sido reemplazada por diversas actividades económicas y por construcciones habitacionales o dotacionales, sin embargo, en zonas de la localidad que comparten la misma zona de vida según la clasificación de Holdridge, actualmente La composición florística de esta zona se caracteriza por el desarrollo de especies como: Lacre (Vismia guianensis), Tinto (Cestrum tinctorum), Chilco colorado (Escallonia paniculada), Alcaparro arbustivo (Senna viarum), Hayuelo (Dodonea viscosa), Espino (Duranta mutissi), Nogal (Juglans neotropica), Acacia japonesa (Acacia melanoxylon), Ciprés (Cupresuss lusitanica), Eucalipto (Eucalyptus globulus) y Pino monterrey (Pinus radiata).

En la **Tabla 6** se relacionan las especies nativas y las especies introducidas que fueron encontradas en esta zona de vida.

Tabla 6 Especies nativas e introducidas encontradas en la zona.

Especie nativa	Especie introducida
Lacre (Vismia guianensis)	Eucalipto (Eucalyptus globulus)
Chilco colorado (Escallonia paniculada)	Tinto (Cestrum tinctorum)*

Especie nativa	Especie introducida
Alcaparro arbustivo (Senna viarum)	Hayuelo (Dodonea viscosa)
Nogal (Juglans neotropica)	Acacia japonesa (Acacia melanoxylon)
Espino (Duranta mutissi)	Ciprés (Cupresuss lusitánica)*
	Pino monterrey (Pinus radiata)

*Las especies introducidas que se diferencian del resto, tienen un comportamiento no invasor en la capital, además son usados en el arbolado urbano de la ciudad.
Fuente: (UT RESTAURAR, 2003)

Además de las especies vegetales descritas anteriormente, según (Guzman Gonzalez, 1996) la continua intervención humana ha modificado profundamente la vegetación original y posiblemente muchas especies vegetales nativas desaparecieron (**Tabla 7**), por lo que se considera importante tenerlas pendientes para posibles revegetalizacion.

Tabla 7 Especies comunes del bosque seco montano bajo.

Nombre científico	Nombre común
Baccharis sp.	Chilco
Barnadesia espinosa	Espino
Croton sp.	Drago
Cordia acuta	Salvio
Duranta mutisii	Espino
Escallonia sp.	Tibar
Polvmnia piramidalis	Arboloco
Oreopanax sp.	Mano de oso
Prunus capuli	Cerezo
Schinus molle	Falso pimiento
Tara spinosa	Dividivi

Fuente: (Guzman Gonzalez, 1996)

Las formaciones vegetales características de esta zona de vida se distribuyen espacialmente de forma uniforme, sin embargo, en la zona de estudio se encontraron individuos vegetales plantados en el talud como se evidencia en la **Figura 9**.



Figura 9 Individuos vegetales en la zona de estudio.

6.2.3 Fauna

Asociado a la flora de la zona, se encuentran la fauna silvestre, recursos que se encuentran en estrecha relación, puesto que la existencia de especies faunísticas depende en buena medida de la presencia de la flora nativa, por constituir el hábitat propicio para la perpetuación de la biodiversidad animal. Dado el acelerado deterioro del área rural manifestado por la presión antrópica, se ha constituido en un proceso que ha patrocinado el desplazamiento y el ahuyentamiento de los animales que poblaron la zona, a otros lugares con mayor altitud o a espacios reducidos.

6.3 Medio sociocultural

6.3.1 Demografía

El barrio Arboleda Sur, se encuentra ubicado en la UPZ 54 Marruecos, a su vez, esta UPZ está ubicada en el costado sur occidental de la localidad, tiene una extensión de 1342 hectáreas, de las cuales el 6,8% (88,8 ha.) son zonas protegidas; el 97,6% es considerado área urbana; el 59,08%, está amanzanada; y el 2,4%, área por desarrollar, que son terrenos no urbanizados. Limita al norte con la localidad de Antonio Nariño en la avenida primera de mayo, al oriente, con la localidad de San Cristóbal, por el costado occidental, con la Localidad de Tunjuelito por la Avenida 27 sur y la Transversal 33; por el costado sur, por la vía a Usme, y por el costado suroccidental, con Tunjuelito, por la Diagonal 46 sur y la calle 50 D sur (Alcaldía local de Rafael Uribe, 2008).

La población de la Localidad de Usme para 2017 fue de 350.96 personas, de las cuales 175.985 (50,4%) corresponden a mujeres y 173.961 (49,6%) corresponden a hombres,

según las proyecciones de población del Censo General 2005. Según lo expuesto por la Veeduría Distrital (2017), el porcentaje de población de Usme que vivía en la UPZ 54 Marruecos era de aproximadamente 26.14% es decir, 91.749 personas (Alcaldía local de Rafael Uribe, 2008).

En la relación de hombre mujer para el año 2015, se observó que por cada cien mujeres hay 98 hombres. Con respecto al Índice de infancia, se puede decir que en el año 2015 el 4.6% del total de la población de la localidad son personas de 0 a 14 años de edad. La estimación del Índice de juventud para el año 2017 indica que el 25.6% del total de la población de la localidad son personas de 15 a 29 años de edad. En cuanto al Índice de vejez, el 4.3% de la población total de la localidad para el año 2017 son personas de 65 y más años. (Secretaria Distrital de Integración Social, 2017)

6.3.2 Nivel de vida

La UPZ 54 Marruecos es de clasificación unidades tipo 1, residencial de urbanización incompleta, es decir, son sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.

6.3.3 Infraestructura física y servicios

En la infraestructura física se encuentran los equipamientos que son el conjunto de espacios y edificios destinados a proveer a los ciudadanos del Distrito Capital de los servicios sociales de cultura, seguridad y justicia, comunales, educación, salud, culto, deportivos, recreativos y de bienestar social, para mejorar los índices de seguridad humana a las distintas escalas de atención, en la perspectiva de consolidar la ciudad como centro de una red regional de ciudades, buscando desconcentrar servicios que pueden ser prestados a menores costos en las otras ciudades de la región. En la UPZ existen 58 equipamientos, de los cuales 32 corresponden a educación, 10 a bienestar social (como jardines infantiles y hogares de bienestar), 3 a salud, 14 a cultura (casi siempre son salones comunales), sin embargo, en la visita de campo realizada se evidenció que en el sector catastral de arboleda sur tienen 1 salón comunal (Alcaldía local de Rafael Uribe, 2008).

Por otra parte, los servicios públicos domiciliarios en la UPZ 54 Marruecos cuenta con cubrimiento casi total. La red de alcantarillado se evidenció en la visita de campo y atraviesa el área de influencia del proyecto, y por último el cubrimiento de la red eléctrica en la UPZ es total. Además, en la infraestructura cercana al proyecto se encuentra la vía de acceso que está pavimentada (Consejo Local de Gestión de Riesgo y Cambio Climático- Rafael Uribe, 2017).

6.3.4 Organización comunitaria y ámbitos de participación

La JAC del barrio Arboleda Sur, encuentra en la CLL 48 J BIS SUR 11 03. Por otra parte, cabe resaltar que en la UPZ se encuentran oficinas de la fiscalía, estaciones de policía, comedores comunitarios, oficina de la defensoría del pueblo y demás organismos de control.

7 MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

7.1 Marco legal ambiental

El marco legal ambiental, en marca la legislación ambiental que abarca la normatividad ambiental vigente en todos los aspectos que puedan estar relacionados con el desarrollo de obras de construcción como se presenta en la **Tabla 8**.

Tabla 8 Normatividad ambiental aplicable

NORMA	DISPOSICIÓN
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 948 de 1995	Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
Resolución 2254 de 2017	"Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones"
Decreto 3930 de 2010	Disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente algunos artículos del Decreto 3930 de 2010
Resolución 3956 de 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el Distrito Capital.
Resolución 3957 de 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.
Decreto 1541 de 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3695 de 2009	Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1115 de 2012	Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.

NORMA	DISPOSICIÓN
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo
Resolución 2400 de 1979.	Por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
Norma técnica Colombiana NTC 1461	Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad.
Resolución 1050 de 2004	En el cual se establece manual de señalización vial.

Fuente: Autora

7.2 Evaluación de aspectos e impactos ambientales

El análisis detallado de las actividades del proyecto y la interacción con los componentes ambientales (físico, biótico y socioeconómico), permitió identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del proyecto en las etapas de Pre-construcción, construcción y cierra y abandono.

La evaluación ambiental se realizó a través de una matriz de evaluación de aspectos e impactos ambientales, donde se identificaron las actividades de pre- construcción, construcción y cierre y abandono con su respectivo aspecto e impacto. Para la valoración de los impactos ambientales se empleó la metodología desarrollada por Jorge Arboleda, ya que es una de las más completas y usadas en Colombia.

De acuerdo con esta metodología la calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales y está definida por la siguiente ecuación:

$$Ca = C\ (P*((a*\ E*M) + (b*Du))$$

El índice denominado **Calificación Ambiental (Ca)**, se obtiene a partir de cinco criterios o factores característicos de cada impacto, los cuales se explican a continuación y se presentan con su posible calificaicon en la **Tabla 9**:

Carácter de efecto (C). Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser positiva (+) o negativa (-) dependiendo si se mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

Presencia (P). Como no se tiene certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, se expresa

entonces como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia.

Desarrollo del efecto (E). Califica la velocidad de acuerdo al tiempo del proceso o aparición del impacto desde que se inicia hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.

Magnitud (M). Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por la actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta, cuantificados o referidos se transforman en términos de magnitud relativa, que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto.

Duración (Du). Califica el periodo de existencia del impacto y sus consecuencias desde que se manifiesta, se expresan en función del tiempo que permanece el impacto.

Donde a y b son factores que dependen de la importancia que se dé al desarrollo (a) o duración y magnitud (b) del proyecto.

Constantes de ponderación: Mediante análisis de sensibilidad se determinó que estas contantes permiten equilibrar la ecuación, por lo cual se asigna un valor de a= 7 y b=3.

La calificación ambiental (Ca): Este índice final califica numéricamente entre 0 y 10, el rango respectivo de la consecuencia del impacto ambiental sobre la calidad biofísica, socioeconómica del medio ambiente. (Arboleda, 2008)

Tabla 9 Criterios de evaluación ambiental

CRITERIO	RANGO	VALOR
CLASE	Positivo (+) Negativo (-)	
PRESENCIA	Cierta Muy probable Probable Poco probable No probable	1,0 0,7 < 0,99 0,3 < 0,69 0,1 < 0,29 0,0 < 0,09
DURACION	Muy larga o permanente: Si es > de 10 años Larga: Si es > de 7años Media: Si es > de 4 años Corta: Si es > de 1 año Muy corta: Si es < de 1 año	1,0 0,7 < 0,99 0,4 < 0,69 0,1 < 0,39 0,0 < 0,09
DESARROLLO DEL EFECTO	Muy rápida: Si es < de 1 mes Rápida: Si es < de 12 meses Media: Si es < de 18 meses Lenta: Si es < de 24 meses Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,8 ≤ 1,0 0,6 < 0,79 0,4 < 0,59 0,2 < 0,39 0,0 < 0,19

CRITERIO	RANGO	VALOR
MAGNITUD	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	0,8 ≤ 1,0 0,6 < 0,79 0,4 < 0,59 0,2 < 0,39 0,0 < 0,19
IMPORTANCIA AMBIENTAL	Muy alta: Si Ca varía entre Alta: Si Ca varía entre Media: Si Ca varía entre Baja: Si Ca varía entre Muy baja: Si Ca varía entre	8 ≤ 10 6 < 7,9 4 < 5,9 2 < 3,9 0 < 1,9
CONSTANTES DE PONDERACION		a=7,0 b=3,0

Fuente: Manual para la evaluacion de impacto ambienmtal de proyectos, obras o actividades.

Dentro de la matriz los diferentes impactos se podrán visualizar mediante la calificación de la importancia ambiental, como también por la asignación de los colores que se presentan en la **Tabla 10**.

Tabla 10 Asignación de colores por impacto

Color	Clasificación
	Alto
	Medio
	Bajo
	Muy Bajo
	Positivo

Fuente: Autora

En la **Tabla 11** se evidencian los impactos ambientales con los que cuenta el proyecto, de igual forma se exaltan aquellos con mayor impacto y los reiterativos con el fin de realizar la mitigación de impactos.

Tabla 11 Matriz de impactos y aspectos ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN						ESCALA
				C	P	E	M	Du	Ca	
PRE-CONSTRUCCIÓN	Adecuación del terreno (Localización y replanteo)	Generación de residuos solidos	Contaminación del suelo	-1	1	1	0,7	0,1	-5,2	Medio
		Perdida de cobertura vegetal								
		Emisión material particulado	Contaminación atmosférica	-1	1	1	0,3	0,1	-2,4	Bajo
	Cerramiento Provisional	Generación de ruido	Alteración espacio publico	-1	1	0,8	0,5	0,1	-3,1	Bajo
	Instalaciones temporales (Campamentos)	Ocupación espacio publico	Transformación en dinámica local	-1	1	1	0,7	0,1	-5,2	Medio
		Generación de residuos solidos	Contaminación del suelo	-1	1	1	0,7	0,1	-5,2	Medio
			Contaminación atmosférica	-1	1	1	0,5	0,1	-3,8	Bajo
	Demarcación y señalizaciones	Información a la comunidad	Disminución de los impactos a la comunidad	1	1	1	0,8	0,3	6,5	Positivo
			Contaminación visual	-1	1	1	0,2	0,3	-2,3	Bajo
	Selección y contratación de mano de obra	Beneficios sociales	Generación de empleo	1	1	1	0,8	0,3	6,5	Positivo
CONSTRUCCIÓN	Perfilados / terraceos	Contaminación por hidrocarburos	Contaminación del suelo	-1	0,3	0,4	0,8	0,3	-0,942	Muy bajo
		Remoción de cobertura vegetal	Cambio del paisaje	-1	1	1	1	0,3	-7,9	Alto
			Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	1	1	1	0,6	1	7,2	Positivo
		Remoción de tierra	Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	1	1	1	0,6	1	7,2	Positivo
			Retiro de escombros de la zona	1	1	0,7	1	1	7,9	Positivo
			Contaminación del suelo	-1	0,2	0,6	0,6	0,3	-0,684	Muy bajo
		Cambio de la topografía	Cambio del paisaje	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN						ESCALA
				C	P	E	M	Du	Ca	
		Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación atmosférica	-1	0,4	0,6	0,6	0,3	-1,368	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,6	0,7	0,39	-4,11	Medio
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,4	0,6	0,6	0,3	-1,368	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,6	0,7	0,39	-4,11	Medio
		Emisiones de partículas	Contaminación atmosférica	-1	0,8	0,8	0,7	0,3	-3,856	Bajo
		Generación de ruido	Contaminación atmosférica	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
			Transformación en dinámica local	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
		Generación de aguas residuales domésticas	Contaminación del agua	-1	1	0,7	0,2	0,3	-1,88	Muy bajo
		Beneficios sociales	Generación de empleo	1	1	1	1	0,3	7,9	Positivo
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-1	1	1	0,2	0,3	-2,3	Bajo
	Reconstrucción de vías	Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación atmosférica	-1	0,4	0,6	0,6	0,3	-1,368	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,6	0,7	0,39	-4,11	Medio
		Compactación del terreno	Compactación del suelo	-1	1	0,6	0,3	1	-4,26	Medio
		Recuperación infraestructura vial	Cambio del paisaje	1	1	0,6	0,7	1	5,94	Positivo
			Renovación de la infraestructura vial	1	1	0,6	0,7	1	5,94	Positivo
			Transformación de la dinamica social	1	1	0,6	0,7	1	5,94	Positivo
	Construcción obras de drenaje (zanjas de coronación y disipadores de energía)	Remoción e incorporación de tierra	Cambio del paisaje	1	1	0,7	1	1	7,9	Positivo
			Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	-1	1	0,7	0,4	1	-4,96	Medio
		Cambio de infiltración al suelo	Reducción de erosión por escorrentía	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
			Mitigación del riesgo	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN						ESCALA
				C	P	E	M	Du	Ca	
		Cambio de la topografía	Cambio del paisaje	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
	Construcción (Gaviones de confinamiento)	Remoción de tierra	Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	1	1	1	0,6	1	7,2	Positivo
			Contaminación del suelo	-1	0,2	0,6	0,6	0,3	-0,684	Muy bajo
		Contención de taludes	Cambio de morfodinámicas	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
			Mitigación del riesgo	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
		Cambio de la topografía	Cambio del paisaje	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
	Perforación	Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación del suelo	-1	1	0,5	1	0,6	-5,3	Medio
			Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,5	0,3	-1,325	Muy bajo
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,5	0,3	-1,325	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,5	0,5	0,3	-2,65	Bajo
		Contaminación por hidrocarburos	Contaminación del suelo	-1	0,3	0,5	0,7	0,3	-1,005	Muy bajo
		Cambio de condiciones geomorfológicas del suelo	Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	-1	1	0,5	0,5	1	-4,75	Medio
		Generación de ruido	Contaminación atmosférica	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
			Transformación en dinámica local	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
	Construcción (Trinchos y micropilotes)	Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación del suelo	-1	1	0,5	1	0,6	-5,3	Medio
			Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,5	0,3	-1,325	Muy bajo
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,5	0,3	-1,325	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,5	0,5	0,3	-2,65	Bajo
		Remoción e incorporación de tierra	Cambio del paisaje	1	1	0,7	1	1	7,9	Positivo
			Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	-1	1	0,7	0,4	1	-4,96	Medio

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN						ESCALA
				C	P	E	M	Du	Ca	
		Beneficios sociales	Mitigación de riesgo	1	1	1	0,7	0,3	5,8	Positivo
			Generación de empleo	1	1	1	0,7	0,3	5,8	Positivo
		Cambio de la topografía	Cambio del paisaje	1	1	0,7	1	1	7,9	Positivo
		Contaminación por hidrocarburos	Contaminación del suelo	-1	0,3	0,7	0,4	0,3	-0,858	Muy bajo
		Cambio de condiciones geomorfológicas del suelo	Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
		Generación de ruido	Contaminación atmosférica	-1	0,3	0,5	0,8	0,39	-1,191	Muy bajo
			Transformación en dinámica local	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
	Construcción de zonas recreativas	Remoción e incorporación de tierra	Cambio del paisaje	1	1	0,7	1	1	7,9	Positivo
			Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	-1	1	0,7	0,4	1	-4,96	Medio
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,5	0,3	-1,325	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	1	0,5	0,5	0,3	-2,65	Bajo
		Beneficios sociales	Generación de empleo	1	1	1	0,7	0,3	5,8	Positivo
			Cambio de la dinámica social	1	1	1	0,7	1	7,9	Positivo
			Creación de zonas recreativas	1	1	1	0,7	1	7,9	Positivo
	Construcción (Concreto lanzado)	Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación del suelo	-1	0,9	0,5	0,7	0,3	-3,015	Bajo
			Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,2	0,3	-0,8	Muy bajo
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,5	0,5	0,2	0,3	-0,8	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	0,9	0,5	0,7	0,3	-3,015	Bajo
		Beneficios sociales	Mitigación de riesgo	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
			Generación de empleo	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo

ETAPA	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	VALORACIÓN						ESCALA
				C	P	E	M	Du	Ca	
		Contaminación por hidrocarburos	Contaminación del suelo	-1	0,3	1	0,3	0,39	-0,981	Muy bajo
		Cambio de condiciones geomorfológicas del suelo	Modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo	1	1	1	0,6	1	7,2	Positivo
		Generación de ruido	Contaminación atmosférica	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
			Transformación en dinámica local	-1	1	1	0,8	0,39	-6,77	Alto
FINALIZACIÓN DE OBRA	Limpieza general	Generación de residuos de construcción y demolición	Contaminación del suelo	-1	0,7	0,5	0,5	0,1	-1,435	Muy bajo
			Contaminación atmosférica	-1	0,3	0,5	0,2	0,1	-0,3	Muy bajo
		Generación de residuos sólidos	Contaminación atmosférica	-1	0,3	0,5	0,2	0,1	-0,3	Muy bajo
			Contaminación del suelo	-1	0,7	0,5	0,5	0,1	-1,435	Muy bajo
	Desmonte de campamento	Recuepración de espacios públicos	Recuperación de la dinámica social	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo
	Restauración de cobertura vegetal	Restauración de cobertura vegetal	Recuperación del paisaje	1	1	0,5	1	1	6,5	Positivo

Fuente: autora

Dentro de los trabajos a desarrollar dentro de Arboleda Sur se identifican como impactos de clasificación ALTA principalmente todos los relacionados a la alteración y transformación de la dinámica de la local por efectos de emisión de Ruido por fuentes móviles o por fuentes y/o trabajos difusos como los generados por la maquinaria. Este impacto cuanta con esta clasificación principalmente porque el área circundante es residencial y por tal motivo los niveles de ruido residual o ruido de fondo no tienen grandes aportes. Sin embargo, se considera pertinente resaltar la presencia de la cantera y de los aportes en emisión de ruido que ellos generan.

De igual forma, otro de los impactos con clasificación ALTA es el cambio del paisaje. El paisaje en la zona de estudio cuenta con variables que llevan los trabajos en la

zona desde impactos positivos, por la limpieza y recolección de los residuos sólidos ordinarios y los residuos de construcción y demolición presentes en la zona, sin embargo, el impacto negativo está altamente relacionado con la remoción de cobertura vegetal, ya que se inventariaron alrededor de 250 individuos arbóreos y se sugiere realizar la tala de aproximadamente 150.

Por otro lado, la realización del proyecto en la zona de estudio cuenta con un número importante de impactos positivos dentro de los se encuentra generación de empleo, mitigación del riesgo, reducción de erosión del suelo por escorrentía, cambio en el paisaje, creación de zonas recreativas, etc. Al ser el entorno y el área de estudio un espacio que ha sido tan afectado por diferentes actividades antrópicas, la intervención para la mitigación del riesgo abre la oportunidad para que el proyecto sea generador de espacios de encuentro de la comunidad, recuperación de los ecosistemas nativos y el fortalecimiento y mejoramiento de la dinámica social.

8 FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental en función del correcto desarrollo del proyecto tiene como fin establecer las medidas pertinentes para controlar, mitigar, prevenir y compensar los impactos generados en su ejecución. El plan contiene 10 programas de Manejo Ambiental, cada uno con su ficha, la cual contiene, objetivos, impactos a controlar, actividades que generan dichos impactos, tipos de medida, medidas de manejo, presupuesto, indicadores y responsables. Los 10 programas se listan a continuación:

Ficha 1: Programa de manejo de residuos (RCD, sólidos, peligrosos) **Tabla 12**.
Ficha 2: Programa de manejo de aguas residuales domésticas y de escorrentía. **Tabla 13**
Ficha 3: Programa de manejo eficiente y ahorro del agua. **Tabla 14**
Ficha 4: Programa de manejo adecuado de la vegetación y el paisaje. **Tabla 15**
Ficha 5: Programa de manejo de flora. **Tabla 16**
Ficha 6: Programa de manejo de suelo y control de erosión. **Tabla 17**
Ficha 7: Programa de manejo de materiales e insumos de construcción **Tabla 18**
Ficha 8: Programa de manejo de emisiones atmosféricas. **Tabla 19**
Ficha 9: Programa de manejo de maquinaria y equipos. **Tabla 20**
Ficha 10: Programa de señalización **Tabla 21**

Tabla 12 Ficha 1 – Manejo de residuos (RCD, Solidos, Peligrosos)

8.1 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS (RCD, SÓLIDOS, PELIGROSOS								**FICHA 1**
COMPONENTE RESIDUOS								
OBJETIVOS								
Establecer los lineamientos y condiciones que se aplicarán para la gestión de los residuos de construcción y demolición, sólidos y peligrosos.								
ETAPA								
Pre-construcción, construcción y cierre y abandono								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Adecuación del terreno, cerramiento provisional, instalaciones temporales, demarcación y señalización, excavación, perforación, construcción, limpieza general, desmonte de campamento.				Contaminación del suelo, contaminación atmosférica, alteración del espacio público, transformación en la dinámica local, contaminación visual, cambio del paisaje, modificaciones geomorfológicas del suelo y el subsuelo, contaminación del agua.				
Control	X	**Prevención**	X	**Mitigación**		**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República. Decreto 948 de 1995. Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 586 de 2015. Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 4741 de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1713 de 2002. Ministerio de Desarrollo Económico. Decreto 1609 de 2002. Ministerio de Transporte. Resolución 541 de 1994. Ministerio de Medio Ambiente. Resolución 1115 de 2012. Secretaría Distrital de Ambiente. Resolución 932 de 2015. Secretaría Distrital de Ambiente.								
MEDIDAS DE MANEJO								
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:								
Separación y clasificación: después de generados los residuos de excavación, el contratista deberá separarlos y clasificarlos con el objetivo de dar uso al material que se encuentre en óptimas condiciones técnicas y el residuo sobrante deberá ser transportado y dispuesto en una escombrera certificada por el Distrito Capital.								

Acopio temporal: adecuación de un sitio de almacenamiento temporal de los RCD, delimitado por canales, con el fin de controlar sedimentos. El sitio debe contar con las medidas de seguridad industrial y contar con la señalización respectiva. Los materiales que se encuentren dispuestos para recuperación deben estar protegidos mediante plásticos, lonas o impermeables, con el fin de generar un aislamiento efectivo del medio físico. El uso de zonas verdes para el acopio temporal se encuentra prohibido, exceptuando el caso en que dichas zonas se encuentren destinadas a ser intervenidas durante la ejecución del proyecto. Se prohíbe disponer de los RCD en zonas verdes, quebradas, humedales, cuencas, terrenos baldíos o cualquier lugar no certificado.

Aprovechamiento: El material de excavación generado en la obra debe utilizarse como insumo para generar la mezcla que contienen los sacos del canal suelo-cemento. El suelo orgánico que sobre de esta actividad, debe utilizarse en las zonas erosionadas del talud y en caso de que no se logre utilizar todo el material de excavación, debe ser dispuesto en escombreras certificadas siguiendo los lineamientos de la resolución 1115 de 2012.

Transporte y disposición: Los vehículos que realicen el transporte deben contar con el PIN ambiental de la SDA. La disposición de los RCD debe realizarse en lugares certificados por la SDA (escombrera).

Reportes: Se deberá enviar dentro de los informes de ejecución de la obra, el reporte de los RCD generados, reciclados y/o dispuestos en el lugar permitido, el cual deberá estar acorde con lo reportado a la SDA mediante el PIN ambiental.

RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS Y RECICLABLES:

Separación y clasificación: se debe disponer de recipientes (canecas de 55 galones) para realizar la clasificación de residuos, estas deben estar etiquetadas, una como "reciclables" y la otra como "ordinarios".

Acopio temporal: el sitio de acopio temporal es el seleccionado en el PG-RCD, no se deben sobrecargar las canecas con residuos.

Transporte y disposición: identificar a personas o empresas que reciban materiales para reciclaje, las cuales se encargan de recolección periódica, transporte y transformación.

RESIDUOS PELIGROSOS

Separación y clasificación: si se genera cualquier tipo de residuo peligroso en la ejecución de las obras del proyecto (lubricantes, aceites, combustibles, sustancias químicas, etc.), se debe separa de los demás residuos para evitar que se contaminen.

Acopio temporal: el sitio de acopio temporal es el seleccionado en el PG-RCD- Las canecas deben encontrarse rotuladas y deben encontrarse tapadas.

Transporte y disposición: identificar a empresas con permisos para transporte de sustancias peligrosas, tratar los residuos en industrias con licencias ambientales o disponer los residuos en celdas de seguridad.

RECOMENDACIONES GENERALES

Realizar la capacitación del personal que participe en el proyecto, sobre el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental.

Diariamente se debe diligencia una **planilla de registro** que muestre las entradas (insumos) o salidas (escombros) de material de obra la cual incluya placa del vehículo, fecha del viaje, firma del responsable de obra, firma del transportador y volumen de material transportado.

Se debe disponer de una **brigada de limpieza** la cual se encargará del mantenimiento de la vías y zonas peatonales que se encuentran en la zona de influencia directa o indirecta del proyecto, dicha actividad se debe realizar al menos una vez al día.

Una vez se finalice la obra, se deberá **recuperar y restaurar el espacio público afectado.**

PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN

ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Acondicionamiento sitio de disposición de RCD (canales, señalización, lonas, plásticos, etc.)	Global	$ 500.000	1	$ 500.000
Acondicionamiento sitio de disposición de residuos sólidos (canecas de 55 galones rotuladas)	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Acondicionamiento sitio de disposición de residuos peligrosos (canecas de 55 galones rotuladas)	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Transporte y disposición de residuos peligrosos por empresa certificada	Kilo	$ 1.500	50	$ 75.000
Mano de obra para la limpieza diaria del área de influencia directa o indirecta del proyecto.	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Recuperación y restauración del espacio público afectado	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 500.000	1	$ 500.000
		TOTAL		**$ 1.875.000**

Nota: el costo de la disposición de los RCD está incluido en el presupuesto del PGRCD

INDICADORES

Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Volumen de material de excavación reutilizado/volumen total de material de excavación generado)*100	Mensual	Formatos de inspección y registros fotográficos	Excelente=70-100% Bueno=40-69% Deficiente=menor a 39%
(Volumen de material de excavación transportado/ Volumen de material de excavación dispuesto en escombrera	Mensual	Formatos de inspección, certificados de disposición final y registros fotográficos	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%

certificada)*100			

RESPONSABLES
1. Contratista de obra 2. Interventoría de obra 3. Residentes ambientales

Tabla 13 Ficha 2 – Manejo de aguas residuales domesticas y escorrentia.

8.2 PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y DE ESCORRENTÍA							**FICHA 2**
COMPONENTE AGUA							
OBJETIVOS							
Minimizar la contaminación de fuentes hídricas por vertimientos de aguas residuales domésticas generadas en la obra.							
ETAPA							
Construcción y cierre y abandono.							
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**			
Generación de aguas residuales domésticas, limpieza final.				Contaminación del agua superficial, afectación a cuerpo de agua, cambio en características del suelo, contaminación visual del área.			
Control	X	**Prevención**	X	**Mitigación**	X	**Compensación**	
LEGISLACIÓN APLICABLE							
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República. Decreto 1594 de 1984. Presidencia de la República. Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 3930 de 2010. Presidencia de la República. Decreto 1609 de 2002. Ministerio de Transporte. Resolución 631 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Acuerdo 347 de 2008. Concejo de Bogotá.							
MEDIDAS DE MANEJO							
AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AGUAS NEGRAS)							
Está totalmente prohibido el vertimiento de aguas residuales domésticas a las calles o fuentes superficiales cercanas. Las aguas residuales domésticas generadas en la obra corresponden a las aguas negras de los baños. Sin embargo, para no generar una carga sobre cuerpos de agua o sistema de alcantarillado municipal, se deben instalar **servicios sanitarios portátiles** (1 unidad por cada 15 trabajadores). El manejo de los residuos almacenados en los compartimientos de los baños portátiles, estará a cargo de la empresa especializada que los suministre, este debe realizar al menos dos (2) mantenimientos semanales a las unidades sanitarias en uso y se encargará de los residuos generados. Por ende, no existirán vertimientos de aguas negras.							
AGUAS DE ESCORRENTÍA							
Se deberán implementar las medidas con el fin de garantizar que los sedimentos provenientes de las actividades ejecutadas en la obra no tengan como receptor final la red de alcantarillado público o fuentes hídricas.							

Los **pozos de inspecciones, canales y/o sumideros** presentes en la zona de influencia deben ser cubiertos mediante la colocación de tablones de igual tamaño, este aislamiento debe ser inventariado y revisado a diario para garantizar su estado.

El almacenamiento de materiales o insumo de obra debe ser lo más retirado posible de la red de alcantarillado público

Para el manejo de agua de escorrentía en el transcurso de la etapa de construcción se realizará la **construcción de canales perimetrales en concreto** (zanjas de coronación) y una vez se encuentren en funcionamiento estos canales se llevarán a cabo las demás actividades de obra en la zona.

RECOMENDACIONES GENERALES

Se deben tener en cuenta las siguientes medidas para los frentes de obra:

*El lavado y mantenimiento de vehículos debe realizarse en los lugares destinados para tal fin

*Aceites y lubricantes usados no pueden disponerse en cuerpos de agua, acopiarse como residuos peligrosos

*En dado caso de presentar derrames se recogerán inmediatamente.

PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN

ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Alquiler y mantenimiento de servicios sanitarios portátiles (mensual)	Global	$1.200.000	2	$ 2.400.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 300.000	1	$ 300.000
		TOTAL		**$ 2.700.000**

Nota: el costo de la construcción de las zanjas de coronación y mejoramiento de los canales existentes se incluyen en el presupuesto general de la obra.

INDICADORES

Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Nº de baños portátiles instalados en frentes de obra/ Nº de baños requeridos en frente de obra)*100	Semanal	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº de Mantenimientos de baños portátiles ejecutados/Nº de mantenimientos programados)*100	Semanal	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Volumen de residuos líquidos manejados adecuadamente/ Volumen de residuos líquidos	Semanal	Actas de entrega al tercero autorizado	Excelente=100% Deficiente=0-99%

generados)*100			
RESPONSABLES			
1. Contratista de obra 2. Interventoría de obra 3. Residentes ambientales			

Tabla 14 Ficha 3 - Programa de manejo eficiente y ahorro del agua.

8.3 PROGRAMA DE MANEJO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA								**FICHA 3**
COMPONENTE AGUA								
OBJETIVOS								
Establecer las medidas de control y manejo de aguas superficiales y/o redes de alcantarillado que puedan verse afectadas y se encuentren en las áreas de influencia directa o indirecta de los frentes de obra.								
ETAPA								
Construcción, cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Perforación, construcción y limpieza general.				Alteración de la calidad del agua superficial o subterránea, aporte de sedimentos a la red de alcantarillado.				
Control	X	**Prevención**	X	**Mitigación**		**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República. Decreto 1594 de 1984. Presidencia de la República. Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 3930 de 2010. Presidencia de la República. Decreto 1609 de 2002. Ministerio de Transporte. Resolución 631 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Acuerdo 347 de 2008. Concejo de Bogotá.								
MEDIDAS DE MANEJO								
Las medidas de manejo para el control y la prevención encaminadas al uso eficiente y ahorro del agua, son:								
CAPACITACIONES								
Llevar a cabo **actividades de educación y concienciación ambiental,** a través de divulgación y capacitación enfocada a cuidado y conservación del recurso hídrico.								
REQUERIMIENTO DE AGUA								
El agua es un recurso necesario para todas las etapas del proyecto, pre-construcción, construcción, cierre y abandono, las actividades que representan una demanda de agua en la ejecución de la obra son: *Instalaciones temporales (campamentos). *Construcción de canales para drenaje de aguas lluvia. *Revegetalización de la zona (riego de césped y plantas). *Limpieza general								

USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA

*El procedimiento de captación es directo del acueducto municipal, se encuentra prohibido dejar llaves abiertas o mangueras con descarga continua.

*Para el riego de zonas verdes (césped y plantas) se deben utilizar aspersores o nebulizadores.

*El riego se debe realizar en horas de la mañana y por un tiempo aproximado de 20 minutos.

RECOMENDACIONES GENERALES

*Está prohibido realizar el lavado de vehículos en el área del proyecto.

*Realizar una inspección periódica de los empaques y llaves, con el fin de evitar desperdicio del recurso hídrico por fugas.

PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN

ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Desarrollo de talleres de educación ambiental	Global	$ 400.000	1	$ 400.000
Compra de insumos para uso eficiente y ahorro del agua	Global	$ 100.000	1	$ 100.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 200.000	3	$ 600.000
		TOTAL		**$ 1.100.000**

INDICADORES

Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Nº de capacitaciones ejecutadas/ Nº de capacitaciones programadas)*100	Mensual	Registro de asistencia y registros fotográficos	Excelente=90-100% Bueno=60-89% Deficiente=menor a 59%
(Nº de puntos de captación en óptimas condiciones/ Nº total de puntos de captación)*100	Mensual	Registros fotográficos	Excelente=90-100% Bueno=60-89% Deficiente=menor a 59%

RESPONSABLES

1. Contratista de obra
2. Interventoría de obra

Tabla 15 Ficha 4 – Manejo adecuado de la vegetacion y el paisaje.

8.4 PROGRAMA DE MANEJO ADECUADO DE LA VEGETACIÓN Y EL PAISAJE								**FICHA 4**
COMPONENTE PAISAJÍSTICO								
OBJETIVOS								
Minimizar el impacto al componente paisajístico y vegetal Establecer procedimientos para el manejo de la vegetación que se encuentre en el área de proyecto								
ETAPA								
Pre-construcción, construcción, cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Perforación, construcción y limpieza general.				Reducción de la cobertura vegetal, deterioro de la capa orgánica del suelo, alteración paisajística, contaminación del suelo, contaminación de agua, generación de residuos de material vegetal				
Control		**Prevención**	X	**Mitigación**	X	**Compensación**	X	
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República. Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.								
MEDIDAS DE MANEJO								
Teniendo en cuenta que el talud está sufriendo problemas de movimiento de masas, es indispensable intervenir este con el fin de construir una estructura que le dé estabilidad a la zona. Entendiendo que el proyecto cuenta con diferentes medidas para el control y mitigación del riesgo y que la zona a intervenir cuenta es de gran amplitud, las medidas de manejo para el paisaje se plantean:								
MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL								
Esta actividad incluye la limpieza del terreno, remoción de la capa superficial y descapote necesario del talud (rastrojo, arvenses, césped y raíces), con el fin de alcanzar las cotas necesarias para realizar el procedimiento de concreto lanzado. Demarcar el área que será removida con cintas de seguridad. El material extraído debe ser acopiado en un lugar establecido previamente, se apilará césped con césped y tierra con tierra. La altura de estas pilas no puede superar 1.5 metros de altura. El material vegetal que se encuentre en óptimas condiciones debe acopiarse en pilas menores a 1 metro de alto y de forma ordenada, no almacenar por más de una semana, pues el césped no se encontrará en condiciones para su instalación.								

Instalar el material vegetal en la parte superior de los pilotes metálicos y anclajes o en las zonas aledaños a la excavación y construcción de las canales. En dado caso de la pérdida de las condiciones del material vegetal, este debe disponerse con el servicio de aseo municipal, por ningún motivo se debe dejar en el área de influencia del proyecto.

REVEGETALIZACIÓN

Se realizará empradización de los terraceos y plantación de flora nativa adecuada para el fomento de recuperación del ecosistema. Por lo anterior, se sugiera realizar la plantación de las siguientes especies según de acuerdo como se plantea en el diseño urbano y paisajístico.

ÁRBOLES	
Nombre Común	**Nombre Científico**
Guayacán de Manizales	*Lafoensia acuminata*
Mangle de tierra fría	*Escallonia pendula*
ARBUSTOS	
Nombre Común	**Nombre Científico**
Laurel de cera hojimenudo	*Morella parvifolia*
Mano de oso	*Oreopanax floribundum*
HERBÁCEAS Y COBERTURAS	
Nombre Común	**Nombre Científico**
Falsa poa	*Holcus lanatus*
Grama de olor	*Anthoxanthum odoratum*
Pasto cola de zorro	*Pennisetum setaceum*
Pasto estrella	*Paspalum sp.*
Pasto Kikuyo	*Pennisetum clandestinum*

Para empradizar la zona alterada o no se encuentra en condiciones óptimas, se debe **suministrar e instalar herbáceas y coberturas** en óptimas condiciones las zonas descritas previamente (zonas aledañas a la construcción de la canal de concreto). Se debe realizar un riego a diario por 20 minutos en las horas de la mañana, mediante aspersores o nebulizadores, mientras la cobertura vegetal se estabiliza.

La instalación de las plantas se realizará de acuerdo al Anexo 5. Debido a la importancia sobre el componente paisajístico las plantas deberán contar con un mantenimiento al mes, a los 3 meses, 6 meses y el año, este mantenimiento busca remover y cambiar las plantas que no tuvieron buena adaptación y hacer seguimiento y renovación del sustrato de las materas.

RECOMENDACIONES GENERALES

*Capacitación del personal vinculado al proyecto, según lo establecido en el Programa de Gestión Social, estas deben estar orientadas al mejo del paisaje natural y urbano, y su importancia en la calidad de vida de la población.

*Delimitar las áreas a ser intervenidas para evitar afectaciones no previstas.

*Minimizar el movimiento de tierras y eliminación de vegetalización.

*Limpieza de las áreas intervenidas.

INDICADORES

Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Área de paisaje recuperado/ área de paisaje intervenido)*100	Mensual	Formatos de inspección y registros fotográficos	Excelente=90-100% Bueno=60-89% Deficiente=menor a 59%

RESPONSABLES

1. Contratista de obra
2. Interventoría de obra

Tabla 16 Ficha 5 – Manejo de la flora

8.5 PROGRAMA DE MANEJO DE LA FLORA **COMPONENTE BIÓTICO**								**FICHA 5**
OBJETIVOS								
- Minimizar el impacto negativo del recurso flora en las áreas a intervenir. - Implementar las medidas necesarias para mitigar y compensar los impactos generados en la ejecución del proyecto.								
ETAPA								
Pre-construcción, construcción, cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Adecuación del terreno, instalación de campamentos, construcción, perforación, cierre y abandono.				Alteración de los hábitats de la zona de influencia, retiro de especies florísticas, cambio de cobertura vegetal.				
Control	X	**Prevención**	X	**Mitigación**	X	**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República. Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.								
MEDIDAS DE MANEJO								
CAPACITACIONES								
Llevar a cabo **actividades de educación y concienciación ambiental,** a través de divulgación y capacitación enfocada a cuidado y conservación de los recursos naturales. Estas deben incluir: *Preservación de los recursos naturales (énfasis en especies endémicas y/o en peligro de amenaza). *Prohibición de tala y quema. *Protección de flora silvestre. *Normatividad ambiental aplicable.								
PROGRAMA DE CUIDADO DE ESPECIES								
Aislar los árboles durante el proceso constructivo mediante barreras de protección (por cada 2,5 cm de diámetro se debe alejar 30 cm del tronco del árbol). Por ningún motivo se debe cortar o fracturar la raíz de un árbol. Evitar que vehículos de carga o maquinaria, trabajen o transiten en cercanías a árboles, pues pueden generar una compactación del suelo y reducir la porosidad de este. No acopiar materiales en cercanías a árboles pues pueden compactar el suelo e incrementar la asfixia de raíces. Determinar una ruta de acceso para la entrada y salida de las obras. Seleccionar lugares de acopio de materiales y almacenamiento de equipos o herramientas de construcción								
RECOMENDACIONES GENERALES								
*Está prohibido el uso o tala de individuos que no se encuentren dentro del área a intervenir.								

*Por ningún motivo se debe realizar quema de individuos florísticos.

PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN

ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Desarrollo de talleres de educación ambiental	Global	$ 400.000	1	$ 400.000
Cuidado de especies	Global	$ 450.000	1	$ 450.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 600.000	1	$ 600.000
		TOTAL		**$ 1.450.000**

INDICADORES

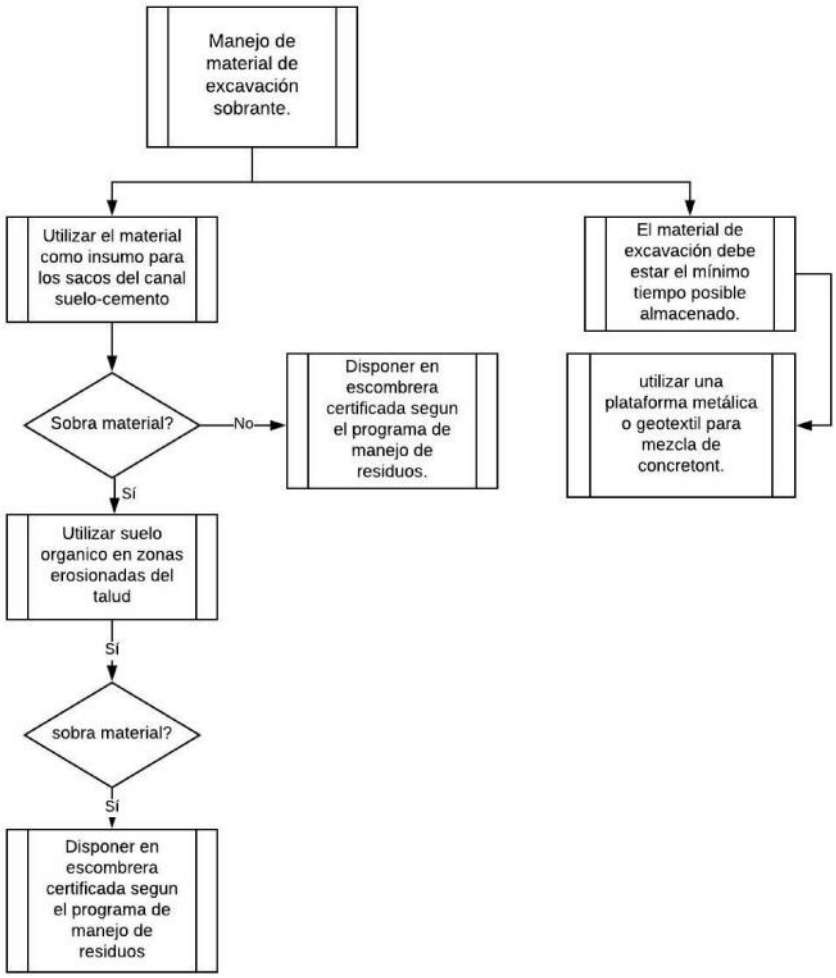
Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Nº de capacitaciones ejecutadas/ Nº de capacitaciones programadas)*100	Mensual	Registro de asistencia y registros fotográficos	Excelente=90-100% Bueno=60-89% Deficiente=menor a 59%
(Nº de especies sobrevivientes/ Nº de especies cuidadas)*100	Mensual	Registros fotográficos, fichas de especies registradas	Excelente=90-100% Bueno=60-89% Deficiente=menor a 59%

RESPONSABLES

1. Contratista de obra
2. Interventoría de obra

Tabla 17 Ficha 6 – Manejo de suelo y control de erosión.

8.6 PROGRAMA DE MANEJO DE SUELO Y CONTROL DE EROSION								**FICHA 6**
COMPONENTE SUELO								
OBJETIVOS								
Realizar un adecuado manejo del suelo control de erosión. Establecer medidas de manejo para la estabilización y protección de taludes.								
ETAPA								
Pre-construccion, construcción, cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Adecuación del terreno, instalaciones temporales, excavación, perforación, construcción				Contaminación del suelo, modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo				
Control	**x**	**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República Decreto-Ley 2811 de 1974. Ministerio de Medio Ambiente Ley 9 de 1979. Congreso de la República Resolución 541 de 1994. Ministerio de Medio Ambiente								
MEDIDAS DE MANEJO								
MANEJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN SOBRANTE.								
1. El material de excavación generado en la obra debe utilizarse en las zonas erosionadas del talud y en caso de que no se logre utilizar todo el material de excavación este debe ser dispuesto en escombreras certificadas siguiendo los lineamientos del programa de manejo de residuos. 2. El material de excavación debe estar el mínimo tiempo posible en el apilamiento.								
RECOMENDACIONES GENERALES								
1. En caso de derrames de combustibles o aceites, se debe remover inmediatamente el suelo afectado y restaurar el área, el material contaminado debe disponerse como residuo peligroso. 2. Cuando se realice mezcla de concreto en el sitio de obra se debe utilizar una plataforma metálica o geotextil para que el suelo permanezca en óptimas condiciones. 3. Verificar que los vehículos transportadores de concreto, mezclas asfálticas y emulsiones se encuentren en óptimas condiciones para evitar derramamientos que contaminen el suelo. 4. Volquetas no deberán exceder la capacidad de carga.								



PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN				
ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Reutilización material excavado.(Mano de obra)	Global	$ 800.000	1	$ 800.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 250.000	1	$ 250.000
		TOTAL		**$ 1.050.000**

INDICADORES

Indicador/Fórmula	Periodicidad de evaluación	Registro de cumplimiento	Valor de cumplimiento del indicador
(Volumen de material sobrante reutilizado / Volumen total de material sobrante generado)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº de vehículos con mantenimiento periódico /Nº de vehículos totales de la obra)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº Volquetas que sobrepasan la capacidad de carga / Nº de volquetas inspeccionadas)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=100% Deficiente=0-99%
RESPONSABLE			
Contratista de obra			
Interventoría de obra			

Tabla 18 Ficha 7 – Programa de materiales e insumos de construcción.

8.7 PROGRAMA DE MANEJO DE MATERIALES E INSUMOS DE CONSTRUCCION								**FICHA 7**
COMPONENTE RECURSOS FISICOS								
OBJETIVOS								
Realizar un adecuado suministro, almacenamiento y disposición de los materiales requeridos para el desarrollo de la obra. Establecer medidas de control para mitigar los impactos generados por el almacenamiento temporal de materiales de construcción.								
ETAPA								
Construcción, Cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Transporte y acopio de materiales de construcción, construcción, etapa de finalización				Contaminación de suelo, contaminación del aire, transformación en dinámica local, contaminación de red de drenajes de aguas lluvias y alcantarillados				
Control	**x**	**Prevención**	**x**	**Mitigación**	**X**	**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 527 de 1998. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Resolución 541 de 1994. Ministerio de Medio Ambiente								
MEDIDAS DE MANEJO								
CONIDERACIONES GENERALES								
1. En la etapa de pre construcción, se debe realizar un listado con los sitios que proveerán los materiales de construcción necesarios como areneras, gravilleras, receberas, ladrilleras las cuales deben contar con permiso ambiental "licencia". Esto para garantizar que el proyecto no extienda los impactos fuera del área de influencia directa e indirecta. 2. Los lugares destinados para el almacenamiento deben estar debidamente señalizados e identificados y en caso de requerir la utilización de espacio público para el almacenamiento temporal de materiales de construcción la apilacion del material deberá hacerse de manera segura y ordenada para que facilite el paso peatonal o vehicular, por otro lado el acopio de material en espacio público no deberá superar 1.5 metros de altura y no podrá sobrepasar las 24 horas después de finalizada la obra. 3. Aquellos espacios que se requieran para el almacenamiento temporal de materiales deberán dejarse en su estado inicial siempre que mencionados espacios no sean el objeto principal de intervención por la obra. 4. Está prohibido el cargue, descargue o el almacenamiento temporal o permanente de materiales sobre zonas verdes, áreas arborizadas, reservas naturales o forestales y similares, áreas de recreación y parques, ríos, Quebradas, canales, caños, humedales y en general cualquier cuerpo de agua								

Almacenamiento de materiales pétreos

Los materiales pétreos y granulares almacenados temporalmente en los frentes de trabajo deben estar protegidos contra la acción erosiva del agua, aire, para evitar contaminación de los mismos. Los materiales granulares deberán estar cubiertos con material impermeable.

Almacenamiento del cemento:

Sobre una cama en estibas de madera que garantice la protección contra la humedad y que evite la contaminación del suelo.

Almacenamiento de Pintura:

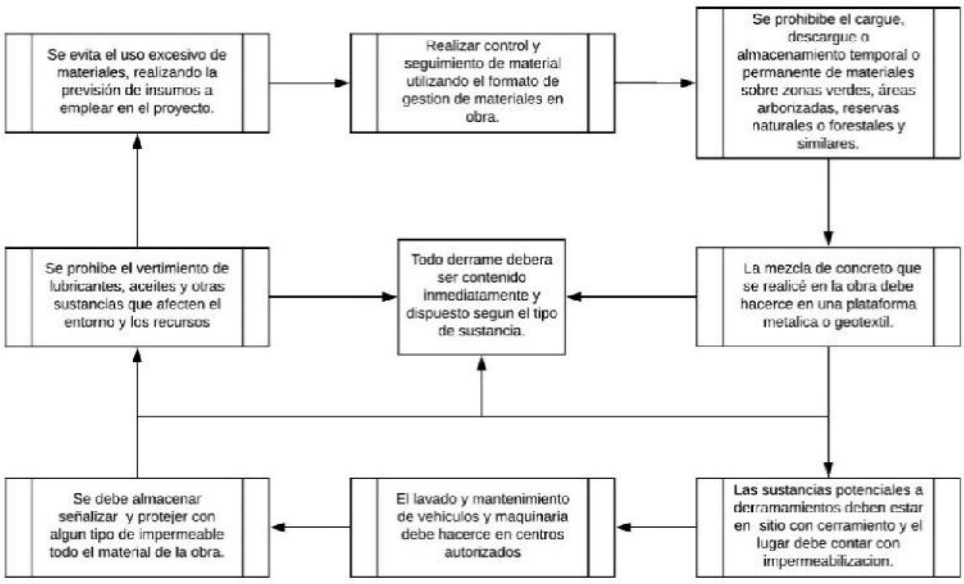
En estanterías debidamente ventiladas e identificadas de acuerdo con el tipo de producto. Teniendo en cuenta el límite de acopio vertical y contando con las hojas de seguridad (MSDS) de cada una de las sustancias presentes en la obra.

Manejo del concreto y asfalto:

Si se requiere realizar la mezcla de concreto en el sitio de obra, debe hacerse sobre una plataforma metálica o sobre un geotextil para que el suelo permanezca en óptimas condiciones. Cuando haya derrame, se deberá recoger y disponer de manera inmediata reutilizándola en la obra y limpiando la zona hasta que quede en perfecto estado.

Insumos y otros materiales

No debe haber desperdicio de materiales, ni contaminación del suelo, se debe contar con la debida capacitación al personal de obra para que se sigan las normas establecidas y que todos sean entrenados para trabajar y manejar los insumos y materiales de construcción.



PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN				
ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Capacitación de operarios.	Global	$ 400.000	1	$ 400.000
Suministro Kit derrames	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 250.000	1	$ 250.000
		TOTAL		**$ 850.000**

INDICADORES			
Indicador/Fórmula	**Periodicidad de evaluación**	**Registro de cumplimiento**	**Valor de cumplimiento del indicador**
(Nº Total de operarios capacitados / Nº Total de operarios de Proyecto)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Zonas de almacenamiento de sustancias con sistema de contingencia de derrames vs. Zonas de combustible)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%

RESPONSABLES
Contratista de obra
Interventoría de obra

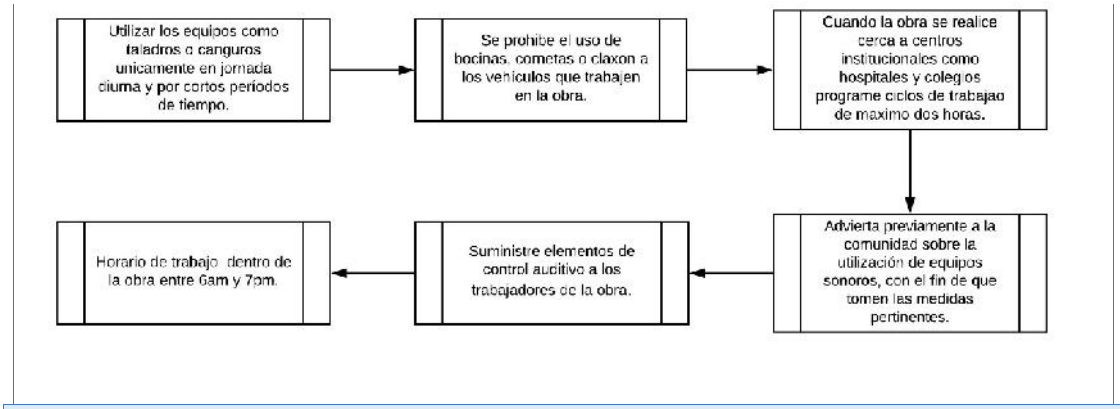
Tabla 19 Ficha 8 – Programa de manejo de emisones atmosfericas.

8.8 PROGRAMA DE MANEJO DE EMISIONES ATMOSFERICAS								**FICHA 8**
COMPONENTE AIRE								
OBJETIVOS								
Disminuir los efectos de la contaminación auditiva, controlar la generación de polvo, mitigar la alteración de la calidad del aire.								
ETAPA								
Pre-construcción, Construcción, Cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Cerramiento Provisional, excavación, perforación y construcción.				Generación de ruido, contaminación atmosférica, y transformación en dinámica local				
Control	**x**	**Prevención**		**Mitigación**	**x**	**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 1333 de 2009. Congreso de la República Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 948 de 1995. Ministerio del Medio Ambiente Decreto 1228 de 1997. Ministerio del Medio Ambiente Resolución 8321 de 1983. Ministerio de Salud Resolución 0627 del 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial								
MEDIDAS DE MANEJO								
Para el control de los impactos relacionados a las emisiones atmosféricas se recomiendan las siguientes medidas con el fin de disminuir los impactos causados en los trabajadores y comunidad aledaña.								
Manejo calidad del aire								

1. Para el control de material particulado los frentes de obra deben estar protegidos con polisombra y los materiales finos (arenas) se deben proteger con lona o plástico, para evitar la dispersión de material particulado.
2. Los materiales de construcción que se encuentran en el frente de obra, deben estar debidamente cubiertos y protegidos del aire y el agua.
3. Los días que no llueva se debe controlar las actividades de construcción que generan gran cantidad de polvo, regando las áreas de trabajo con agua por lo menos 2 veces al día; realizar esta misma operación a los materiales que se encuentren almacenados temporalmente en el frente de obra (que lo permitan) y que sean susceptibles de generar material particulado.
4. Los cortes y excavaciones de materiales deberán tener la humedad suficiente para evitar que se levante polvo y emisiones de partículas al aire.
5. La velocidad de las volquetas y maquinaria no debe superar los 20 km/h dentro del frente de obra con el fin de disminuir las emisiones fugitivas y los accidentes en el área de influencia directa.
6. Los vehículos que cargan y descargan materiales dentro de las obras deben estar acondicionados con carpas o lonas para cubrir los materiales.
7. Asegurarse que todos los vehículos que carguen y descarguen materiales en la obra cuenten con el respectivo certificado de emisiones de gases vigente.
8. Cubrir con mallas protectoras las edificaciones durante las actividades de demolición de estructuras y en general.

Manejo de Ruido

1. Los equipos que generen más de más de 80 decibeles como el taladro o canguro se deben utilizar en jornada diurna y por cortos períodos de tiempo.
2. Suministrar elementos de protección personal a los trabajadores expuestos al ruido.
3. Prohibir a los vehículos que trabajen en la obra el uso de bocinas, cornetas o claxon, salvo la alarma de reversa.
4. Cuando la obra se realice cerca a centros institucionales como hospitales y colegios programe ciclos de trabajo de máximo dos horas, cuando el ruido continuo supere el nivel de ruido del ambiente se debe contar con dos horas de descanso después de las horas de operación.



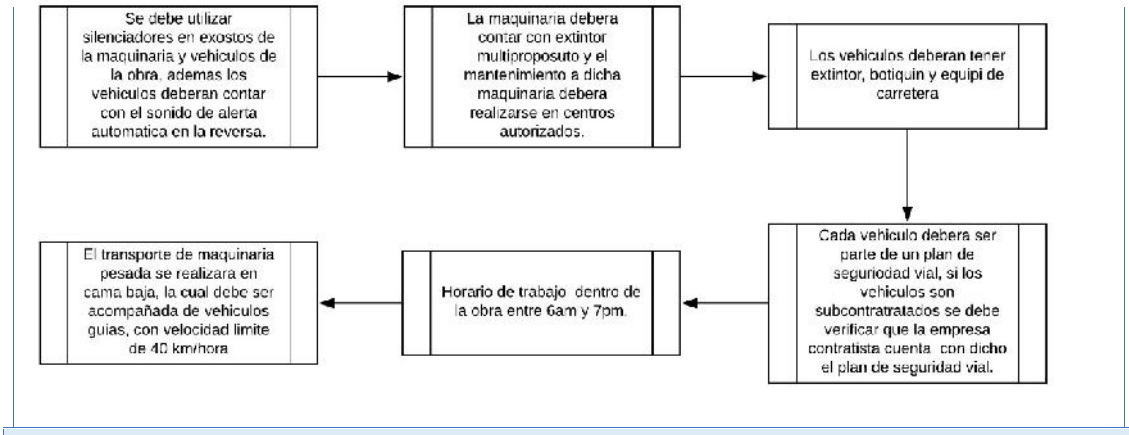
PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN				
ACTIVIDAD	UN	VR UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Capacitación de operarios.	Global	$	1	$

		400.000		400.000
Suministro EPP auditivo	Global	$ 180.000	1	$ 180.000
Suministro de material para cubrir materiales	Global	$ 100.000	2	$ 200.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 250.000	1	$ 250.000
		TOTAL		**$ 1030.000**

INDICADORES			
Indicador/Fórmula	**Periodicidad de evaluación**	**Registro de cumplimiento**	**Valor de cumplimiento del indicador**
Material Acopiado (Cantidad de materiales acopiados, señalizados y cubiertos adecuadamente / Cantidad de materiales acopiados en los frentes de obra) *100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº de vehículos con revisión tecnicomecánica /Nº de vehículos totales de la obra)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº de trabajadores expuestos a ruido con EPP auditivo/Nº de trabajadores totales expuestos a ruido de la obra)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
RESPONSABLES			
Contratista de obra			
Interventoría de obra			

Tabla 20 Ficha 9 – Programa de manejo de maquinaria y equipos.

8.9 PROGRAMA DE MANEJO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS						**FICHA 9**	
COMPONENTE RECURSOS FISICOS							
OBJETIVOS							
Poner en marcha las medidas de mitigación del impacto generado por la operación de la maquinaria en el desarrollo del proyecto							
ETAPA							
Pre-construcción, construcción, cierre y abandono.							
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**			
Cerramiento provisional, excavación, perforación y construcción.				Generación de ruido, transformación en dinámica local, contaminación atmosférica, contaminación del suelo, modificaciones geomorfológicas del suelo y del subsuelo.			
Control	**x**	**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	
LEGISLACIÓN APLICABLE							
Decreto 2107 de 1995. Ministerio del Medio Ambiente Decreto 948 de 1995. Ministerio del Medio Ambiente Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 4741 de 2005 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial							
MEDIDAS DE MANEJO							
MANTENIMIENTO							
Para disminuir los impactos generados por la operación de maquinaria y equipos se debe realizar un mantenimiento periódico a los vehículos para garantizar la perfecta combustión de los motores y el ajuste de los componentes mecánicos, además los propietarios de los vehículos deben presentar certificado de emisiones con expedición menor a un año y seguro obligatorio.							
RECOMENDACIONES GENERALES							
Se debe cumplir con los requerimientos sobre calidad del aire fijado en la normatividad ambiental vigente y emplear vehículos de modelos recientes, para minimizar emisiones atmosféricas y verificar que los vehículos transportadores de concreto, mezclas asfálticas y emulsiones se encuentren en óptimas condiciones para evitar derramamientos que contaminen el suelo. Si hay derrame se debe recolectar al instante el residuo y disponerlo según la naturaleza del residuo. El transporte de maquinaria pesada en las vías públicas debe realizarse mediante una cama baja, la cual debe ir escoltada por vehículos guías, conducidos a un máximo de 40 km/h, con las medidas de seguridad y señalización respectivas. La maquinaria deberá contar con extintor multipropósito y el mantenimiento a dicha maquinaria deberá realizarse en centros autorizados.							



PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN				
ACTIVIDAD	UN	VR. UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Capacitación de operarios.	Global	$ 300.000	1	$ 300.000
Suministro Kit derrames	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 250.000	1	$ 250.000
		TOTAL		**$ 750.000**

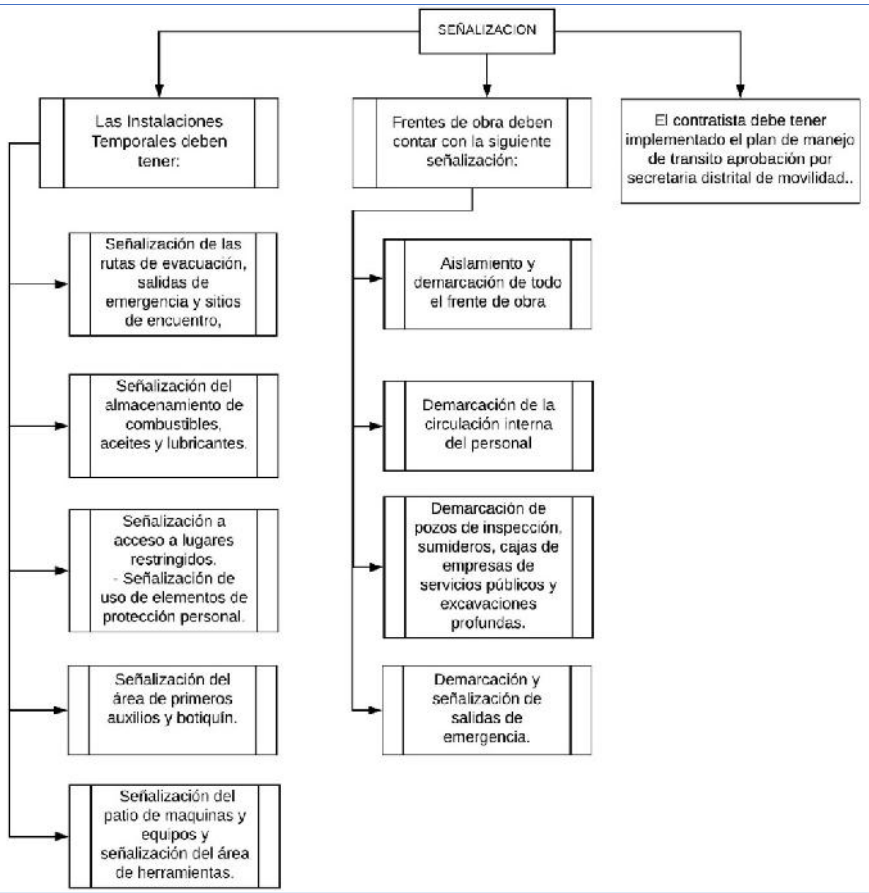
INDICADORES			
Indicador/Fórmula	**Periodicidad de evaluación**	**Registro de cumplimiento**	**Valor de cumplimiento del indicador**
(Nº de maquinaria y equipos con certificado de mantenimiento menor a un año /Nº de maquinaria y equipos totales de la obra)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
(Nº de vehículos con revisión tecnicomecanica /Nº de vehículos totales de la obra)*100	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%

RESPONSABLES
Contratista de obra
Interventoría de obra

Tabla 21 Ficha 10 – Programa de señalizacion

8.10 PROGRAMA DE SEÑALIZACION								**FICHA 10**
COMPONENTE RECURSOS FISICOS								
OBJETIVOS								
Disminuir los impactos negativos asociados a la omisión de la señalización, evitar accidentes, facilitar a la comunidad la movilidad segura e informar a los transeúntes sobre la ejecución de la obra .								
ETAPA								
Pre-construcción, Construcción, Cierre y abandono.								
Actividades que generan impacto				**Impactos a controlar**				
Cerramiento provisional, demarcación y señalizaciones, excavación, desagües, perforación, construcción y limpieza general.				Alteración espacio público, transformación en dinámica local, contaminación visual y cambio del paisaje				
Control	**x**	**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**		
LEGISLACIÓN APLICABLE								
Ley 140 de 1994. Congreso de la republica Ley 1333 de 2009. Congreso de la republica Resolución 2400 de 1979. Ministerio de trabajo y seguridad social Resolución 4462 de 2008. Secretaria distrital de ambiente								
MEDIDAS DE MANEJO								
INSTALACIONES TEMPORALES								
La señalización de campamentos, acopios temporales de materiales, bodegas, puntos de almacenamiento de combustibles, aceites y lubricantes, productos químicos, patio de máquinas y campamento deberán contener como mínimo los siguientes aspectos: - Señalización de las oficinas. - Señalización y demarcación de los extintores. - Señalización del sitio donde se ubican los baños. - Señalización de las rutas de evacuación, salidas de emergencia y sitios de encuentro. - Señalización del almacenamiento de combustibles, aceites y lubricantes. - Señalización del patio de máquinas y equipos. - Señalización del área de herramientas. - Demarcación de áreas de acopio de materiales. - Señalización del área de primeros auxilios y botiquín. - Señalización a acceso a lugares restringidos. - Señalización de uso de elementos de protección personal. - Señalización para la entrada y salida de vehículos de la obra								
SEÑALIZACIÓN MÍNIMA EN FRENTES DE OBRA								

*Aislamiento y demarcación de todo el frente de obra. *Demarcación de la circulación interna del personal *Demarcación de pozos de inspección, sumideros, cajas de empresas de servicios públicos y excavaciones profundas. *Demarcación y señalización de salidas de emergencia.
DEMARCACIÓN DE SENDEROS PEATONALES
Los senderos y cruces peatonales de un ancho de 1 metro deberán ser demarcados con malla polisombra azul y señalizadores tubulares plásticos con una distancia mínima entre ellos de 3 m. El ancho del sendero no debe ser inferior a 1.0 metro y por cada 80 metros de longitud debe tener por lo menos 2 cruces adecuados para el tránsito peatonal.
DEMARCACIÓN DE EXCAVACIONES
Las labores de excavación deberán estar demarcada en el frente de obra y el área excavada deberá estar aislada totalmente con tela verde y malla translúcida azul, se debe fijar avisos preventivos e informativos que indiquen la labor que se está realizando. Excavaciones con profundidades mayores a 50 cm, se debe contar con señales nocturnas retroreflectivas o luminosas, tales como conos, flashes, flechas, o algún dispositivo luminoso sobre los parales o señalizadores tubulares, cinta de demarcación. En todo momento se debe tener aislado el lugar de excavación. En todo caso el contratista debe tener implementado el plan de manejo de transito aprobado por secretaria distrital de movilidad



PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN			
ACTIVIDAD	UN	VR UNITARIO	CANT	VR TOTAL
Suministro señales PMT	Global	$ 2.000.000	1	$ 2.000.000
Suministro señalización interior	Global	$ 200.000	1	$ 200.000
Personal encargado de la implementación del programa	Global	$ 250.000	1	$ 250.000
		TOTAL		**$ 2.450.000**

INDICADORES			
Indicador/Fórmula	**Periodicidad de evaluación**	**Registro de cumplimiento**	**Valor de cumplimiento del indicador**

Nº de señales instaladas/Total señales requeridas según PMT	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
Nº de señales instaladas/Total señales requeridas según diseño de señalización interior.	Mensual	Registros y soportes	Excelente=90-100% Bueno=80-89% Deficiente=menor a 79%
RESPONSABLES			
Contratista de obra			
Interventoría de obra			

9 PERMISOS ADICIONALES

9.1 Licencia de excavación

La licencia de excavación es una modalidad de licencia de Intervenciones del espacio público para la construcción, rehabilitación, reparación, sustitución, modificación y/o ampliación de instalaciones y redes para la provisión de servicios públicos domiciliarios y de telecomunicaciones. A continuación, se describen los documentos requeridos para solicitar dicha licencia:

1. Formato licencia de excavación (FOCI_02_SOLICITUD LICENCIA DE EXCAVACIÓN), debidamente diligenciado de acuerdo con las instrucciones adjuntas en dicho formato, formado por la persona natural o el representante de la persona jurídica.

2. Plano de localización de redes (u obras) a instalar en medio magnético (PDF, DWG) y en físico a escala amplia y en formato mínimo de un cuarto de pliego (50 cm x 35 cm), que contenga:

    - ✓ Localización de la red de servicio público (u obra).
    - ✓ Identificación del sitio con nomenclatura urbana vigente (calle, carrera, diagonal, transversal).
3. Impresión del pantallazo del CIV (código de identificación vial), así como incluirlo en el medio magnético.
4. Registro fotográfico de la sección vial donde se hará la excavación (andenes y calzada), tener en cuenta anexar fotografía panorámica.
5. Documento soporte de autorización emitido por parte de la empresa de servicios públicos debidamente firmados por cada uno de los responsables o designaos por las empresas que permita adelantar el trámite correspondiente a la expedición de la licencia de excavación. Dado el caso de ser obras contratadas por las empresas de servicios públicos se debe presentar el debido contrato suscrito entre las empresas y los contratistas.
6. Si el solicitante es persona natural, deberá anexar fotocopia legible del documento de identidad.
7. Si el solicitante es persona jurídica deberá adjuntar:
    - ✓ Certificado de existencia y representación legal, con máximo treinta (30) días de expedición.

- ✓ Registro Único Tributario (RUT).
- ✓ Fotocopia legible del documento de identidad del representante legal.

8. Si el solicitante es una Unión Temporal o Consorcio deberá adjuntar:
   - ✓ Fotocopia del documento de conformación de la unión temporal o consorcio.
   - ✓ Registro Único Tributario (RUT), de cada uno de los integrantes del consorcio o unión temporal.
   - ✓ Registro Único Tributario (RUT), del consorcio o unión temporal.
   - ✓ Certificado de existencia y representación legal, de cada uno de los integrantes del consorcio o unión temporal con máximo treinta (30) días de expedición.
   - ✓ Fotocopia legible del documento de identidad del representante legal del consorcio o unión temporal.

Los documentos físicos y medios magnéticos anteriormente mencionados deben ser radicados, a través de una carta dirigida al Director Técnico de Administración de Infraestructura-IDU, en las ventanillas de correspondencia localizadas en el primer piso de la sede principal del Instituto de Desarrollo Urbano-IDU, ubicada en la calle 22 No. 6-27 de la ciudad de Bogotá D. C.

Para más información consultar: https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/wp-content/uploads/2017/11/Instructivolicenciasdeexcavacin.pdf

10 ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica resumen de la Obra

Anexo 2. Seguimiento y aprovechamiento de los RCD en la obra

Anexo 3. Costos de tratamiento de los RCD de la obra.

Anexo 4. Plan de gestión de residuos de construcción y demolición.

Anexo 5. Especificaciones técnicas de siembra y mantenimiento

Anexo 6. Instructivo para la expedición y recibo de obra del espacio público intervenido con licencia de excavación.

Anexo 7. Formato solicitud de licencia de excavación

11 BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía local de Rafael Uribe. (2008). *LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE – FICHA BÁSICA.* Bogotá D. C.: Secretaría Distrital de cultura, recreación y deporte. Obtenido de http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/observatorio/documentos/localidades/rafaelUribe.pdf

Alcaldia Mayor de Santa Fe de Bogotá D.C, FOPAE, UPES, INGEOCIM LTDA. (1998). *Mapa Geomorfológico Localidades de Santafe y Chapinero .*

ALCALDIA MAYOR DE SANTA FE DE BOGOTA DC, U. F. (1998). *Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades de Santafé de Bogotá.*

Consejo Local de Gestión de Riesgo y Cambio Climático- Rafael Uribe. (2017). *Caracterización General de Escenarios de Riesgo.* Bogotá D. C.: Alcaldía local de Rafael Uribe.

FAO. (2000). Manual on integrated soil management and conservation practices.

Guzman Gonzalez, D. (1996). *ZONAS DE VIDA O FORMACIONES VEGETALES AREA JURISDICCIONAL C.A.R.* Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Ingeominas, U. d. (1997). *Estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá.*

Instituto Nacional de Vias. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras.* Bogotá: INVIAS.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). Resolución 0330 de 2017 .

Secretaria de ambiente. (2007). *Diagnostico POMCA Tunjuelito.* Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D. C. Obtenido de http://oab.ambientebogota.gov.co/es/el-observatorio-y-las-localidades/documentos-tunjuelito/diagnostico-pomca-tunjuelito

Secretaría de Cultura, Recreación y Deportes. (2008). LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE – FICHA BÁSICA.

Secretaria Distrital de Integración Social. (2017). *Diagnostico 2017.* Bogotá: Alcaldía Local de Rafael Uribe. Obtenido de http://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/2018documentos/12092018_Rafael%20Uribe%20Uribe%20diagn%C3%B3stico%202017%20-%20SDIS.pdf

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO SGC - INGEOMINAS . (2008). *http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/*. Obtenido de Geología de la Plancha 228 Santafé de Bogotá Noreste: http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/

Velandia Patiño F.A., B. O. (2002). *Fallas Longitudinales y transversales en la Sabana de Bogotá, Colombia.*

CLASIFICADO



CONSORCIO HMEC – CONSULCONS 2019
Carrera 26 No 37-36 Bogotá D.C.

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C. ESTUDIO ARBOLEDA SUR

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 5 INFORME PREDIAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

CLASIFICADO

Elaboración de estudios y diseños de obras de emergencia en sitios de intervención prioritaria en la ciudad de Bogotá D.C.
Estudio Arboleda Sur

Instituto Distrital de Getión de Riesgo y Cambio Climático
Dg. 47 #77a9, Bogotá D.C
Tel: 4292800
E mail: idiger@idiger.gov.co

Director: Ing. Richard Alberto Vargas Hernández
Subdirector área (Análisis de Riesgos y Efectos de Cambio Climático): Ing. Diana Patricia Arévalo Sánchez
Líder y/o Supervisor : Ing. Diana Carolina Moreno Moreno

CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 180 de 2019

Vol. 05 INFORME PREDIAL

ORIGINAL

MAYO DE 2019

RESUMEN

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) contrato al Consorcio Himec – Consulcons 2019 la ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE OBRAS DE EMERGENCIA EN SITIOS DE INTERVENCIÓN PRIORITARIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., en este caso para el sitio conocido como ARBOLEDA SUR.

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 7
1.1 Introducción 7
1.2 Objetivo del estudio 7
2 LOCALIZACIÓN 9
3 METODOLOGÍA 11
4 FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS 12
4.1 Cartografía 12
4.1.1 Cartografía en Formato Digital 12
4.1.2 Cartografía en Formato Análogo 12
4.2 Consulta en entidades públicas 12
4.3 Consulta en geoportales de información 13
5 DIAGNÓSTICO PREDIAL DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN 14
5.1 Aspectos urbanísticos y catastrales 14
6 CONCLUSIONES 18
7 ANEXOS 19

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Localización sitio de estudio Arboleda Sur. 9
Figura 2 Estado de predios. 10
Figura 3 Predios 3,4, 5, 6. 15
Figura 4 Manzana 36, - Predio 1. 15
Figura 5 Manzana 38, - Predio 2 16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cartografía de la zona de trabajo – Formato Digital. 12
Tabla 2 Cartografía de la zona de trabajo – Formato Análogo 12
Tabla 3 Resumen de Información Técnica Consultada en Entidades Públicas 12
Tabla 4 Resumen de Información Técnica Consultada en Geportales. 13
Tabla 5 Información Urbanística y Catastral General. 14
Tabla 6 Predios a negociar 17

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Manzana 41 15

ABREVIATURAS

DADEP: Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público

IDU: Instituto de Desarrollo Urbano

IDRD: Instituto Distrital de Recreación y Deporte

IDIGER Instituto Distrital de Atención a Riesgos y Cambio Climático

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

MAGNA: Marco Geocéntrico Nacional de Referencia

RUPI: Registro Único del Patrimonio Inmobiliario Distrital

SDP: Secretaría de Planeación Distrital

SINUPOT: Sistema de información de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial

SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

UAECD: Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este informe tiene por objeto presentar el alcance de los estudios y diseños de las obras de emergencia en el sitio de intervención prioritaria Arboleda Sur en la Localidad de Rafael Uribe Uribe, a la luz del Contrato de Consultoría No. 180 de 2019, suscrito entre el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER y el CONSORCIO HIMEC – CONSULCONS 2019, a fin de que sea aprobado por la Interventoría del proyecto CONSORCIO SITIOS PRIORITARIOS, y conseguir dar inicio a las actividades. Dentro de este contrato que requiere realizar varios estudios técnicos, se incluye un diagnóstico predial a los lotes donde se desarrollará el proyecto para identificar si las intervenciones afectan predios privados o si solamente afectarán predios públicos.

De acuerdo a lo anterior, el presente informe corresponde al diagnóstico predial realizado para los lotes donde se localiza un punto de intervención específico: Sitio de Intervención Prioritaria 1, el cual se localiza en color rojo el polígono que representa el área de influencia directa.

El sitio de estudio se localiza aproximadamente entre la Calle 48K Sur con Carrera 11 y la Calle 49A Sur con 11A, en el barrio Arboleda Sur de la localidad de Rafael Uribe Uribe .

El área propuesta para el estudio es de aproximadamente 3.2 Ha teniendo en cuenta que el estudio tiene como objetivo fundamental los análisis geotécnicos y el diseño de las obras de estabilización del área que ha sido afectada por un proceso de remoción en masa ocurrido como consecuencia del aumento en las precipitaciones, esto sumado a la susceptibilidad de los materiales.

Esta área fue determinada como limite del estudio durante la visita del 21 de febrero de 2019 luego de observar y determinar las características del proceso de inestabilidad, la evolución que ha tenido y los limites de afectación del mismo.

1.2 Objetivo del estudio

Realizar un diagnóstico predial del lote donde se desarrollarán las intervenciones, de acuerdo al polígono que delimita las obras, para verificar si estas se realizarán en zonas de espacio público o privado.

El diagnóstico incluye la confrontación cartográfica de los límites prediales que

reposan en los archivos oficiales de la UAECD y el PLANEACION DISTRITAL el límite de la zona de las obras a realizar así como la investigación de los identificadores catastrales prediales y del estado de entrega del predio donde se localiza la zona objeto de intervención, al inventario de bienes inmuebles del distrito.

2 LOCALIZACIÓN

El sitio de intervención prioritaria 1 el polígono que representa el área de influencia directa (**Figura 1**).



Figura 1 Localización sitio de estudio Arboleda Sur.

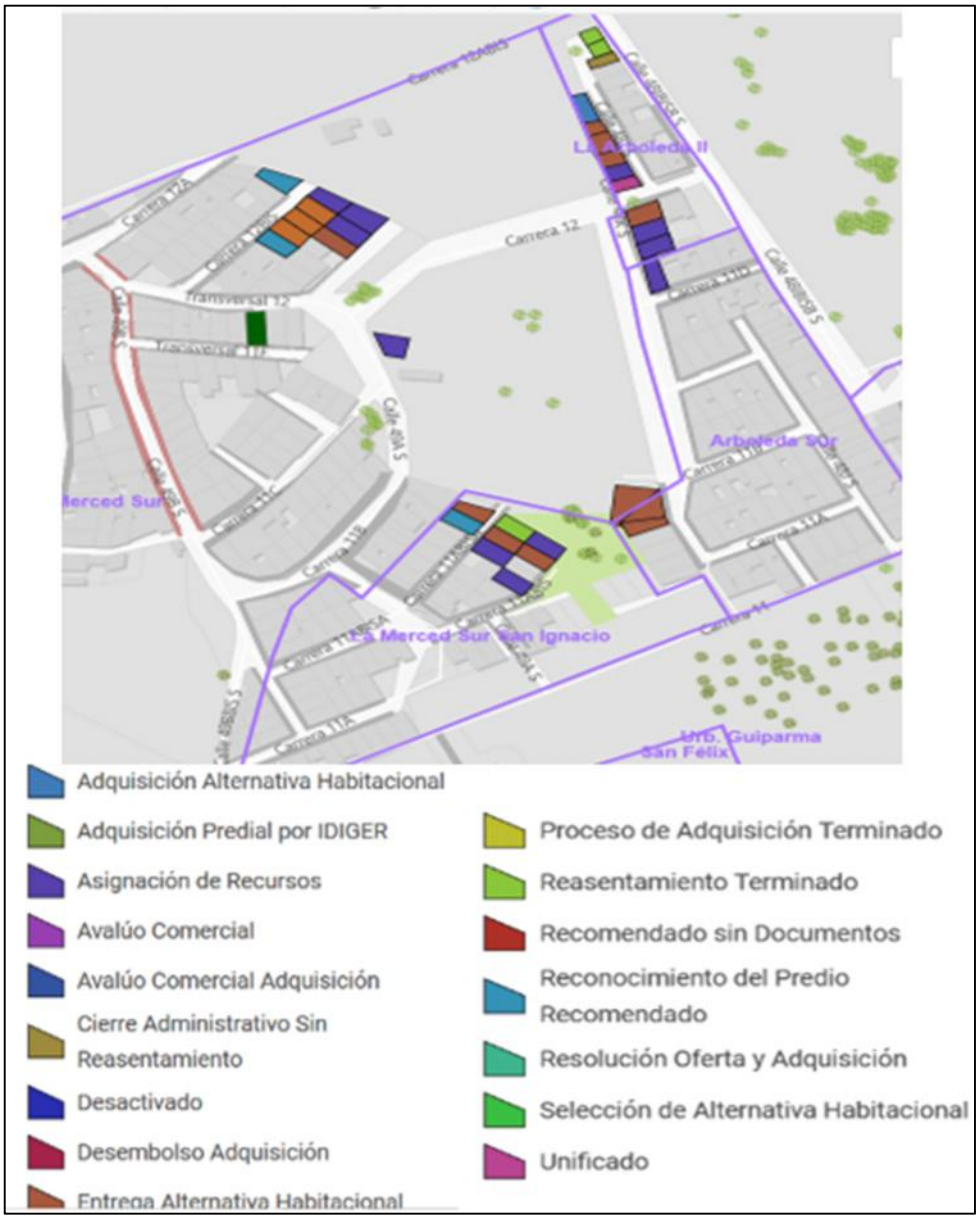


Figura 2 Estado de predios.
Fuente SINUPOT Predios en reasentamiento humano

3 METODOLOGÍA

El estudio realizado comprende la investigación y el registro de la información urbanística y catastral del polígono en donde se localiza la zona de intervención.

La información recopilada, brinda elementos de juicio para identificar si el lote pertenece a zonas destinadas a uso público o privado y además permite conocer el estado actual del lote .

Por otra parte la información catastral suministra los principales identificadores catastrales de la zona de estudio como: Nomenclatura Oficial, CHIP, Cédula Catastral, Límites Predial y Manzana Catastral que permiten identificar el predio dentro de las bases de datos y geoportales de información predial de manera precisa.

Desde el punto de vista cartográfico, la verificación realizada contó no solo con el levantamiento topográfico del área de trabajo, sino con la base digital de la UAEDC, lo cual permitió confrontar de manera precisa la zona a intervenir con las zonas de uso público y los límites prediales que reposan en los archivos oficiales.

Dentro de la investigación realizada, se ha determinado que el polígono de estudio se encuentra aproximadamente entre la Calle 48K Sur con Carrera 11 y la Calle 49A Sur con 11A, en el barrio Arboleda Sur de la localidad de Rafael Uribe Uribe, al cual se le realizo el estudio predial.

4 FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

4.1 Cartografía

La relación de la información cartográfica consultada para la investigación se presenta en la **Tabla 1** y **Tabla 2**

4.1.1 Cartografía en Formato Digital

Tabla 1 Cartografía de la zona de trabajo – Formato Digital.

Código	Sector	Alcance
L37 1=2000 70 1=5000	Arboleda Sur,El Playón	Información catastral oficial manejada por la UAEDC de los límites de manzanas, que permiten identificar y diferenciar el área pública del área privada así como información de los polígonos de los lotes, delimitación de los perímetros de las manzanas catastrales y la nomenclatura oficial.

Fuente: SINUPOT

4.1.2 Cartografía en Formato Análogo

Tabla 2 Cartografía de la zona de trabajo – Formato Análogo.

Código	Escala	Información
001420,001423	1=250	Manzana Catastral – Punto de Intervención
RU2/4-03,RU5/4-01	1=500	Catastral – Punto de Intervención 1 Plano Urbanístico Desarrollo Urbanístico Arboleda Sur 180284B001,La Merced Sur 180195B001

Fuente: SINUPOT

4.2 Consulta en entidades públicas

Se realizó la consulta de los archivos magnéticos, cartográficos y físicos de las siguientes entidades distritales que manejan información relacionada con el objeto del estudio y son presentados en la **Tabla 3**

Tabla 3 Resumen de Información Técnica Consultada en Entidades Públicas

Entidad Consultada	Información Obtenida
Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital	Base cartográfica digital de la zona de estudio
	Límites de manzanas
	Información predial, nomenclatura vial y domiciliaria
	Manzanas catastrales
	Boletines catastrales
Secretaría de Planeación Distrital	Planos urbanísticos de loteo y legalización
Departamento Administrativo de la	Actas de recibo de zonas de cesión de los desarrollos

Entidad Consultada	Información Obtenida
Defensoría de Espacio Público	de la zona
	Certificaciones de reconocimiento de bienes de uso público para los Predios

4.3 Consulta en geoportales de información

Se realizó la consulta de los sistemas de información geográfica de los geoportales mostrados en la **Tabla 4** que brindan información relacionada con el objeto del estudio:

Tabla 4 Resumen de Información Técnica Consultada en Geportales.

Entidad Consultada	Información Obtenida
Sinupot - Secretaria De Plantación Distrital	Afectaciones viales. Afectaciones de ronda Norma y Uso
	Afectaciones de ronda
	Norma y Uso
	Referencias de planos urbanísticos, definitivos y de loteo
	Zonas de cesión
Mapa de Bogotá – Unidad Administrativa Especial De Catastro Distrital - UAECD	Estrato
	Sectorización catastral
	Nomenclatura Vial y Predial
	Registro único de identificación predial - RUPI

5 DIAGNÓSTICO PREDIAL DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN

5.1 Aspectos urbanísticos y catastrales

El área de intervención, en el desarrollo Arboleda Sur se localiza en el lote figura (1) con una localización de referencia Catastralmente el predio que corresponde al lote de estudio en el Desarrollo Arboleda Sur pertenece al sector catastral 001220 y al desarrollo le corresponde el Estrato 1, (Ver **Anexo**).

Desde el punto de vista de normatividad urbanística, el barrio es parte de la UPZ (Unidad de Planeamiento Zonal) 54, correspondiente al sector Marruecos de la Localidad de Rafael Uribe Uribe.

Dentro del plano urbanístico, se diagnostica que el lote contemplado no se encuentra en reserva vial para la malla vial arterial.En el predio no se localiza estación de telecomubicaciones según lo registrado en la base de datos corporativa de la secretaria distrital de planeación,el predio no se encuentra en amenaza por inundación pero si por amenza de remocion en masa en categoria media y alta.

Tabla 5 Información Urbanística y Catastral General.

Sitio	Código de Sector UAECD	Plano Urbanístico SDP	Resolución de Aprobación	Acta de Entrega/Recibo de Zonas de Uso Público	Código Rupi - DADEP
Zona de desarrollo Arboleda Sur	00142000	Lote 2 manzana a plano aprobado RU2/4-03,RU5/4-01del desarrollo ARBOLEDA SUR se encuentra legalizado.	0459de octubre 31 de 2000 Código 190032 Resolución 1126 de 01/01/1996	No aplica	RUPI 3310-14

Fuente: Secretaria Distrital de Planeación - Dirección de Norma Urbana, Dirección de Legalización y Mejoramiento

Finalmente, para identificación predial, los indicadores catastrales oficiales para el póligono en estudio son**:**

Lote polígono estudio ver Figura 4
Área 3.2 has
Localidad 18 Rafael uribe Uribe
Upz 54 Marruecos

Barrio catastral 001420 El Playón (36,38,41)

Dentro del estudio del poligono se evaluaron los siguientes predios para negocación con el IDIGER.



Fotografía 1 Manzana 41
Fuente: Fotografía elaboración propia



Figura 3 Predios 3,4, 5, 6.
Fuente: Elaboración propia con base en SINUPOT

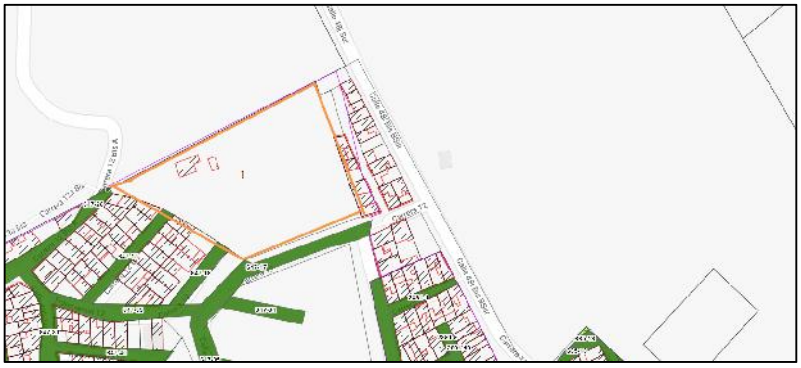


Figura 4 Manzana 36, - Predio 1.
Fuente: Elaboración propia con base en SINUPOT



Figura 5 Manzana 38, - Predio 2
Fuente: Elaboración propia con base en SINUPOT

Tabla 6 Predios a negociar

No.	Código de barrio	Nombre de barrio	Código de manzana	Código de predio	Dirección	Chip		USO	AREA m2	Matricula	Tipo predio	Destino
1	1420	EL PLAYON	36	25	KR 12 A 49A 02 S	AAA0010JTTDP		Habitacional Enrramadas Cobertizos Cayenes	10.9 83.04 5.376,6	050S00649147	Particular	Comercio en corredor comercial
2	1420	EL PLAYON	38	01	CL 49A S11C 10	AAA0010JWCXP		Habitacional menor o igual a 3 pisos en NPH	46.1 7.701,3	050S00840419	Particular	Residencial
3	1420	EL PLAYON	41	03	KR 11A BIS 49 00 SUR	AAA0010JXUH		Sin uso	776,9	RUPI 3310-14 Id parque18-367	público de cesión	parque de bolsillo
4	1420	EL PLAYON	41	20	CL 48K SUR 11A 37	AAA0010JYOE		Habitacional	91.5	No registra situación jurídica	Particular	Residencial
5	1420	EL PLAYON	41	21	CL 48K SUR 11A 31	AAA0010JYPP		Habitacional	222.35	050S40541229	Particular	Residencial
6	1420	EL PLAYON	41	02	CL 48K SUR 11A 25	AAA0010JXRJ		Habitacional	136.82	No registra situación jurídica	Particular	Predios con mejoras ajenas
						AAA0010JXSY	Mj1		82.42			
						AAA0010JXTD	Mj2		54.4			

6 CONCLUSIONES

Del estudio predial se concluye que el polígono en donde se localiza el área de intervención prioritaria, corresponde a 41 predios de los cuales 35 tiene dictamen de reasentamiento humano como lo muestra el mapa según convenciones y solo se tendrán a manera de referencia y que se puedan incorporar estos para manejo paisajistico y construcción de las obras.

De otro lado se sugiere para este desarrollo la adquisición de los predios que se encuentran en la tabla N° 6. El predio número 3 de propiedad del Distrito de tipo público de cesión y cuyo destino es Parque de Bolsillo, ubicado en KR 11A BIS 49 00 SUR con Rupi 3310-14 . El predio 4 es de tipo predio particular destino habitacional pero no registra información jurídica ubicado en CL 48K SUR 11A 37, igualmente sucede con el predio número 6 de la tabla 6 de tipo predio particular destino con 2 mejoras en predio ajeno, no registra información jurídica; y los restantes tres predios son de tipo privado el número 1 con dirección KR 12 A 49A 02 S tipo predio particular, destino Comercio en corredor comercial, el predio número 2 CL 49A S11C 10 de tipo predio particular destino residencial, y el predio número 5 CL 48K SUR 11A 31 de tipo predio particular destino residencial los cuales si tienen información jurídica segùn oficina de registro de instrumentos publicos de Bogota zona sur ver anexos (1).

7 ANEXOS

ANEXO 1. PREDIO 1 KR 12 A 49A 02 S Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 2. PREDIO 2 CL 49A S11C 10 Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 3. PREDIO 3 KR 11A BIS 49 00 SUR Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 4. PREDIO 4 CL 48K SUR 11A 37 Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 5. PREDIO 5 CL 48K SUR 11A 31 Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 6. PREDIO 6 CL 48K SUR 11A 25 Certificado de tradición y libertad ,legalización,estrtificación afectacion vial, amenaza,torres presentes.

ANEXO 1 PREDIO 1 KR 12 A 49A 02 S



PREDIO 1 CERTIFICADO DE TRADICIÓN Y LIBERTAD

La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415879019719624 **Nro Matrícula: 50S-649147**

Pagina 1

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:42:53 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

CIRCULO REGISTRAL: 50S - BOGOTA ZONA SUR DEPTO: BOGOTA D.C. MUNICIPIO: USME VEREDA: USME
FECHA APERTURA: 05-04-1982 RADICACIÓN: 82-11401 CON: HOJAS DE CERTIFICADO DE: 01-01-1901
CODIGO CATASTRAL: **AAA0010JTTD**COD CATASTRAL ANT: SIN INFORMACION

ESTADO DEL FOLIO: **ACTIVO**

= = = =

La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415879019719624 **Nro Matrícula: 50S-649147**

Pagina 2

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:42:53 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

ESPECIFICACION: : 610 ENAJENACION DERECHOS SUCESORALES CUERPO CIERTO QUE LE CORRESPONDAN O PUEDAN CORRESPONDERLE

COMO LEGATARIA DE LA CUARTA DE LIBRE DISPOSICION DE EMILIO VELANDIA CANTOR

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

DE: NAVARRO BRICEÑO CONCEPCION	CC# 20467131
A: VELANDIA BOADA ALCIRA	**CC# 41370659**
A: VELANDIA BOADA ALFREDO	**CC# 195037**
A: VELANDIA BOADA ANA GUILLERMINA	**CC# 41760190**
A: VELANDIA BOADA GRACIELA	**CC# 20407992**
A: VELANDIA BOADA LUIS CARLOS	**CC# 19156944**
A: VELANDIA BOADA PABLO EMILIO	**CC# 2916886**
A: VELANDIA BOADA SOLEDAD	**CC# 41453029**

ANOTACION: Nro 003 Fecha: 18-01-2000 Radicación: 2000-2867

Doc: SENTENCIA SN del 15-12-1999 JUZGADO 13 DE FAMILIA de SANTAFE DE BOGOTA, D.C. VALOR ACTO: $

ESPECIFICACION: : 150 ADJUDICACION EN SUCESION

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

DE: VELANDIA CANTOR EMILIO	CC# 83055	
A: VELANDIA BOADA ALCIRA	**CC# 41370659**	**X**
A: VELANDIA BOADA ALFREDO	**CC# 195037**	**X**
A: VELANDIA BOADA ANA GUILLERMINA	**CC# 41760190**	**X**
A: VELANDIA BOADA EMILIO		**X**
A: VELANDIA BOADA GRACIELA	**CC# 20407992**	**X**
A: VELANDIA BOADA LUIS CARLOS	**CC# 19156944**	**X**
A: VELANDIA BOADA MARIA LUISA		**X**
A: VELANDIA BOADA SOLEDAD	**CC# 41453029**	**X**

ANOTACION: Nro 004 Fecha: 23-01-2015 Radicación: 2015-6289

Doc: CERTIFICADO 46695 del 23-01-2015 CATASTRO de BOGOTA D. C. VALOR ACTO: $

ESPECIFICACION: ACTUALIZACION DE NOMENCLATURA: 0904 ACTUALIZACION DE NOMENCLATURA

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

A: CATASTRO DISTRITAL

NRO TOTAL DE ANOTACIONES: *4*

SALVEDADES: (Información Anterior o Corregida)



La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415879019719624 **Nro Matrícula: 50S-649147**

Pagina 3

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:42:53 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

Anotación Nro: 0 Nro corrección: 1 Radicación: Fecha: 02-02-2019

SE ACTUALIZA NOMENCLATURA Y/O CHIP, CON LOS SUMINISTRADOS POR LA U.A.E.C.D., RES. 2013-35716 PROFERIDA POR ESA ENTIDAD, RES. NO. 5386 DE 14/08/2007 EXPEDIDA POR LA S.N.R.

FIN DE ESTE DOCUMENTO

El interesado debe comunicar al registrador cualquier falla o error en el registro de los documentos
USUARIO: Realtech

TURNO: 2019-161678 **FECHA: 15-04-2019**
EXPEDIDO EN: BOGOTA

El Registrador: EDGAR JOSE NAMEN AYUB

SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO
La guarda de la fe pública

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

KR 12 A 49 A 2 SUR

REF:

Desarrollo	LA MERCED SUR
UPZ	MARRUECOS
Localidad	RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la KR 12 A 49 A 2 SUR, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote 18 de la manzana O del plano aprobado RU5/4-01 , del desarrollo LA MERCED SUR , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 367 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha: 14/04/2019
Hora: 21:46:43

Señor(a)

USUARIO

KR 12A 49A 02 SUR

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JTTD**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada no tiene asignado estrato.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

0KR012A00000049A000002S0000000000000 5596675 43
Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C. Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

REPORTE ESTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN



Estación de telecomunicación
- Aprobada SDP
- Regularización
- Exento
- Estación Queja
- Trabajo Campo

Dirección: KR 12 A 49 A 2 SUR

Localidad: RAFAEL URIBE URIBE

DOCUMENTO INFORMATIVO SIN COSTO Y SIN TRÁMITE KR 12 A 49 A 2 SUR

En atención a su solicitud, me permito informarle que en el predio ubicado en la dirección arriba mencionada, a la fecha de la consulta, NO SE LOCALIZA estación de telecomunicación según lo registrado en la Base de Datos Geográfica Corporativa.

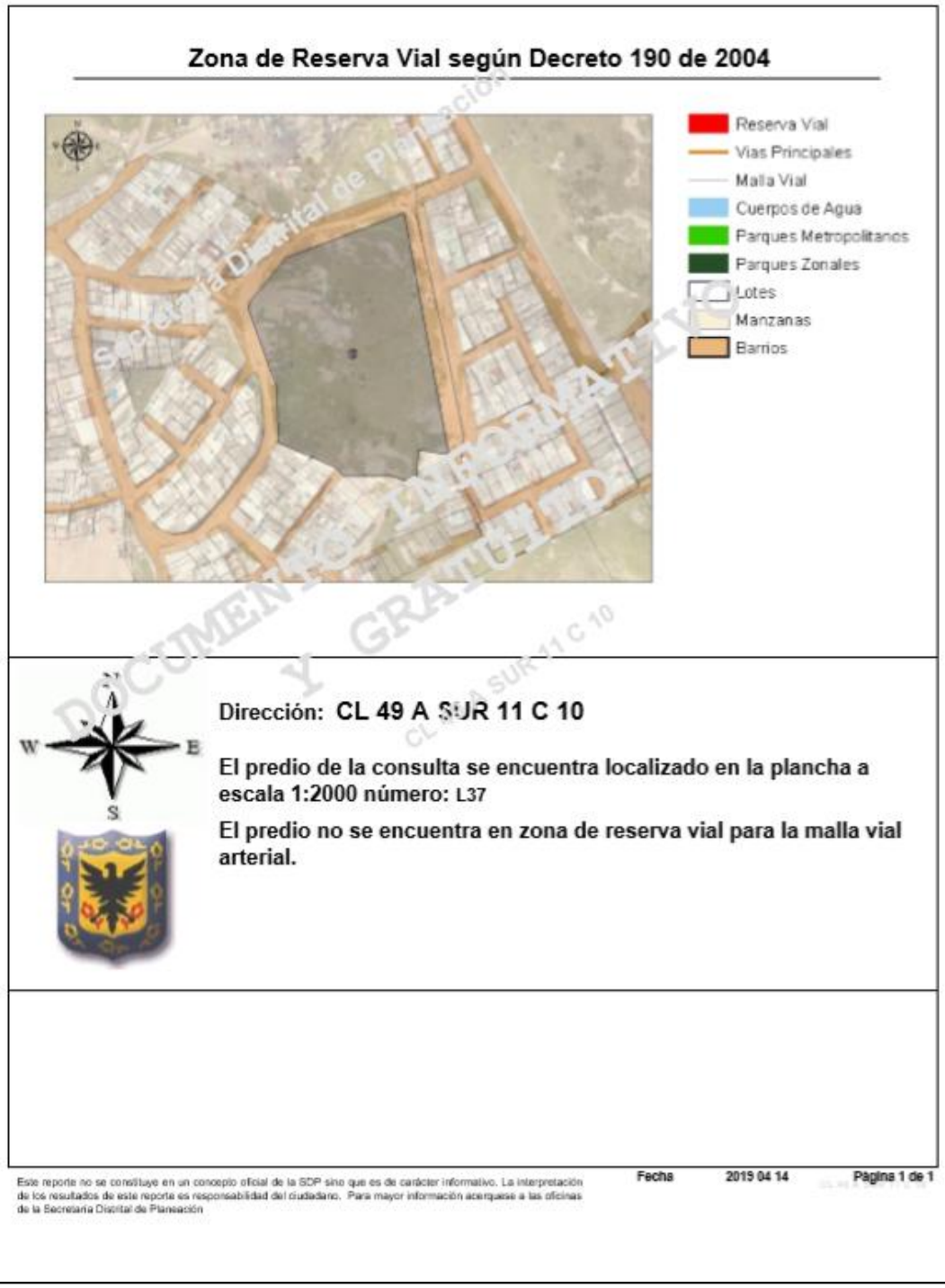
Para cualquier información adicional respecto a este reporte usted se puede dirigir el primer día hábil de la semana de 8:00am a 6:00pm a la Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos de la Secretaría Distrital de Planeación, ubicada en la Carrera 30 No. 25-90 Piso 5.

Este reporte no se constituye en un concepto oficial de la SDP sino que es de carácter informativo. La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha: April 14, 2019

Página 1 de 1

ANEXO 2 PREDIO 2 CL 49 A SUR 11 C 10





La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415534419719671 **Nro Matrícula: 50S-840419**

Pagina 1

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:55:35 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

CIRCULO REGISTRAL: 50S - BOGOTA ZONA SUR DEPTO: BOGOTA D.C. MUNICIPIO: USME VEREDA: USME
FECHA APERTURA: 14-12-1984 RADICACIÓN: 84-139129 CON: SIN INFORMACION DE: 27-11-1984
CODIGO CATASTRAL: **AAA0010JWCX**COD CATASTRAL ANT: US 2137 R/US 23847

ESTADO DEL FOLIO: **ACTIVO**

DESCRIPCION: CABIDA Y LINDEROS
LOTE DE TERRENO CON UNA EXTENSION DE 9.161.51 M2 CUYOS LINDEROS OBRAN EN LA ESCRITURA # 8680 DEL 14-11-84 NOTARIA 6. DE BOGOTA. SEGUN DECRETO 1711 DEL 06-07-84.---

COMPLEMENTACION:
COMPLEMENTACION DE LA MATRICULA NUMERO 050-0445382 QUE, JAIME PARDO CORREDRO Y TERESA PARDO DE GUARIN ADQUIRIERON POR COMPRA A MERCEDES CORREDRO DE PARDO MEDIANTE LA ESCRITURA # 3090 DEL 8 DE JUNIO DE 1.977 NOT 5. DE BOGOTA. ESTA ADQUIRIO JUNRO CON MAYOR EXTENSION POR COMPRA A VIRGINIA CORREDOR ALDANA SEGUN ESCRITURA # 1309 DEL 28 DE ABRIL DE 1.950 NOTARIA 7. DE BOGOTA. REGISTRADA EL 8 DE MAYO DEL MISMO A\O EN EL LIBRO 1. PAGINA 287 # 6409.

DIRECCION DEL INMUEBLE
Tipo Predio: SIN INFORMACIÓN
2) CL 49A SUR 11C 10 (DIRECCION CATASTRAL)
1) EL ESTANQUITO

MATRICULA ABIERTA CON BASE EN LA(s) SIGUIENTE(s) (En caso de integración y otros)
50S - 397743

ANOTACION: Nro 001 Fecha: 27-11-1984 Radicación: 139129
Doc: ESCRITURA 8680 del 14-11-1964 NOTARIA 6. de BOGOTA VALOR ACTO: $200,000
ESPECIFICACION: : 101 COMPRAVENTA
PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)
DE: PARDO CORREDOR JAIME CC# 29745
DE: PARDO DE GUARIN TERESA CC# 20004628
A: CORREDOR PORRAS JORGE ELIECER **CC# 98482** **X**
A: NOCOVE DE CORREDOR ISABEL **CC# 210766546** **X**

ANOTACION: Nro 002 Fecha: 15-07-1985 Radicación: 88376
Doc: ESCRITURA 3177 del 19-06-1985 NOTARIA 7. de BOGOTA VALOR ACTO: $1,000,000
ESPECIFICACION: : 210 HIPOTECA
PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)
DE: CORREDOR PORRAS JORGE ELIECER CC# 98482 X
DE: NOCOVE DE CORREDOR ISABEL CC# 21077546 X

ANOTACION: Nro 003 Fecha: 27-04-1989 Radicación: 21035
Doc: ESCRITURA 1289 del 14-04-1989 NOTARIA 7. de BOGOTA VALOR ACTO: $1,000,000
Se cancela anotación No: 2

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO La guarda de la fe pública

La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415534419719671 **Nro Matrícula: 50S-840419**

Pagina 2

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:55:35 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

ESPECIFICACION: : 650 CANCELACION HIPOTECA

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

DE: JAI HERNANDEZ HERNANDO

A: COREDOR PORRAS JORGE ELIECER X

A: NOCOVE DE COREDOR ISABEL X

ANOTACION: Nro 004 Fecha: 03-11-2000 Radicación: 2000-75114

Doc: ESCRITURA 2049 del 11-07-2000 NOTARIA 58 de BOGOTA D.C. VALOR ACTO: $7,000,000

ESPECIFICACION: : 101 COMPRAVENTA PARCIAL LOTE 17 Y 18 DE LA MANZANA "W" AREA 112.40 MTS2

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

DE: CORREDOR PORRAS JORGE ELIECER CC# 98482

DE: NOCOVE DE CORREDOR ISABEL CC# 21077546

A: MURILLO ADAN CC# 19232534 X

ANOTACION: Nro 005 Fecha: 17-02-2014 Radicación: 2014-15193

Doc: OFICIO 3511 del 21-11-2013 JUZGADO 009 FAMILIA DE CIRCUITO DE BOGOTA D.C. de BOGOTA D. C.

VALOR ACTO: $

ESPECIFICACION: EMBARGO DE LA SUCESION: 0425 EMBARGO DE LA SUCESION RAD. 886-2013

PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)

A: NOCOVE DE CORREDOR ISABEL **CC# 21077546** X

NRO TOTAL DE ANOTACIONES: *5*

CON BASE EN LA PRESENTE SE ABRIERON LAS SIGUIENTES MATRICULAS

4 -> 40351455LOTE 17 Y 18 MANZANA "W"

SALVEDADES: (Información Anterior o Corregida)

Anotación Nro: 0 Nro corrección: 1 Radicación: Fecha: 02-02-2019

SE ACTUALIZA NOMENCLATURA Y/O CHIP, CON LOS SUMINISTRADOS POR LA U.A.E.C.D., RES. 2013-35716 PROFERIDA POR ESA ENTIDAD, RES. NO. 5386 DE 14/08/2007 EXPEDIDA POR LA S.N.R.

***
***
***
***
***
***
***
***
***
***

La validez de este documento podrá verificarse en la página www.enrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190415534419719671 **Nro Matrícula: 50S-840419**

Pagina 3

Impreso el 15 de Abril de 2019 a las 08:55:35 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

FIN DE ESTE DOCUMENTO

El interesado debe comunicar al registrador cualquier falla o error en el registro de los documentos
USUARIO: Realtech

TURNO: 2019-161684 **FECHA: 15-04-2019**
EXPEDIDO EN: BOGOTA

El Registrador: EDGAR JOSE NAMEN AYUB

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO La guarda de la fe pública

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Bogotá, D.C. Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

CL 49 A SUR 11 C 10

REF: Desarrollo LA MERCED SUR
UPZ MARRUECOS
Localidad RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la CL 49 A SUR 11 C 10, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote 12 de la manzana W del plano aprobado RU5/4-01 , del desarrollo LA MERCED SUR , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 367 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha: 14/04/2019
Hora: 21:48:42

Señor(a)

USUARIO

CL 49A SUR 11C 10

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JWCX**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada se localiza en la manzana catastral 00142038, a la cual se le asignó el estrato uno (1), mediante el Decreto 394 del 28 de julio de 2017 y es el vigente a la fecha.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

1 0CL049A0000S011C000010000000000000000 5596684 42

Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

Fecha 2019 04 14

Informe de Predios en Zonas de Amenaza



Corredor Ecológico Ronda
ZMPA
Amenaza por Remocion en Masa
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Amenaza por Inundacion
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Malla Vial
Vias Principales
Cuerpos de Agua
Parques Zonales
Parques Metropolitanos
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Dirección: CL 49 A SUR 11 C 10

El predio correspondiente al lote de código 0014203801 NO se encuentra en zona de amenaza por inundación y se encuentra en una zona de amenaza por remoción en masa, categoría alta.

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación.
FUENTE: DPAE

Página 1 de 1

REPORTE ESTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN



Dirección: CL 49 A SUR 11 C 10

Localidad: RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su solicitud, me permito informarle que en el predio ubicado en la dirección arriba mencionada, a la fecha de la consulta, NO SE LOCALIZA estación de telecomunicación según lo registrado en la Base de Datos Geográfica Corporativa.

Para cualquier información adicional respecto a este reporte usted se puede dirigir el primer día hábil de la semana de 8:00am a 6:00pm a la Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos de la Secretaría Distrital de Planeación, ubicada en la Carrera 30 No. 25-90 Piso 5.

Este reporte no se constituye en un concepto oficial de la SDP sino que es de carácter informativo. La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha: April 14, 2019 **Página 1 de 1**

ANEXO 3 PREDIO 3 KR 11 A BIS 49 SUR

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN

REPORTE ESTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN



Dirección: KR 11 A BIS 49 SUR

Localidad: RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su solicitud, me permito informarle que en el predio ubicado en la dirección arriba mencionada, a la fecha de la consulta, NO SE LOCALIZA estación de telecomunicación según lo registrado en la Base de Datos Geográfica Corporativa.

Para cualquier información adicional respecto a este reporte usted se puede dirigir el primer día hábil de la semana de 8:00am a 6:00pm a la Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos de la Secretaría Distrital de Planeación, ubicada en la Carrera 30 No. 25-90 Piso 5.

Este reporte no se constituye en un concepto oficial de la SDP sino que es de carácter informativo. La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha: April 14, 2019 **Página 1 de 1**

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

KR 11 A BIS 49 SUR

REF:

Desarrollo	LA MERCED SUR SAN IGNACIO
UPZ	MARRUECOS
Localidad	RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la KR 11 A BIS 49 SUR, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote 19A de la manzana W del plano aprobado RU5/4-15 , del desarrollo LA MERCED SUR SAN IGNACIO , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 367 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Carrera 30 N° 24 - 90 Piso 5° PBX. 336 8000 Ext. 8202 www.sdp.gov.co Informes Línea 195

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha: 14/04/2019
Hora: 21:30:51

Señor(a)

USUARIO

KR 11A BIS 49 00 SUR

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JXUH**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada no tiene asignado estrato.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

0KR011ABIS0004900000000S0000000000000 5596639 51
Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

Fecha 2019 04 14

Informe de Predios en Zonas de Amenaza



Corredor Ecológico Ronda
ZMPA
Amenaza por Remocion en Masa
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Amenaza por Inundacion
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Malla Vial
Vias Principales
Cuerpos de Agua
Parques Zonales
Parques Metropolitanos
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Dirección: KR 11 A BIS 49 SUR

El predio correspondiente al lote de código 0014204103 NO se encuentra en zona de amenaza por inundación y se encuentra en una zona de amenaza por remoción en masa, categoría media.

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación.
FUENTE: DPAE

Página 1 de 1

ANEXO 4 PREDIO 4 CL 48 K SUR 11 A 37

Zona de Reserva Vial según Decreto 190 de 2004



Reserva Vial
Vias Principales
Malla Vial
Cuerpos de Agua
Parques Metropolitanos
Parques Zonales
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Dirección: CL 48 K SUR 11 A 37
(CL 48K SUR 11A 39)

El predio de la consulta se encuentra localizado en la plancha a escala 1:2000 número: L37

El predio no se encuentra en zona de reserva vial para la malla vial arterial.

Este reporte no se constituye en un concepto oficial de la SDP sino que es de carácter informativo. La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha 2019 04 14 Página 1 de 1

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Bogotá, D.C. Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

CL 48 K SUR 11 A 37

REF:

Desarrollo	LA ARBOLEDA SUR
UPZ	MARRUECOS
Localidad	RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la CL 48 K SUR 11 A 37, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote 4 de la manzana 35/G del plano aprobado RU2/4-03 , del desarrollo LA ARBOLEDA SUR , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 367 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Fecha: 14/04/2019
Hora: 21:54:24

Señor(a)

USUARIO

CL 48K SUR 11A 37

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JYOE**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada se localiza en la manzana catastral 00142041, a la cual se le asignó el estrato uno (1), mediante el Decreto 394 del 28 de julio de 2017 y es el vigente a la fecha.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

1 0CL048K0000S011A0000370000000000000 5596705 24

Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

Fecha 2019 04 14

Informe de Predios en Zonas de Amenaza



Corredor Ecológico Ronda
ZMPA
Amenaza por Remoción en Masa
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Amenaza por Inundacion
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Malla Vial
Vias Principales
Cuerpos de Agua
Parques Zonales
Parques Metropolitanos
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

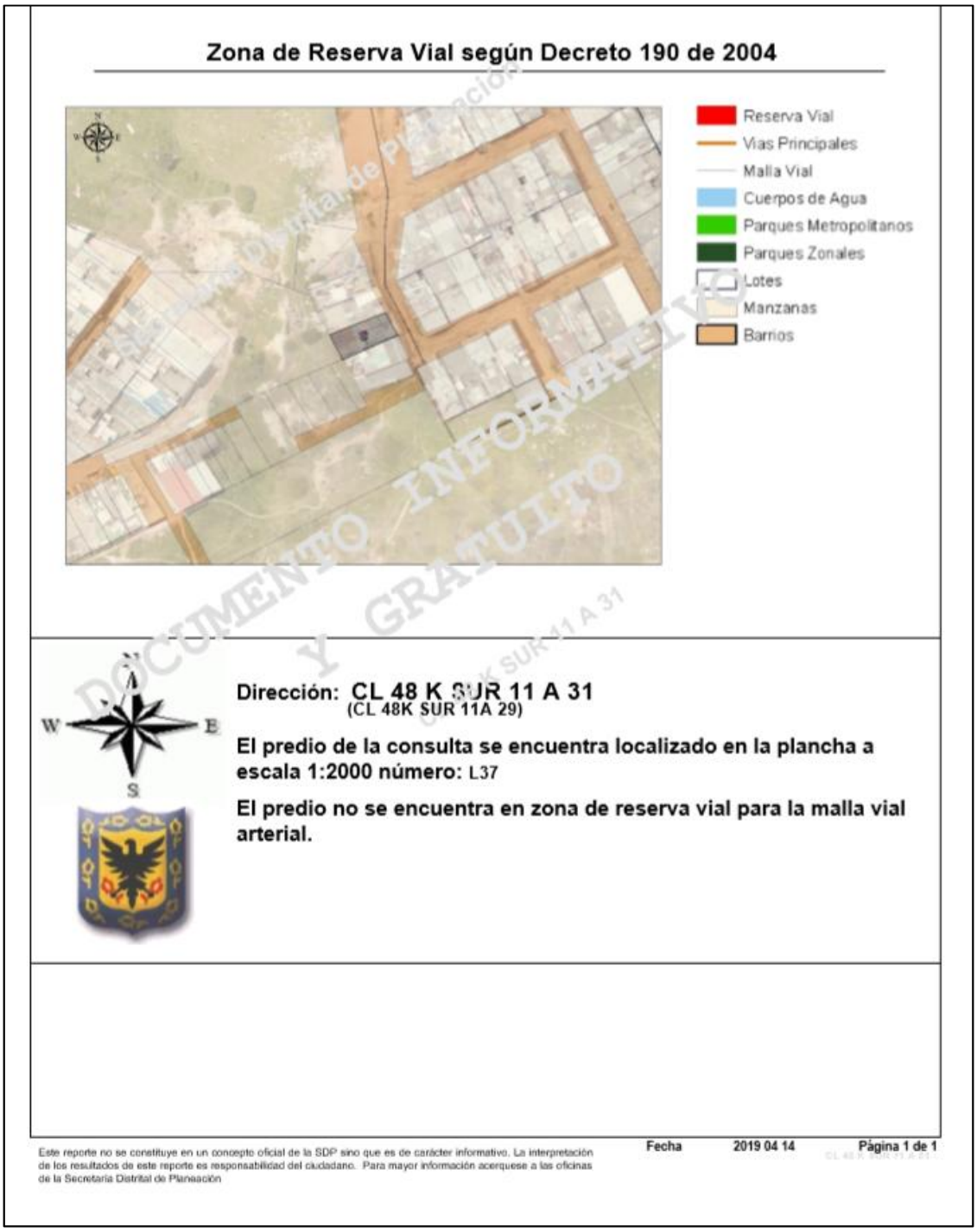
Dirección: CL 48 K SUR 11 A 37
(CL 48K SUR 11A 39)

El predio correspondiente al lote de código 0014204120 NO se encuentra en zona de amenaza por inundación y se encuentra en una zona de amenaza por remoción en masa, categoría media.

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación.
FUENTE: DPAE

Página 1 de 1

ANEXO 5 PREDIO 5 CL 48 K SUR 11 A 31



La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190421294519765424 **Nro Matrícula: 50S-40541229**

Pagina 1

Impreso el 21 de Abril de 2019 a las 07:10:46 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

CIRCULO REGISTRAL: 50S - BOGOTA ZONA SUR DEPTO: BOGOTA D.C. MUNICIPIO: BOGOTA D. C. VEREDA: BOGOTA D. C.
FECHA APERTURA: 09-02-2010 RADICACIÓN: 2010-7616 CON: SENTENCIA DE: 27-01-2010
CODIGO CATASTRAL: **AAA0010JYPP**COD CATASTRAL ANT: SIN INFORMACION

ESTADO DEL FOLIO: **ACTIVO**

DESCRIPCION: CABIDA Y LINDEROS
Contenidos en SENTENCIA Nro 00 de fecha 11-11-2009 en JUZGADO 1 CIVIL DEL CIRCUITO de BOGOTA D.C. LOTE 5 MANZANA G con area de NORTE 14.00 MTS2.SUR 14.00. ORIENTE 6.00 MTS2. OCCIDENTE 6.50 MTS2 NO CONSTA AREA (ART.11 DEL DECRETO 1711 DE JULIO 6/1984).
COMPLEMENTACION:
TRADICION: ROJAS PABLO ELI. ADQUIRIO JUNTO CON MAYOR EXTENSION POR COMPRA QUE LE HICIERON A PARDO CORREDOR JAIME Y PARDO DE GUARIN TERESA SEGUN ESCRITURA 2503 DEL 09-12-1980 DE LA NOTARIA 19. DE BOGOTA REGISTRO AL FOLIO 050-0649148. ESTOS ADQUIRIERON POR COMPRA QUE LE HICIERON A MERCEDES CORREDOR DE PARDO SEGUN ESCRITURA 3090 DEL 08-06-1977 DE LA NOTARIA 5. DE BOGOTA. ESTE ADQUIRIO JUNTO CON MAYOR EXTENSION POR COMPRA A VIRGINIA CORREDOR ALDANA SEGUN ESCRITURA 1309 DEL 28-04-1950 DE LA NOTARIA 7. DE BOGOTA. REGISTRO AL LIBRO PRIMERO PAGINA 288 N. 6409 DE 1950-

DIRECCION DEL INMUEBLE
Tipo Predio: SIN INFORMACIÓN
2) CL 48K SUR 11A 31 (DIRECCION CATASTRAL)
1) CALLE 48 K SUR #11 A 31 LOTE 5 MANZANA G

MATRICULA ABIERTA CON BASE EN LA(s) SIGUIENTE(s) (En caso de integración y otros)
50S - 649148

ANOTACION: Nro 001 Fecha: 27-01-2010 Radicación: 2010-7616
Doc: SENTENCIA 00 del 11-11-2009 JUZGADO 1 CIVIL DEL CIRCUITO de BOGOTA D.C. VALOR ACTO: $
ESPECIFICACION: DECLARACION JUDICIAL DE PERTENENCIA: 0131 DECLARACION JUDICIAL DE PERTENENCIA
PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)
A: PE/A MARIA CONCEPCION **CC# 41476656** **X**

ANOTACION: Nro 002 Fecha: 21-09-2011 Radicación: 2011-87422
Doc: ESCRITURA 2937 del 07-09-2011 NOTARIA 58 de BOGOTA D.C. VALOR ACTO: $10,000,000
ESPECIFICACION: HIPOTECA: 0203 HIPOTECA
PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)
DE: PE/A MARIA CONCEPCION CC# 41476656 X
A: CA\ON ROCHA ALFREDO **CC# 17077249**

ANOTACION: Nro 003 Fecha: 16-05-2018 Radicación: 2018-29536
Doc: ESCRITURA 657 del 24-04-2018 NOTARIA CINCUENTA Y OCHO de BOGOTA D. C. VALOR ACTO: $10,000,000
Se cancela anotación No: 2
ESPECIFICACION: CANCELACION POR VOLUNTAD DE LAS PARTES: 0843 CANCELACION POR VOLUNTAD DE LAS PARTES HIPOTECA
PERSONAS QUE INTERVIENEN EN EL ACTO (X-Titular de derecho real de dominio,I-Titular de dominio incompleto)
DE: CA\ON ROCHA ALFREDO CC# 17077249

La validez de este documento podrá verificarse en la página www.snrbotondepago.gov.co/certificado/

SNR SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO

OFICINA DE REGISTRO DE INSTRUMENTOS PUBLICOS DE BOGOTA ZONA SUR
CERTIFICADO DE TRADICION
MATRICULA INMOBILIARIA

Certificado generado con el Pin No: 190421294519765424 **Nro Matrícula: 50S-40541229**

Pagina 2

Impreso el 21 de Abril de 2019 a las 07:10:46 PM

"ESTE CERTIFICADO REFLEJA LA SITUACION JURIDICA DEL INMUEBLE HASTA LA FECHA Y HORA DE SU EXPEDICION"

No tiene validez sin la firma del registrador en la ultima página

A: PE/A MARIA CONCEPCION **CC# 41476656 X**

NRO TOTAL DE ANOTACIONES: *3*

SALVEDADES: (Información Anterior o Corregida)

Anotación Nro: 0 Nro corrección: 1 Radicación: Fecha: 02-02-2019

SE ACTUALIZA NOMENCLATURA Y/O CHIP, CON LOS SUMINISTRADOS POR LA U.A.E.C.D., RES. 2013-35716 PROFERIDA POR ESA ENTIDAD, RES. NO. 5386 DE 14/08/2007 EXPEDIDA POR LA S.N.R.

FIN DE ESTE DOCUMENTO

El interesado debe comunicar al registrador cualquier falla o error en el registro de los documentos
USUARIO: Realtech

TURNO: 2019-164703 **FECHA: 21-04-2019**

EXPEDIDO EN: BOGOTA

El Registrador: EDGAR JOSE NAMEN AYUB

SUPERINTENDENCIA DE NOTARIADO & REGISTRO La guarda de la fe pública

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D. C.
PLANEACIÓN

Bogotá, D.C. Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

CL 48 K SUR 11 A 31

REF:

Desarrollo	LA ARBOLEDA SUR
UPZ	MARRUECOS
Localidad	RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la CL 48 K SUR 11 A 31, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote 5 de la manzana 35/G del plano aprobado RU2/4-03 , del desarrollo LA ARBOLEDA SUR , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 367 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Carrera 30 Nº 24 - 90 Piso 8º PBX 338 8000 Ext. 8202 www.sdp.gov.co Información Línea 195
La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acompañarse a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha: 14/04/2019
Hora: 22:02:01

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Señor(a)

USUARIO

CL 48K SUR 11A 31

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JYPP**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada se localiza en la manzana catastral 00142041, a la cual se le asignó el estrato uno (1), mediante el Decreto 394 del 28 de julio de 2017 y es el vigente a la fecha.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

1 0CL048K0000S011A000031000000000000000 5596718 1

Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

Fecha 2019 04 14

Informe de Predios en Zonas de Amenaza



Corredor Ecológico Ronda
ZMPA
Amenaza por Remocion en Masa
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Amenaza por Inundacion
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Malla Vial
Vias Principales
Cuerpos de Agua
Parques Zonales
Parques Metropolitanos
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

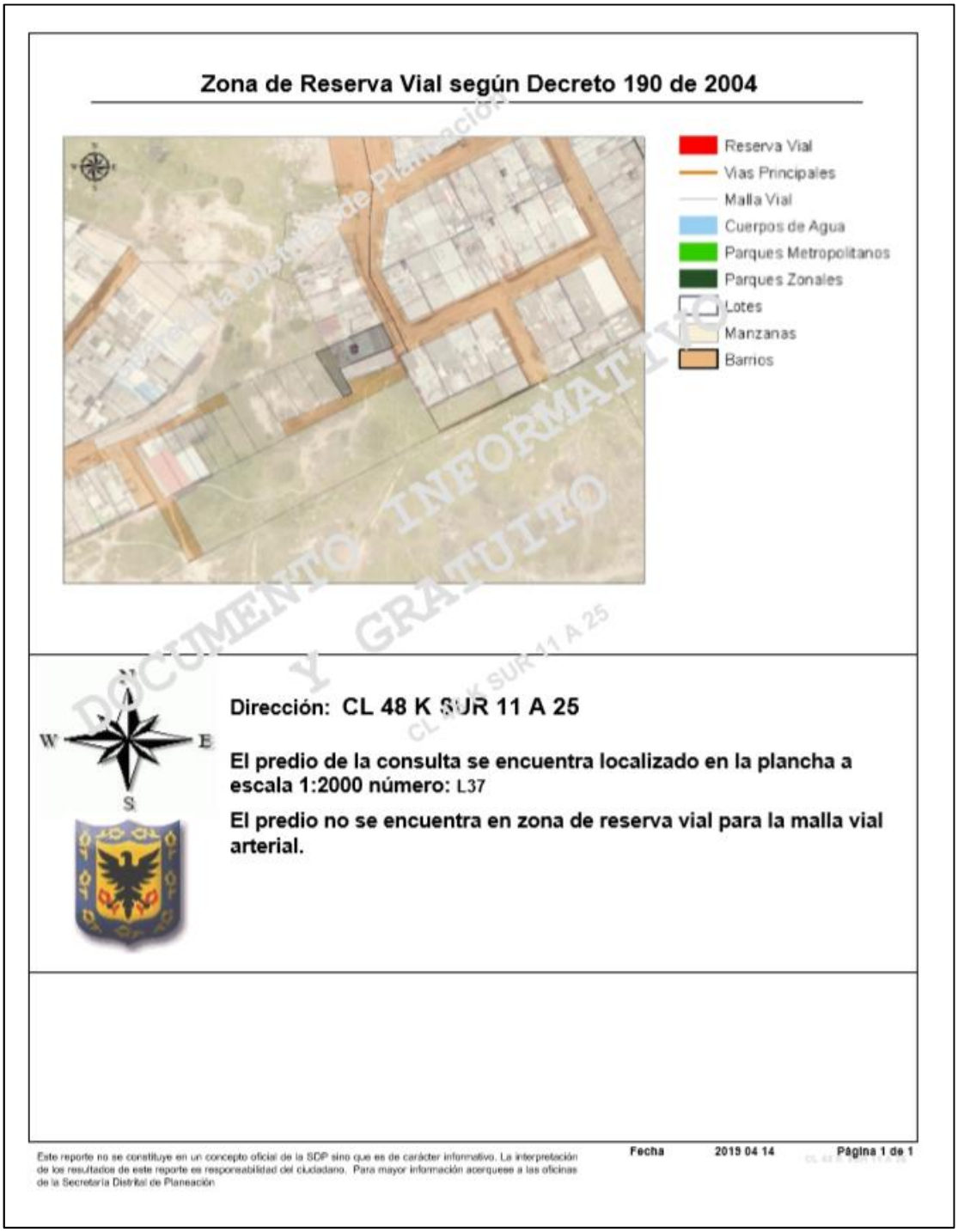
Dirección: CL 48 K SUR 11 A 31
(CL 48K SUR 11A 29)

El predio correspondiente al lote de código 0014204121 NO se encuentra en zona de amenaza por inundación y se encuentra en una zona de amenaza por remoción en masa, categoría media.

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación.
FUENTE: DPAE

Página 1 de 1

ANEXO 6 PREDIO 6 CL 48 K SUR 11 A 25



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Bogotá, D.C. Fecha 2019 04 14

Señor(a)

USUARIO

CL 48 K SUR 11 A 25

REF:

Desarrollo	LA MERCED SUR
UPZ	MARRUECOS
Localidad	RAFAEL URIBE URIBE

En atención a su consulta, relacionada con la situación de legalidad del predio ubicado en la CL 48 K SUR 11 A 25, nos permitimos informarle lo siguiente:

Una vez consultada la base de información de esta Secretaría, se estableció que el inmueble de la referencia corresponde al lote . de la manzana G del plano aprobado RU5/4-01 , del desarrollo LA MERCED SUR , se en encuentra en estado LEGALIZADO.

En razón de lo anterior, se debe llevar a cabo ante esta Entidad el proceso de reconocimiento del sector en el cual se localiza el predio, según los parámetros establecidos en el Decreto Distrital 387 de 2005 "Por el cual se reglamenta el procedimiento y demás requisitos para la legalización de los desarrollos humanos realizados clandestinamente, de conformidad con el artículo 458 del Decreto Distrital 190 de 2004".

Para mayor información puede acercarse a esta entidad el día lunes en el horario de 8 a 12 AM y de 2 a 4 PM

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Fecha: 14/04/2019
Hora: 22:05:18

Bogotá, D.C.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital de PLANEACIÓN

Señor(a)

USUARIO

CL 48K SUR 11A 21 MJ

Localidad RAFAEL URIBE URIBE **CHIP** **AAA0010JXTD**

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

ASUNTO: Constancia de Estratificación

En atención a su solicitud, me permito informarle que el predio ubicado en la dirección arriba mencionada se localiza en la manzana catastral 00142041, a la cual se le asignó el estrato uno (1), mediante el Decreto 394 del 28 de julio de 2017 y es el vigente a la fecha.

Se aclara que el estrato aplica exclusivamente si el inmueble es de uso residencial, de acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Cordialmente,

ARIEL CARRERO MONTAÑEZ
Dirección de Estratificación
Subsecretaría de Información y Estudios Estratégicos

1 0CL048K0000S011A000021000000000000 5596723 18

Carrera 30 25 90 Piso 5, 8, 13. Conmutador 3358000 Extensión 8132

Fecha 2019 04 14

Informe de Predios en Zonas de Amenaza



Corredor Ecológico Ronda
ZMPA
Amenaza por Remocion en Masa
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Amenaza por Inundacion
Amenaza Alta
Amenaza Media
Amenaza Baja
Malla Vial
Vias Principales
Cuerpos de Agua
Parques Zonales
Parques Metropolitanos
Lotes
Manzanas
Barrios

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO

Dirección: CL 48 K SUR 11 A 25

El predio correspondiente al lote de código 0014204102 NO se encuentra en zona de amenaza por inundación y se encuentra en una zona de amenaza por remoción en masa, categoría media.

La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación.
FUENTE: DPAE

Página 1 de 1

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital de Planeación

REPORTE ESTACIÓN DE TELECOMUNICACIÓN



Estación de telecomunicación
- Aprobada SDP
- Regularización
- Exento
- Estación Queja
- Trabajo Campo

Dirección: CL 48 K SUR 11 A 25

Localidad: RAFAEL URIBE URIBE

DOCUMENTO INFORMATIVO Y GRATUITO
CL 48 K SUR 11 A 25

En atención a su solicitud, me permito informarle que en el predio ubicado en la dirección arriba mencionada, a la fecha de la consulta, NO SE LOCALIZA estación de telecomunicación según lo registrado en la Base de Datos Geográfica Corporativa.

Para cualquier información adicional respecto a este reporte usted se puede dirigir el primer día hábil de la semana de 8:00am a 6:00pm a la Dirección de Vías, Transporte y Servicios Públicos de la Secretaría Distrital de Planeación, ubicada en la Carrera 30 No. 25-90 Piso 5.

Este reporte no se constituye en un concepto oficial de la SDP sino que es de carácter informativo. La interpretación de los resultados de este reporte es responsabilidad del ciudadano. Para mayor información acerquese a las oficinas de la Secretaría Distrital de Planeación

Fecha: April 14, 2019 **Pagina 1 de 1**