

ELABORAR LOS ESTUDIOS TÉCNICOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA ZONA DE RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE DESDE LA COORDENADA E: 1.024.201 m N: 1.031.118 m HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL RÍO AVES Y, RÍO AVES DESDE LA COORDENADA E: 1.025.128 m N: 1.031.118 m HASTA LA DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA MONTOQUE, PARA UNA LONGITUD DE UN (1,2) KM EN EL MUNICIPIO DE GUASCA

GUASCA  
CUNDINAMARCA

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 200-30.4-345  
DEL 19 DE JULIO DE 2023



## CONTENIDO

1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO.....	15
1.1	COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN .....	15
1.2	ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN PREDIAL.....	19
1.2.1	Descripción de las veredas.....	21
1.2.2	Análisis Demográfico .....	22
1.2.3	Uso del suelo y Tenencia de propiedad .....	23
1.3	REVISIÓN DE DISPOSICIONES O RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO.....	32
1.3.1	Revisión de disposiciones o restricciones de uso y aptitud del suelo en el EOT ...	32
1.4	REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN.....	34
1.5	SOCIALIZACIÓN PROCESO DE ACOTAMIENTO RONDA HÍDRICA .....	35
1.5.1	Estrategia de Participación .....	35
1.5.2	Cronograma.....	40
1.5.3	Resultados estrategia de participación.....	40
2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO .....	50
2.1	TRABAJOS DE CAMPO .....	50
2.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LA GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO .....	54
3	LEVANTAMIENTO LIDAR Y GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)	55
3.1	INTRODUCCIÓN.....	55
3.2	LEVANTAMIENTO LIDAR .....	56
3.2.1	Metodología del Levantamiento LiDAR .....	56
3.2.2	Materialización de Puntos de Control .....	56
3.2.3	Procesamiento de la Información LiDAR.....	56
3.2.4	Resultados del Levantamiento LiDAR .....	57



4	GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) .....	58
4.1	DEFINICIÓN .....	58
4.2	PROCESO DE GENERACIÓN .....	58
4.2.1	Integración de Datos .....	58
4.2.2	Filtrado .....	58
4.2.3	Validación del MDT .....	58
4.3	CUBRIMIENTO DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO .....	59
5	MODELACIÓN HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA .....	60
5.1	INTRODUCCIÓN .....	60
5.2	CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA .....	61
5.2.1	Localización de las Unidades Hidrográficas .....	61
5.3	MORFOMETRÍA DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS .....	63
5.3.1	Área .....	63
5.3.2	Perímetro .....	63
5.3.3	Longitud y perfil del cauce principal .....	64
5.3.4	Curva hipsométrica por unidad hidrográfica Nivel II .....	65
5.3.5	Elevación Media por unidad hidrográfica .....	69
5.3.6	Pendiente del Cauce .....	69
5.3.7	Pendiente de las Unidades Hidrográficas de Nivel II .....	71
5.3.8	Tiempo de concentración .....	73
5.3.9	Índices Morfométricos .....	74
5.4	CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE .....	77
5.4.1	Índice de Sinuosidad y Patrón de Alineamiento .....	77
5.4.2	Densidad de drenaje .....	78
5.5	COBERTURAS VEGETALES Y USO DEL SUELO .....	79
5.5.1	Territorios artificializados .....	81
5.5.2	Territorios agrícolas .....	83
5.5.3	Bosques y áreas seminaturales .....	85



5.6	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA .....	89
5.6.1	Estaciones hidrometeorológicas área de influencia .....	89
5.6.2	Datos Anómalos .....	90
5.6.3	Análisis de Completitud.....	92
5.6.4	Complementación de series .....	93
5.6.5	Análisis de Consistencia y Homogeneidad .....	96
5.7	CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA.....	101
5.7.1	Polígonos de Thiessen.....	101
5.7.2	Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) .....	102
5.7.3	Transposición de caudales .....	104
5.7.4	Caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales .....	109
5.7.5	Análisis de frecuencias de Caudales máximos .....	109
5.7.6	Caudales Máximos para diferentes períodos de retorno .....	111
5.7.7	Modelación Hidrológica.....	111
5.7.8	Modelación Hidráulica.....	121
5.8	RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA CON EVENTOS DE INUNDACIÓN ...	168
6	DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE .....	169
6.1	INTRODUCCIÓN.....	169
6.2	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	169
6.2.1	Análisis multitemporal del cauce de la quebrada Montique y el río Aves.....	169
6.2.2	Análisis Geomorfológico .....	173
6.3	ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	177
6.4	DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE.....	179
7	DEFINICIÓN DEL LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA .....	182
7.1	INTRODUCCIÓN.....	182
7.2	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO.....	182
7.2.1	Marco Metodológico .....	183
7.2.2	Revisión de información secundaria.....	184



7.2.3	Mapa Geomorfológico a escala 1:25.000.....	185
7.2.4	Definición del tipo de cauce .....	189
7.2.5	Procesos Morfodinámicos.....	190
7.2.6	Mapa geomorfológico a escala 1:5.000.....	195
7.2.7	Delimitación del componente geomorfológico de la Ronda Hídrica .....	206
7.3	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO.....	209
7.3.1	Análisis de resultados respecto a los eventos históricos .....	209
7.3.2	Delimitación de la ronda desde el componente hidrológico.....	209
7.4	DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO.....	212
7.4.1	Metodología.....	212
7.4.2	Zonas de Vida .....	214
7.4.3	Delimitación de la ronda desde el componente ecosistémico .....	223
7.5	DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA .....	227
7.5.1	Faja paralela y área de protección o conservación aferente .....	229
8	DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO .....	230
8.1	INTRODUCCIÓN.....	230
8.2	DEFINICIÓN DE ÁREAS HOMOGÉNEAS.....	230
8.2.1	Preservación.....	233
8.2.2	Restauración .....	233
8.2.3	Uso sostenible.....	234
8.3	DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO POR ÁREAS HOMOGÉNEAS.....	234
8.4	ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA RONDA HÍDRICA .....	235
8.4.1	ESTRATEGIA DE PRESERVACIÓN .....	235
8.4.2	ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN .....	236
8.4.3	ESTRATEGIA DE USO SOSTENIBLE.....	237
9	ANEXOS .....	238



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Compilación de información secundaria .....	15
Tabla 2	Distribución de planchas escala 1:25.000.....	17
Tabla 3	Distribución predial en el área de estudio .....	19
Tabla 4.	Edad de habitantes .....	22
Tabla 5	Inventario de infraestructura en predios del área de estudio.....	23
Tabla 6.	Materiales de construcción .....	25
Tabla 7.	Estado de la infraestructura.....	27
Tabla 8.	Saneamiento básico .....	29
Tabla 9.	Uso del agua .....	31
Tabla 10	Zonificación de la amenaza por inundación conforme al EOT en el área de estudio ...	33
Tabla 11	Equipo empleado .....	50
Tabla 12.	Área por unidad hidrográfica Nivel II .....	63
Tabla 13.	Perímetro por unidad hidrográfica Nivel II.....	63
Tabla 14.	Longitud por unidad hidrográfica de Nivel II.....	64
Tabla 15.	Curva hipsométrica del Río Aves .....	65
Tabla 16.	Curva hipsométrica de la Quebrada Montique .....	67
Tabla 17.	Elevación media de las unidades hidrográficas Nivel II.....	69
Tabla 18.	Pendiente del cauce del Río Aves.....	69
Tabla 19.	Pendiente del cauce de la Quebrada Montique.....	70
Tabla 20.	Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente media .....	71
Tabla 21.	Ecuaciones de Tiempo de Concentración.....	74
Tabla 22.	Tiempo de Concentración en horas por unidad hidrográfica.....	74
Tabla 23.	Clasificación del factor de forma .....	75
Tabla 24.	Factor de forma por unidad hidrográfica .....	75
Tabla 25.	Clasificación de índice de compacidad .....	76
Tabla 26.	Índice de compacidad por unidad hidrográfica .....	76



Tabla 27. Clasificación de índice de alargamiento.....	77
Tabla 28. Índice de alargamiento por unidad hidrográfica .....	77
Tabla 29. Clasificación de cauces – Patrón de alineamiento.....	78
Tabla 30. Patrón de alineamiento.....	78
Tabla 31. Clasificación de densidad de drenaje.....	79
Tabla 32. Densidad de drenaje.....	79
Tabla 33 Coberturas identificadas en el área de estudio.....	80
Tabla 34. Estaciones Hidrometeorológicas .....	90
Tabla 35. Datos anómalos Precipitación Máximo 24 horas .....	91
Tabla 36. Datos Anómalos Caudales - Estación La Vega - 2120751.....	91
Tabla 37. Análisis de completitud precipitación máxima en 24 horas .....	92
Tabla 38. Análisis de completitud Caudales Estación La Vega -2120751 .....	92
Tabla 39. Prueba de Petit - Precipitación Máxima en 24 horas.....	97
Tabla 40. Prueba de SNHT - Precipitación Máxima en 24 horas .....	97
Tabla 41. Prueba de Buishand - Precipitación Máxima en 24 horas.....	98
Tabla 42. Resumen pruebas de homogeneidad Precipitación Máxima en 24 horas .....	98
Tabla 43. Prueba de Petit - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves .....	98
Tabla 44. Prueba de SNHT - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves .....	99
Tabla 45. Prueba de Buishand - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves .....	99
Tabla 46. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves .....	99
Tabla 47. Prueba de Petit - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves .....	99
Tabla 48. Prueba de SNHT - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves.....	100
Tabla 49. Prueba de Buishand - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves .....	100
Tabla 50. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves .....	100
Tabla 51. Prueba de Petit - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves .....	100
Tabla 52. Prueba de SNHT - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves .....	100



Tabla 53. Prueba de Buishand - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves .....	101
Tabla 54. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves .....	101
Tabla 55. Áreas Aferentes .....	107
Tabla 56. Caudales mensuales multianuales punto de acotamiento Río Aves (m <sup>3</sup> /seg).....	109
Tabla 57. Caudales mensuales multianuales Punto de acotamiento Q.Montoque (m <sup>3</sup> /seg) .....	109
Tabla 58. Estadísticos distribución de frecuencias de Caudales río Aves punto de acotamiento .....	110
Tabla 59. Estadísticos distribución de frecuencias de Caudales Q. Montoque punto de acotamiento.....	110
Tabla 60. Caudales máximos (m <sup>3</sup> /seg) para diferentes periodos de retorno - Río Aves .....	111
Tabla 61. Caudales máximos (m <sup>3</sup> /seg) para diferentes periodos de retorno - Quebrada Montoque .....	111
Tabla 62 Procesos Morfo dinámicos en el área de estudio .....	191
Tabla 63 Leyenda geomorfológica para el área de acotamiento de la ronda hídrica .....	195
Tabla 64 Localización parcelas de caracterización establecidas en el área de estudio .....	219
Tabla 65 Especies presentes en franja de estudio .....	221
Tabla 66 Cálculos de IVI para especies presentes en franja de estudio.....	222
Tabla 67 Resultados parámetro estructural H.....	223
Tabla 68 Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje .....	224
Tabla 69 Densidad de drenaje para las unidades geomorfológicas .....	224
Tabla 70 Calculo del componente ecosistémico a partir de los valores de H y N.....	224
Tabla 79 Distribución de la zonificación de áreas homogéneas para la ronda hídrica de la Quebrada Montoque y el Río Aves.....	234



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cartografía Básica IGAC .....	17
Figura 2 Cartografía base disponible en escala 1:10.000.....	18
Figura 3 Edad población Área de estudio .....	22
Figura 4 Distribución Infraestructura.....	24
Figura 5. Materiales de construcción.....	26
Figura 6. Estado de la infraestructura.....	28
Figura 7. Saneamiento básico .....	30
Figura 8. Uso del agua.....	32
Figura 9 Usos establecidos en las zonas de rondas.....	33
Figura 10 Actividades y herramientas de la estrategia .....	36
Figura 11 Cuña Radial en emisora Municipal.....	37
Figura 12 Contacto presidentes de Juntas de Acción Comunal .....	38
Figura 13 Registro fotográfico Taller 1 .....	42
Figura 14 Lista de asistencia Taller 1 .....	42
Figura 15 Cartografía Social Taller Veredas Grupo A.....	44
Figura 16 Problemáticas y Conflictos Grupo A - Taller Veredas .....	45
Figura 17 Cartografía Social Taller Veredas Grupo B.....	46
Figura 18 Problemáticas y Conflictos Grupo B - Taller .....	47
Figura 19 Registro fotográfico del 2 taller de participación .....	48
Figura 20 Lista de asistencia Taller 2.....	49
Figura 21 Localización de las secciones Topobatimétricas .....	51
Figura 22 Registro fotográfico del levantamiento de secciones Topobatimétricas .....	51
Figura 23 Carteras topográficas .....	52
Figura 24 Procesamiento de la información .....	53
Figura 25 Resumen de coordenadas de puntos de Referencia .....	53
Figura 26 Vértices materializados.....	55



Figura 27 MDT generado del proceso LiDAR .....	57
Figura 28 Validación cubrimiento de la MODELO DIGITAL DE TERRENO, para el área del proyecto.....	59
Figura 29. Localización Quebrada Montique y Rio Aves .....	62
Figura 30. Perfil longitudinal Rio Aves.....	64
Figura 31. Perfil longitudinal Quebrada Montique.....	65
Figura 32. Curva hipsométrica Rio Aves .....	67
Figura 33. Curva hipsométrica de la Quebrada Montique .....	68
Figura 34. Pendientes del Río Aves .....	72
Figura 35. Pendientes de la Quebrada Montiques.....	73
Figura 36. Distribución de coberturas área de estudio .....	81
Figura 37 Coberturas de la tierra Corine Land Cover .....	88
Figura 38. Estaciones hidrometeorológicas área de influencia .....	89
Figura 39. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120195 Montecillos .....	93
Figura 40. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120562 Guatavita .....	94
Figura 41. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120096 El Consuelo .....	94
Figura 42. Complementación series de Caudales Máximos - La Vega - 2120751 .....	95
Figura 43. Complementación series de Caudales Mínimos - La Vega – 2120751 .....	95
Figura 44. Complementación series de Caudales Medios - La Vega - 2120751 .....	96
Figura 45. Área de influencia estaciones de Precipitación .....	102
Figura 46. Curvas IDF del área aferente a la bocatoma .....	103
Figura 47. Área de influencia estación La Vega - 2120751 .....	105
Figura 48. Área aferente río Aves y quebrada Montique .....	106
Figura 49. Caudales Mensuales - Estación La Vega río Aves (2120751).....	107
Figura 50. Caudales Mensuales río Aves - Punto de acotamiento ronda hídrica .....	108
Figura 51. Caudales Mensuales quebrada Montique – Punto de acotamiento ronda hídrica ..	108



Figura 52. Áreas impermeabilizadas en las unidades hidrográficas.....	113
Figura 53. Modelo grafico de unidad hidrográfica .....	114
Figura 54. Hidrograma periodo de retorno 2.33 años .....	115
Figura 55. Hidrograma periodo de retorno 5 años .....	115
Figura 56. Hidrograma periodo de retorno 10 años .....	116
Figura 57. Hidrograma periodo de retorno 15 años .....	116
Figura 58. Hidrograma periodo de retorno 25 años .....	117
Figura 59. Hidrograma periodo de retorno 50 años .....	117
Figura 60. Hidrograma periodo de retorno 100 .....	118
Figura 61. Hidrograma periodo de retorno 2.33 .....	118
Figura 62. Hidrograma periodo de retorno 5 años .....	119
Figura 63. Hidrograma periodo de retorno 10 años .....	119
Figura 64. Hidrograma periodo de retorno 15 años .....	120
Figura 65. Hidrograma periodo de retorno 25 años .....	120
Figura 66. Hidrograma periodo de retorno 50 años .....	121
Figura 67. Hidrograma periodo de retorno 100 años .....	121
Figura 68. Modelo de Elevación del Terreno.....	123
Figura 69.Mallado del modelo.....	124
Figura 70.Condiciones hidrológicos del modelo.....	125
Figura 71. Mancha de inundación periodo de retorno 2.33 años - Rio Aves .....	126
Figura 72. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 2.33 años.....	127
Figura 73. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 2.33 años .....	128
Figura 74. Mancha de inundación periodo de retorno 2.33 años – Quebrada Montique.....	129
Figura 75.Secciones hidráulicas Quebrada Montique - Periodo de retorno 2.33 años.....	130
Figura 76. Perfil longitudinal quebrada Montique - Periodo de retorno 2.33 años.....	131
Figura 77. Mancha de inundación periodo de retorno 5 años - Rio Aves.....	132
Figura 78.Secciones hidráulicas del río Aves - Periodo de retorno 5 años.....	133
Figura 79. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 5 años .....	134



Figura 80. Mancha de inundación periodo de retorno 5 años - Quebrada Montique.....	135
Figura 81. Secciones hidráulicas quebrada Montique - Periodo de retorno 5 años .....	136
Figura 82. Perfil longitudinal quebrada Montique - Periodo de retorno 5 años .....	137
Figura 83. Mancha de inundación periodo de retorno 10 años - Río Aves .....	138
Figura 84. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 10 años.....	139
Figura 85. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 10 años .....	140
Figura 86. Mancha de inundación periodo de retorno 10 años – Quebrada Montique.....	141
Figura 87. Secciones hidráulicas quebrada Montique - Periodo de retorno 10 años .....	142
Figura 88. Perfil longitudinal quebrada Montique - Periodo de retorno 10 años.....	143
Figura 89. Mancha de inundación periodo de retorno 15 años – Río Aves.....	144
Figura 90. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 15 años.....	145
Figura 91. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 15 años .....	146
Figura 92. Mancha de inundación periodo de retorno 15 años – Quebrada Montique.....	147
Figura 93. Secciones hidráulicas quebrada Montique - Periodo de retorno 15 años .....	148
Figura 94. Perfil longitudinal quebrada Montique - Periodo de retorno 15 años.....	149
Figura 95. Mancha de inundación periodo de retorno 25 años – Río Aves.....	150
Figura 96. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 25 años.....	151
Figura 97. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 25 años .....	152
Figura 98. Mancha de inundación periodo de retorno 25 años – Quebrada Montique.....	153
Figura 99. Secciones hidráulicas quebrada Montique - Periodo de retorno 25 años .....	154
Figura 100. Perfil longitudinal de la quebrada Montique - Periodo de retorno 25 años.....	155
Figura 101. Mancha de inundación periodo de retorno 50 años – Río Aves .....	156
Figura 102. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 50 años.....	157
Figura 103. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 50 años .....	158
Figura 104. Mancha de inundación periodo de retorno 50 años – Quebrada Montique.....	159
Figura 105. Secciones hidráulicas quebrada Montique - Periodo de retorno 50 años .....	160
Figura 106. Perfil longitudinal de la quebrada Montique - Periodo de retorno 50 años.....	161
Figura 107. Mancha de inundación periodo de retorno 100 años – Río Aves .....	162



Figura 108. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 100 años.....	163
Figura 109. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 100 años .....	164
Figura 110. Mancha de inundación periodo de retorno 100 años – Quebrada Montoque.....	165
Figura 111. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 100 años .....	166
Figura 112. Perfil longitudinal de la quebrada Montoque - Periodo de retorno 100 años.....	167
Figura 113. Modelación hidráulica asociados a fenómenos de inundación .....	168
Figura 114. Análisis multitemporal de cuerpos de agua y planos de inundación río Aves y quebrada Montoque .....	170
Figura 115. Análisis multitemporal de migración e inundaciones .....	172
Figura 116 Vallecitos asociados al río Aves.....	175
Figura 117 Subunidades geomorfológica asociadas con el cuerpo de agua .....	176
Figura 118 Cauce permanente preliminar análisis geomorfológico.....	177
Figura 119. Cota de inundación periodo de retorno 2.33 años.....	178
Figura 120. Altura lámina de agua periodo de retorno 2.33 años.....	178
Figura 121. Velocidad del agua periodo de retorno 2.33 años .....	179
Figura 122 Cauce permanente quebrada Montoque y rio Aves .....	180
Figura 123 Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto para SGC .....	183
Figura 124 Mapa geomorfológico POMCA del río Bogotá.....	185
Figura 125 Mapa geomorfológico .....	189
Figura 126 Rio Montoque con forma en vista de planta recta de montaña.....	190
Figura 127 Quebrada con forma en vista de planta sinuosa de la quebrada Montoque.....	190
Figura 128 Unidades geomorfológicas a escala 1:5.000 .....	197
Figura 129 Panorámica de la geoforma abanico fluvio glaciar en la zona de estudio. ....	198
Figura 130 Perfil litológico conos fluvioglaciares.....	198
Figura 131 Limite del componente geomorfológico para la ronda del Rio Aves y Quebrada Montoque.....	207
Figura 132 Limite hidrológico de la ronda hídrica del Rio Aves y la Quebrada Montoque .....	210
Figura 133 Insumos, actividades y productos para definir el componente ecosistémico de la zona de estudio .....	213



Figura 134. Zona de vida Área de Estudio .....	215
Figura 135 Coberturas y vista general del área de estudio .....	216
Figura 136 Desarrollo de actividades agropecuaria - suelo desnudo - posible erosión.....	216
Figura 137. Sistemas de captación en fuente hídrica .....	217
Figura 138 Establecimiento de actividades recreativas y/o turísticas .....	217
Figura 139 Localización de las parcelas de caracterización establecidas para el área de estudio .....	219
Figura 140 Índice de valor importancia para las especies presentes en el área de estudio.....	222
Figura 141 Delimitación de la ronda hídrica de la Quebrada Montique y Rio Aves desde el componente ecosistémico.....	225
Figura 142 Limite funcional de la ronda de la Quebrada Montique y el Rio Aves .....	227
Figura 143 Metodología para la definición de áreas homogéneas .....	231
Figura 144 Áreas homogéneas preliminares para el área de estudio .....	232
Figura 145 Áreas homogéneas de la ronda hídrica de la Quebrada Montique y Rio Aves .....	233



# 1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO

## 1.1 COMPILACIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección y análisis de información secundaria se llevó a cabo mediante la identificación de fuentes como documentos, investigaciones, estudios y publicaciones, con base en el conocimiento especializado del equipo de trabajo. Una vez obtenida la información, esta fue organizada, procesada y distribuida a los expertos en los temas específicos, quienes procedieron a realizar su análisis y síntesis. Este proceso resultó en un insumo clave para la elaboración de los productos del proyecto. Para evaluar la calidad de la información, se utilizó una escala de alta o baja, según los criterios establecidos a continuación.

**Pertinencia (P): Alta** cuando la información aportada está estrechamente relacionada con el espacio geográfico de ubicación del territorio o que en su defecto aporta información temática directamente relacionada con la estudiada, ya sea metodología, procedimientos, o información temática con un nivel de detalle menor. **Baja** cuando la información aportada, aunque se encuentra en el contexto de la temática, se presenta a nivel regional, o en áreas geográficas cercanas.

**Fiabilidad o confiabilidad (F): Alta**, cuando la información provenga de una fuente oficial de acuerdo a la temática analizada o de una entidad con reconocimiento nacional y/o internacional. **Baja**, los documentos, trabajos, informes, investigaciones, publicaciones, artículos y/o monografías cuya fuente provenga de entidades privadas que no son las encargadas oficialmente de las temáticas analizadas, así mismo se analiza el tipo de interés que puedan tener en el área.

**Calidad (C): Alta**, referida a la información que presenta buenos niveles de exactitud y datos que los soportan; por ejemplo, en el caso de las estaciones que cuenten con información continua. En el caso de las metodologías, métodos, procedimientos, la calidad se define de acuerdo al nivel de detalle adoptado. **Baja**, la información se califica con una baja calidad, cuando no se encuentre debidamente soportada y su nivel de detalle no sea el adecuado.

**Actualidad (A):** Se califica basados en el criterio y experticia del profesional y de acuerdo a la temática y cuan sensible son a cambios drásticos en periodos cortos en el tiempo; y al tipo de información, que dependerá de las actualizaciones que se hayan efectuado.

Tabla 1 Compilación de información secundaria

Título	Autor	Año	Características				Conclusión
			P	F	C	A	
Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Guasca	Alcaldía Municipal de Guasca	2021	A	A	A	A	Proporciona información general sobre el clima, los recursos hídricos y la vegetación, que sirve como un marco de referencia. Además, establece las normas o restricciones sobre el uso y la



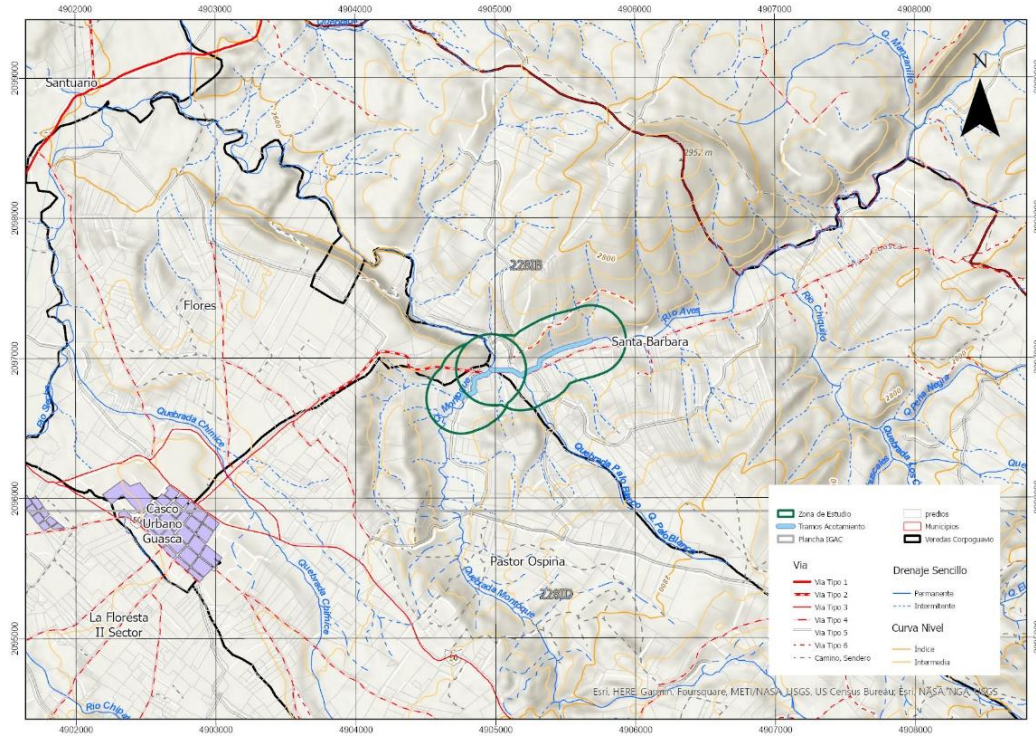
Título	Autor	Año	Características				Conclusión
			P	F	C	A	
							aptitud del suelo, régimen de usos del suelo y restricciones de uso, conforme a lo que está estipulado en el instrumento.
PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL PARA EL PERIODO CONSTITUCIONAL DE GOBIERNO 2024-2027 "GUASCA COMPROMISO DE TODOS"	Alcaldía Municipal de Guasca	2024	B	A	A	A	Información de la caracterización social económico del municipio
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Bogotá	COMISIÓN CONJUNTA (CAR CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA) Resolución 0957 de 2019	2019	A	A	A	D	Contiene evaluaciones multitemporales de cobertura del suelo y espaciales de climatología, junto con información de coberturas de la tierra
Cartografía base 1:25.000 y 1:10.000	IGAC	2023	B	A	A	A	
PORH del Embalse de Tominé y río Teusacá	CAR CORPOGUAVIO Resolución 1001 de 2020	2020	A	A	A	A	

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

La cartografía base que sirve como insumo para realizar acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves en el municipio de Guasca, se encuentran como escalas disponibles 1:25.000 y 1:10.000, cuya fuente principal es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Figura 1 presenta elementos de cartografía básica a escala 1:25000 de la zona de estudio.



Figura 1 Cartografía Básica IGAC



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

El área de estudio se ubica en una plancha escala 1:25.000, como se ve en la Tabla 2.

Tabla 2 Distribución de planchas escala 1:25.000

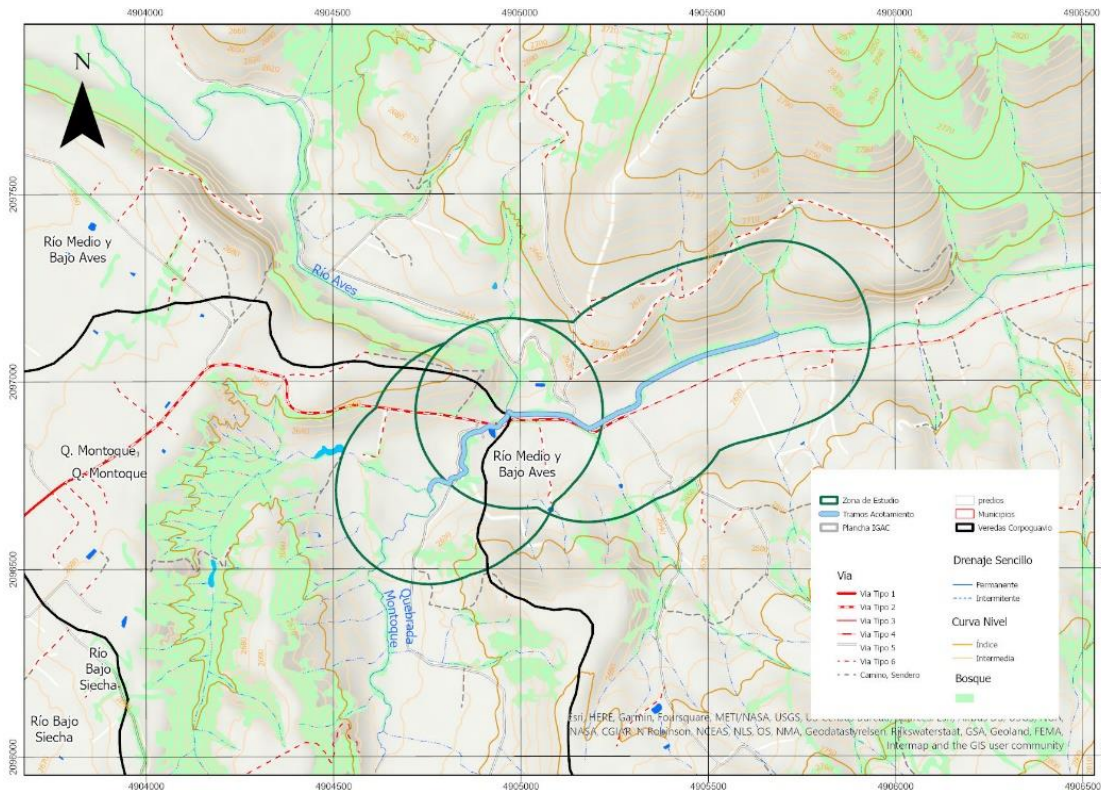
PLANCHA	% DE OCUPACIÓN
228IB	100

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

La cartografía base disponible para las áreas de estudio cuenta con elementos geográficos como límites territoriales, red de drenajes, curvas de nivel cada 25 metros y cada 10 metros, red vial y la base de datos catastral.

La Figura 2 presenta el mapa construido a partir de la cartografía base a escala 1:10000, para el área de estudio del acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Montuque y el río Aves, la cual nos permite contar con elementos cartográficos más precisos para el desarrollo del proyecto.

Figura 2 Cartografía base disponible en escala 1:10.000



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

En la información temática del área de estudio del acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves, se encuentra la clasificación del uso y cobertura de la tierra Corin Land Cover del año 2018 a partir del POMCA del río Bogotá a escala 1:25.000, la cual permite establecer que el 60% del área de estudio presenta una cobertura compuesta por mosaico de pastos y cultivos, un 5% corresponde a Herbazal denso de tierra firme con arbustos, localizados en costado oriental de la zona de estudio y un 25% de pastos limpios presentes en el costado norte, en el municipio de Guasca.

En cuanto al POMCA del río Bogotá adoptado mediante Resolución 0957 del 2019, se cuenta con información temática a escala 1:25.000 que puede ser de gran utilidad en el presente estudio, dicha información comprende coberturas de la tierra, geomorfología, hidrografía, morfometría y climatología; sin embargo, con esta última temática en este acotamiento se actualizarán los datos correspondientes.



## 1.2 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN PREDIAL

El área de estudio se presenta en la siguiente figura, en esta se identifican 3 veredas: Flores, Santa Barbara y Pastor Ospina, conforme al EOT del municipio de Guasca. A partir del buffer de 250 metros conforme al alcance técnico, se identifican 56 predios afectados por dicha delimitación, los cuales no se encuentran en su totalidad dentro del área de estudio, por lo cual a continuación se presenta el listado de estos, junto con el área de cada predio y el área del mismo dentro de la zona de estudio.

Tabla 3 Distribución predial en el área de estudio

CEDULA CATASTRAL	AREA DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO	AREA FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO	TOTAL
253220000000000050001000000000	0.25		0.25
253220000000000050002000000000	0.97		0.97
253220000000000050003000000000	1.14	0.01	1.15
253220000000000050005000000000	0.17	2.31	2.48
253220000000000050274000000000	0.36	0.20	0.55
253220000000000050275000000000	0.92		0.92
253220000000000050345000000000	0.03		0.03
253220000000000050485000000000	0.01	1.09	1.10
253220000000000050486000000000	0.77	0.28	1.04
253220000000000050487000000000	1.08		1.08
253220000000000060061000000000	0.30	1.80	2.10
253220000000000060062000000000	0.00	1.30	1.30
253220000000000060090000000000	2.41	4.06	6.47
253220000000000060091000000000	3.47	0.37	3.84
253220000000000060092000000000	1.85		1.85
253220000000000060093000000000	1.97		1.97
253220000000000060094000000000	0.79	0.41	1.20
253220000000000060095000000000	0.85		0.85
253220000000000060096000000000	0.18	0.71	0.89
253220000000000060097000000000	0.94	2.86	3.80
253220000000000060099000000000	0.17	5.44	5.61
253220000000000060332000000000	0.13	2.88	3.02
253220000000000060380000000000	1.62		1.62
253220000000000060381000000000	2.10		2.10
253220000000000060382000000000	0.85	0.44	1.29



**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA  
MONTIQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**



CEDULA CATASTRAL	AREA DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO	AREA FUERA DEL ÁREA DE ESTUDIO	TOTAL
253220000000000060383000000000	0.01	1.23	1.24
253220000000000060691000000000	1.02		1.02
253220000000000060692000000000	1.11		1.11
253220000000000060693000000000	0.99		0.99
253220000000000100001000000000	1.53		1.53
253220000000000100002000000000	1.61		1.61
253220000000000100003000000000	0.95	0.42	1.38
253220000000000100005000000000	0.59		0.59
253220000000000100006000000000	0.54		0.54
253220000000000100007000000000	0.47	0.02	0.49
253220000000000100008000000000	0.01	1.85	1.86
253220000000000100012000000000	0.57		0.57
253220000000000100017000000000	1.49	0.94	2.44
253220000000000100143000000000	1.77	1.61	3.39
253220000000000100145000000000	0.30	0.01	0.32
253220000000000100160000000000	2.06	2.58	4.64
253220000000000100180000000000	0.07	4.44	4.51
253220000000000100196000000000	0.48	0.81	1.29
253220000000000100211000000000	0.54	0.31	0.84
253220000000000100212000000000	0.63	0.48	1.11
253220000000000100213000000000	1.23	0.18	1.41
253220000000000100214000000000	0.55	0.00	0.55
253220000000000100217000000000	2.64	4.29	6.93
253220000000000100226000000000	0.59		0.59
253220000000000100227000000000	1.70	0.31	2.01
253220000000000100228000000000	1.56	0.35	1.91
253220000000000100229000000000	1.11	0.34	1.45
253220000000000100230000000000	1.64		1.64
253220000000000100258000000000	0.38		0.38
253220000000000100259000000000	0.53	3.57	4.10
253220000000000100305000000000	0.59	4.29	4.88

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

De la anterior tabla se puede concluir que el predio de mayor área consta de 3.47 ha, seguido de dos predios con 2.64 y 2.41 respectivamente, sin embargo, estos dos últimos solo tienen menos



de la mitad dentro de la zona de estudio. Finalmente, es importante mencionar que existen predios cuya área es mínima dentro de la zona de estudio, pues por el buffer un área de 0.01 ha o menos se encuentra afectada.

### 1.2.1 Descripción de las veredas

A continuación, se presenta una breve descripción de las veredas que se localizan en el área de estudio para el acotamiento de la ronda:

#### 1.2.1.1 Flores

- **Propietarios y Uso del Suelo:** La mayoría de las propiedades en Flores son de uso mixto y agropecuario, con predominancia de propietarios y roles de dueño y encargado.
- **Infraestructura:** Las viviendas están mayormente construidas con bloque y en buen estado. La mayoría de las propiedades son de tamaño pequeño, alrededor de 2 a 3 hectáreas.
- **Fuentes Hídricas:** Las fuentes hídricas en Flores son consideradas objetos de protección y conservación, utilizadas para consumo y reconocidas regionalmente.

#### 1.2.1.2 Pastor Ospina

- **Propietarios y Uso del Suelo:** Similar a Flores, Pastor Ospina muestra un predominio de propietarios con roles de dueño y encargado, y un uso del suelo agropecuario.
- **Infraestructura:** Las viviendas son principalmente de bloque y están en buen estado. Las propiedades son de tamaño diverso, con la mayoría siendo de uso mixto.
- **Fuentes Hídricas:** Pastor Ospina también cuenta con fuentes hídricas reconocidas como objetos de protección y conservación.

#### 1.2.1.3 Santa Bárbara

- **Propietarios y Uso del Suelo:** Santa Bárbara presenta una diversidad de roles, con propiedades mayormente de uso mixto. Los propietarios tienen roles variados como dueño, encargado y jefe de familia.
- **Infraestructura:** Las viviendas, construidas mayormente con bloque, están en buen estado. Las propiedades son de tamaño mixto, pero predominan las de uso mixto.
- **Fuentes Hídricas:** Las fuentes hídricas en Santa Bárbara también son reconocidas como objetos de protección y conservación, utilizadas para consumo.



### 1.2.2 Análisis Demográfico

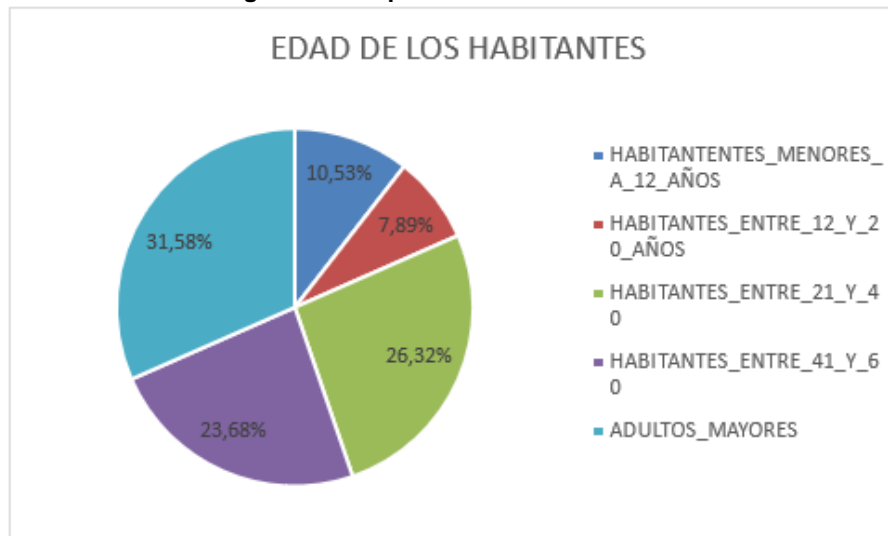
El análisis demográfico detallado de la población revela una distribución heterogénea en diferentes grupos de edad, ofreciendo una visión integral de la estructura poblacional. El estudio se centra en cinco categorías específicas: habitantes menores a 12 años, habitantes entre 12 y 20 años, habitantes entre 21 y 40 años, habitantes entre 41 y 60 años, y adultos mayores. Cada categoría desempeña un papel crucial en la comprensión de la dinámica demográfica de la población en estudio. A continuación, se presenta un análisis técnico que desglosa la proporción de cada grupo demográfico. Ver Figura 3.

Tabla 4. Edad de habitantes

Edad de habitantes		
Habitantes menores a 12 años	4	10,53%
Habitantes entre 12 y 20 años	3	7,89%
Habitantes entre 21 y 40	10	26,32%
Habitantes entre 41 y 60	9	23,68%
Adultos mayores	12	31,58%
	38	100,00%

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

Figura 3 Edad población Área de estudio



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023



La distribución demográfica se caracteriza por una variedad significativa en los diferentes grupos de edad. Los habitantes menores a 12 años constituyen el 10,53% del total, representando 4 individuos. En el rango de 12 a 20 años, la proporción disminuye ligeramente al 7,89%, con 3 habitantes. La mayor proporción se observa en la categoría de habitantes entre 21 y 40 años, que abarca el 26,32%, con un total de 10 individuos. Asimismo, los habitantes entre 41 y 60 años representan el 23,68%, con 9 individuos. Por último, los adultos mayores constituyen el 31,58%, sumando un total de 12 individuos. Este análisis demográfico destaca la diversidad en la composición de la población, subrayando la importancia de comprender las distintas etapas de la vida al abordar políticas y programas específicos.

### 1.2.3 Uso del suelo y Tenencia de propiedad

En cuanto al uso del suelo y la tenencia de propiedades, se destaca la predominancia de propietarios en las tres zonas, con un enfoque significativo en actividades agropecuarias y de uso mixto. Esto refleja una diversidad de actividades económicas en la región.

#### 1.2.3.1 Infraestructura y características de las viviendas

La infraestructura en las zonas analizadas muestra una tendencia positiva, con viviendas mayormente construidas con materiales duraderos como bloque y ladrillo. La mayoría de las propiedades se encuentran en buen estado, lo que indica un nivel aceptable de desarrollo en las comunidades.

El análisis detallado de la infraestructura proporciona una comprensión esencial de las diferentes formas en que se utiliza el espacio y los recursos. Este estudio se centra en varias categorías de infraestructura, incluyendo viviendas, lotes, turismo, agricultura, vivienda, y escuelas o colegios. La diversidad en estas categorías refleja la complejidad y las múltiples funciones que cumple la infraestructura en la comunidad. A continuación, se presenta la proporción de cada categoría a nivel veredal, destacando la predominancia de los lotes y las viviendas en la configuración general de la infraestructura.

Tabla 5 Inventario de infraestructura en predios del área de estudio

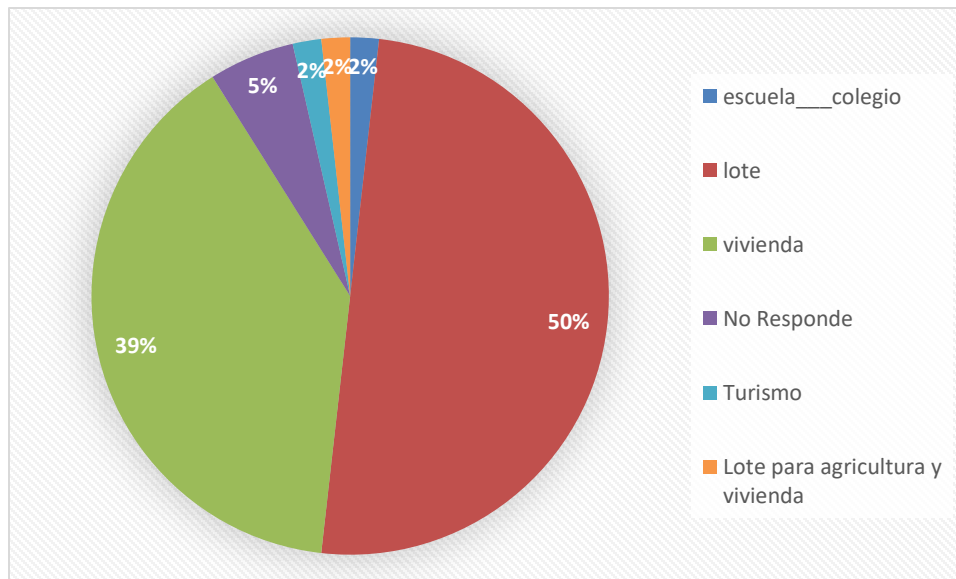
Vereda	Uso predios	%
<b>Flores</b>		
Lote	5	8,93%
Vivienda	3	5,36%
Sin información	2	3,57%
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>
<b>Pastor Ospina</b>		
Escuela/Colegio	1	1,79%
Lote	6	10,71%



Vivienda	7	12,50%
Turismo	1	1,79%
Lotes mixtos: agricultura y vivienda	1	1,79%
<b>Subtotal</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>
<b>Santa Barbara</b>		
Lote	17	30,36%
Vivienda	12	21,43%
Sin información	1	1,79%
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

Figura 4 Distribución Infraestructura



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

El análisis de la infraestructura revela una distribución diversificada en las distintas categorías. Los lotes representan la mayoría, constituyendo el 53,97% del total con un recuento de 34 unidades. Las viviendas también desempeñan un papel significativo, alcanzando el 41,27% con un total de 26 unidades. Otras categorías, como turismo, lotes para agricultura y vivienda, y escuelas o colegios, contribuyen de manera más limitada, representando el 1,59% cada una, con un total de 1 unidad respectivamente. Este análisis cuantitativo ofrece una visión detallada de la configuración espacial y funcional de la infraestructura en la región en estudio, proporcionando



una base para la planificación del desarrollo y la asignación eficiente de recursos en función de las necesidades comunitarias.

En la Figura 4 se presenta la distribución de la infraestructura de las veredas Flores, Pastor Ospina y Santa Bárbara. En Santa Bárbara 53,57%, la mayoría de la infraestructura corresponde a lotes 30,36% y viviendas 21,43%. Pastor Ospina 28,57% tiene una representación destacada de viviendas 12,50% y lotes 10,71%, con menores proporciones en escuelas/colegios 1,79% y turismo 1,79%. En Flores 17,86%, predominan los lotes 8,93% y las viviendas 5,36%, mientras que un 3,57% de las respuestas no se cuenta con información. Este patrón sugiere una concentración en la infraestructura básica, como viviendas y lotes.

### 1.2.3.2 Material de construcción

La evaluación del material de construcción utilizado en una determinada área ofrece una visión fundamental de las prácticas constructivas y la disponibilidad de recursos locales. Este estudio se centra en diversas categorías de materiales, entre ellas bloque, tabla, madera y ladrillo, ladrillo, ladrillo y bloque, y adobe. La variedad en las elecciones de material refleja la adaptabilidad de las comunidades locales y su respuesta a factores como la disponibilidad de recursos y las condiciones geográficas. A continuación, se presenta un análisis técnico que desglosa la proporción de cada categoría, resaltando la prevalencia del bloque y el ladrillo en las prácticas constructivas.

Tabla 6. Materiales de construcción

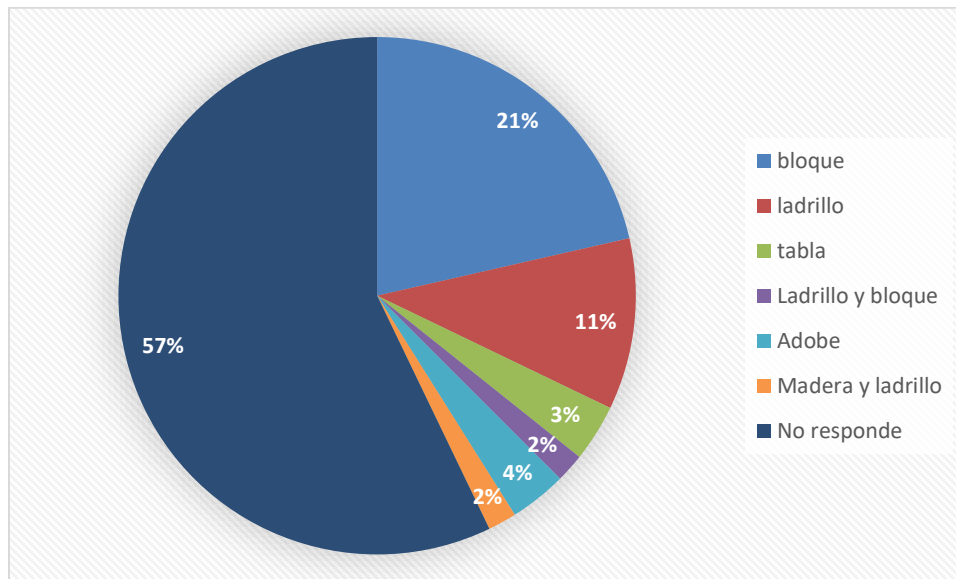
Vereda	Predios	%
<b>Flores</b>		
Bloque	1	1,79%
Ladrillo	1	1,79%
Tabla	1	1,79%
Ladrillo Y Bloque	1	1,79%
Sin información	6	10,71%
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>
<b>Pastor Ospina</b>		
Bloque	6	10,71%
Ladrillo	2	3,57%
Adobe	1	1,79%
Sin información	7	12,50%
<b>Subtotal</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>
<b>Santa Barbara</b>		
Bloque	5	8,93%



Ladrillo	3	5,36%
Tabla	1	1,79%
Adobe	1	1,79%
Madera y ladrillo	1	1,79%
Sin información	19	33,93%
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

Figura 5. Materiales de construcción



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

El análisis de los materiales de construcción utilizados en el área de estudio evidencia una diversidad de elecciones. El bloque lidera con un 44,83%, representando 13 unidades, seguido por el ladrillo que alcanza el 31,03%, con 9 unidades. El adobe contribuye con el 10,34%, representando 3 unidades. Las combinaciones de materiales, como madera y ladrillo, y ladrillo y bloque, constituyen el 3,45% cada una, con 1 unidad cada una. La tabla representa el 6,90%, con un total de 2 unidades. Este análisis cuantitativo proporciona información crucial sobre las preferencias y la disponibilidad de materiales de construcción en la región, orientando futuras decisiones en la planificación urbana y el uso sostenible de los recursos locales.

La Tabla 6, muestra la distribución de los materiales de construcción utilizados en tres veredas: Flores, Pastor Ospina y Santa Bárbara. En Santa Bárbara 53,57%, el 33,93% de los encuestados no respondió, mientras que el uso de bloque 8,93% y ladrillo 5,36% son los materiales más comunes. En Pastor Ospina 28,57%, los materiales predominantes son el bloque 10,71% y el



ladrillo 3,57%, con una representación menor de adobe 1,79% y un 12,50% de respuestas sin información. En Flores 17,86%, el uso de bloque, ladrillo, tabla y una combinación de ladrillo y bloque 1,79% cada uno es menor, aunque un 10,71% no respondió. Este patrón muestra una preferencia por el bloque y ladrillo en las construcciones tradicionales en las tres veredas, mientras que una proporción significativa de respuestas no brindó información sobre los materiales utilizados.

### 1.2.3.3 Estado de la infraestructura

La evaluación del estado de la infraestructura, específicamente viviendas o edificios, en una determinada área proporciona una indicación crucial sobre la calidad y la eficiencia de los recursos construidos. Este estudio se centra en la percepción del estado de la infraestructura, clasificándola en tres categorías: bueno, regular y malo. La comprensión de cómo la comunidad percibe el estado de sus instalaciones es esencial para la identificación de áreas que requieren mejoras y la implementación de estrategias de mantenimiento efectivas. A continuación, se presenta un análisis técnico que desglosa la proporción de cada categoría, destacando la mayoría de las evaluaciones positivas sobre el estado general de la infraestructura.

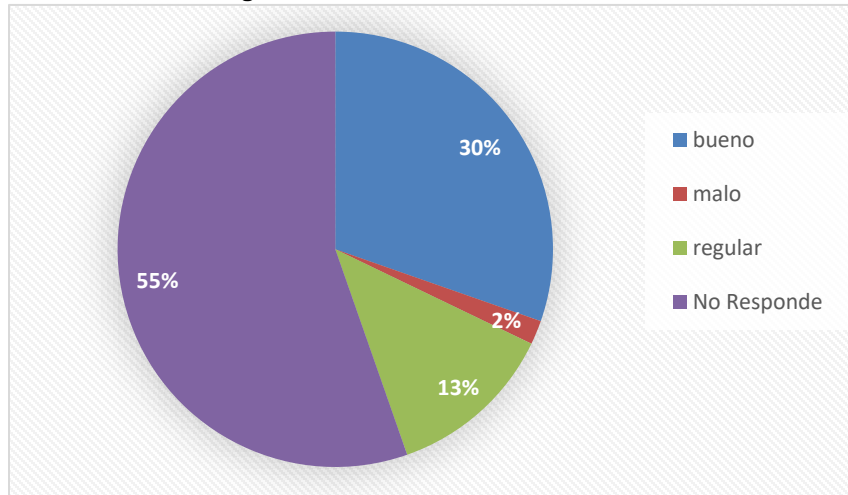
Tabla 7. Estado de la infraestructura

Veredas	Pedios	%
<b>Flores</b>		
Bueno	2	3,57%
Regular	2	3,57%
Sin información	6	10,71%
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>
<b>Pastor Ospina</b>		
Bueno	7	12,50%
Regular	2	3,57%
Sin información	7	12,50%
<b>Subtotal</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>
<b>Santa Barbara</b>		
Bueno	8	14,29%
Malo	1	1,79%
Regular	3	5,36%
Sin información	18	32,14%
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023



Figura 6. Estado de la infraestructura



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

El 68,97% de las construcciones clasifican el estado como "bueno", con un total de 20 unidades. El 27,59% lo percibe como "regular", representando 8 unidades. Un porcentaje reducido, el 3,45%, indica que la infraestructura se encuentra en un estado "malo", con una unidad. Estos resultados ofrecen una visión integral sobre la percepción comunitaria del estado de sus instalaciones, sirviendo como punto de partida para la implementación de estrategias de mantenimiento y mejora que se alineen con las expectativas y necesidades de la comunidad.

En la Tabla 7 se presentan los resultados sobre el estado de la infraestructura en las veredas Flores, Pastor Ospina y Santa Bárbara. En Santa Bárbara 53,57%, la mayoría de los encuestados no respondió 32,14%, lo que indica una falta de información completa en este sector. En Pastor Ospina 28,57%, un 12,50% considera que la infraestructura está en buen estado, y el 3,57% la califica como regular. En Flores 17,86%, las respuestas se distribuyen entre bueno 3,57% y regular 3,57%, con un 10,71% de respuestas sin información. A pesar de que la encuesta no busca percepciones subjetivas, los datos reflejan que una proporción significativa de respuestas está basada en la percepción de los encuestados y no en una evaluación técnica objetiva.



### 1.2.3.4 Saneamiento básico

La evaluación del saneamiento básico es esencial para comprender la calidad de vida y la salud pública en una determinada área. Este estudio se centra en tres componentes fundamentales: pozo séptico, alcantarillado y acueducto. La presencia y funcionamiento adecuado de estas infraestructuras son indicadores cruciales de las condiciones de saneamiento. A continuación, se presenta un análisis técnico que desglosa la proporción de cada componente, destacando la prevalencia del acueducto y la variedad en la cobertura del saneamiento básico.

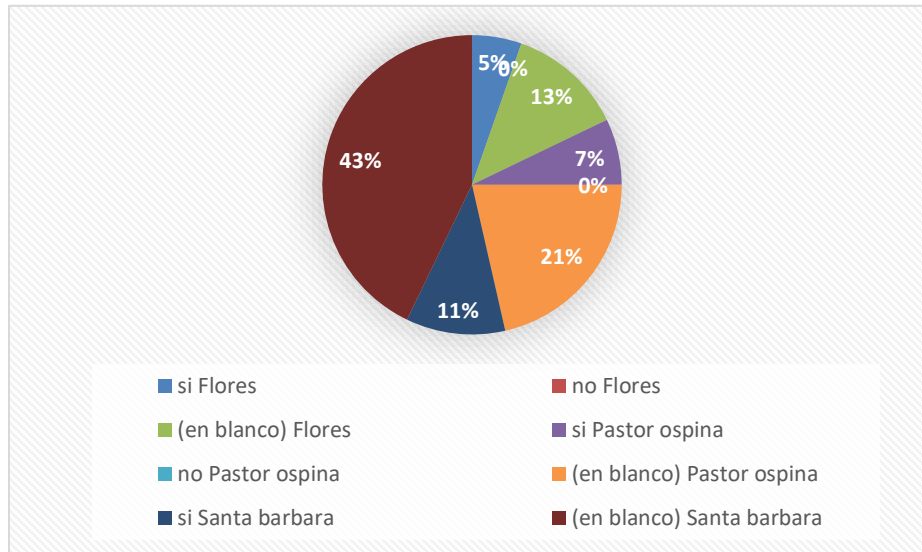
Tabla 8. Saneamiento básico

Veredas	Pozo Séptico		Alcantarillado		Acueducto	
	Predios	%	Predios	%	Predios	%
<b>Flores</b>						
Si	3	5,36%	1	1,79%	2	3,57%
No	0	0,00%	1	1,79%	0	0,00%
Sin información	7	12,50%	8	14,29%	8	14,29%
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>
<b>Pastor Ospina</b>						
Si	4	7,14%	2	3,57%	3	5,36%
No	0	0,00%	2	3,57%	0	0,00%
Sin información	12	21,43%	12	21,43%	13	23,21%
<b>Subtotal</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>
<b>Santa Barbara</b>						
Si	6	10,71%	5	8,93%	5	8,93%
Sin información	24	42,86%	25	44,64%	25	44,64%
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>
<b>TOTAL</b>						<b>56</b>

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023



Figura 7. Saneamiento básico



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

En la Tabla 8 se presenta los datos sobre los tres sistemas de saneamiento básico (pozo séptico, alcantarillado y acueducto) predominantes en las veredas Flores, Pastor Ospina y Santa Bárbara. En la vereda Flores (17,86%), la distribución es equitativa entre los tres sistemas, pero se observa que una proporción significativa de los datos está en blanco, con un 12,50% en pozo séptico, 14,29% en alcantarillado y 14,29% con acueducto. Solo un pequeño porcentaje menciona la presencia de estos servicios, con un 5,36% de pozo séptico, 1,79% alcantarillado y 3,57% con acueducto.

En la vereda Pastor Ospina (28,57%), la situación es similar, con un 21,43% sin información, con un 7,14% de uso de pozo séptico, 3,57% con alcantarillado y 5,36% con acueducto. La vereda Santa Bárbara (53,57%) presenta un porcentaje mayor de respuestas en blanco, con un 42,86% con uso de pozo séptico, 44,64% con alcantarillado y 44,64% con acueducto. A pesar de esto, un 10,71% de los encuestados afirman la presencia de pozo séptico, mientras que un 8,93% tiene acceso a alcantarillado y acueducto.

### 1.2.3.5 Uso del agua

El análisis detallado del uso del agua en una determinada área proporciona una visión integral de la distribución y la relevancia de este recurso esencial en distintos sectores. Este estudio se enfoca en tres categorías principales. A continuación, se presenta un análisis técnico que desglosa los porcentajes de uso del agua en cada categoría, destacando la importancia del sector agropecuario y sus implicaciones en la demanda total de agua.



Tabla 9. Uso del agua

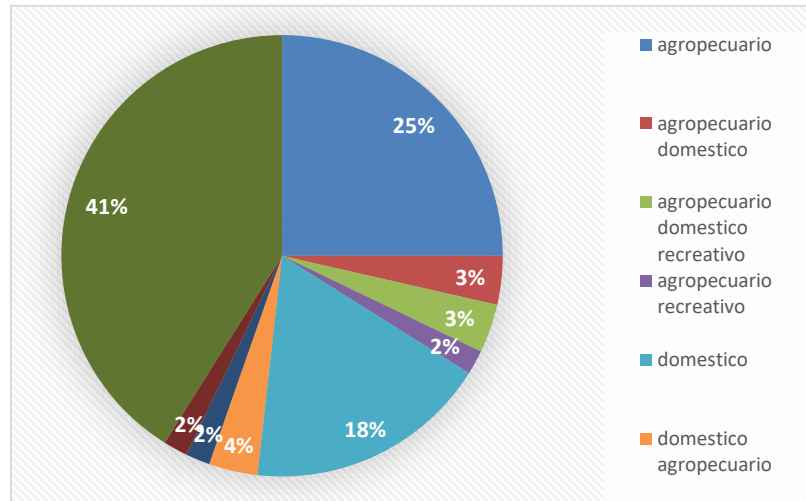
Veredas / Uso	Predios	%
<b>Flores</b>		
Agropecuario	1	1,79%
Domestico	2	3,57%
Sin información	7	12,50%
<b>Subtotal</b>	<b>10</b>	<b>17,86%</b>
<b>Pastor Ospina</b>		
Agropecuario	1	1,79%
Agropecuario y Domestico	1	1,79%
Domestico	4	7,14%
Recreativo	1	1,79%
Sin información	9	16,07%
<b>Subtotal</b>	<b>16</b>	<b>28,57%</b>
<b>Santa Barbara</b>		
Agropecuario	12	21,43%
Agropecuario y Domestico	1	1,79%
Agropecuario, Domestico y Recreativo	2	3,57%
Agropecuario y Recreativo	1	1,79%
Domestico	4	7,14%
Doméstico y Agropecuario	2	3,57%
Doméstico, Agropecuario y Recreativo	1	1,79%
Sin información	7	12,50%
<b>Subtotal</b>	<b>30</b>	<b>53,57%</b>
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

En la Tabla 9 y Figura 8 se presentan los diferentes usos del agua en las veredas de Flores, Pastor Ospina y Santa Bárbara, destacando que en la vereda Santa Bárbara se concentra la mayor proporción de encuestados 53,57%, seguido de Pastor Ospina 28,57% y Flores 17,86%. En Santa Bárbara predomina el uso agropecuario 21,43%, con combinaciones de usos doméstico, recreativo y agropecuario 9,72% en total. En la vereda Pastor Ospina, el uso doméstico es el más común 7,14%, mientras que en Flores destacan las respuestas no proporcionadas 12,50%. En general, los predios sin información representan una proporción significativa 41,07% sumadas entre las tres veredas.



Figura 8. Uso del agua



Fuente: Unión Temporal LAPI-2023

### 1.3 REVISIÓN DE DISPOSICIONES O RESTRICCIONES DE USO Y APTITUD DEL SUELO

#### 1.3.1 Revisión de disposiciones o restricciones de uso y aptitud del suelo en el EOT

Según la ley orgánica de ordenamiento territorial, los planes de ordenamiento territorial se consideran como un instrumento de planificación y gestión de las entidades territoriales tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, fundamentado en el desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo y físicamente sostenible, atendiendo la diversidad cultural y físico geográfica del territorio.

De acuerdo con la dispuesto en el documento de formulación del EOT municipal de Guasca, adoptado por el Acuerdo 027 de 2021, la definición de las áreas para la producción agrícola, ganadera y de explotación de los recursos naturales se realizaron tomando en cuenta categorías de la zonificación ambiental de usos múltiple del POMCA del río Bogotá. En los dos casos en el POMCA se definieron zonas de uso y manejo tanto de restauración como de producción agrícola y ganadera.

Conforme al Artículo 19 del Acuerdo 027 de 2021, se identifican las áreas de especial importancia ecosistémica, específicamente la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta Rio Bogotá, la cual se identifica en el noreste del área de estudio, dicha RFPP no posee PMA por lo cual no se establecen usos, pero si se dejan lineamientos generales, para el manejo y aprovechamiento forestal, actividades agropecuarias, e infraestructura básica. En este mismo artículo se identifican las “zonas de ronda de cauces, ríos, quebradas, arroyos...”



correspondientes a franjas no inferiores a 30 metros, paralelas a los cuerpos de agua. Para dichas áreas se establece el siguiente régimen de usos:

**Figura 9 Usos establecidos en las zonas de rondas**

Usos Zonas De Ronda De Cauces De Río, Quebradas, Arroyos, Lagos, Lagunas Humedales Y Embalses	
Uso Principal	Bosque protector con especies nativas, conservación de suelos y restauración de la vegetación adecuada para la protección, mantenimiento de los suelos adyacentes al cuerpo de agua y protección de las áreas de inundación y desbordamiento.
Usos Compatibles	Reforestación protectora, recreación contemplativa.
Usos Condicionados	Previo a las consideraciones legales de la Corporación: Captación de aguas, incorporación de vertimientos, infraestructura de apoyo, puentes, obras de adecuación y desagües, extracción de material de arrastre y tratamientos de aguas residuales evitando impactos negativos para la población aledaña.
Usos Prohibidos	Todos los que no estén contemplados en los anteriores usos.

De acuerdo a lo anterior, las zonas de ronda fueron identificadas alrededor de la quebrada Montique y el río Aves en la zona de estudio.

En cuanto a la zonificación de la amenaza por inundación, se identificó acorde al EOT del municipio, áreas en amenaza alta, media y baja hacia el suroeste del mismo en el 11,05% del área de estudio correspondiente a 6,09 hectáreas. En amenaza alta se zonifica un 5,31% del área. A continuación, se presenta una salida cartográfica con esta y las áreas en hectáreas y porcentaje.

**Tabla 10 Zonificación de la amenaza por inundación conforme al EOT en el área de estudio**

Categoría	Área (ha)	Porcentaje en el área
Alta	2,93	5,31 %
Media	1,89	3,42 %
Baja	1,27	2,30 %

En cuanto a avenidas torrenciales no se identifican áreas en amenaza, mientras que por movimientos en masa existen zonas de amenaza media alrededor del río Aves y la quebrada Montique. Las zonas de amenaza media representan el 27,26% del área de estudio correspondientes a 15,04 ha. Adicionalmente conforme a los artículos 77 al 85, en lo referente a áreas con condición de riesgo en zona rural, se identifican áreas en condición de riesgo por avenidas torrenciales en el sector suroccidental del área de estudio.



En cuanto al régimen de usos conforme a la cartografía y al artículo 92 del Acuerdo 027 de 2021, se define un régimen de usos para la producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales, en 10,77 ha correspondiente a la subcategoría de Producción Agrícola Semi Intensiva, con el siguiente régimen de usos:

<b>Usos Área Agropecuaria Semi – Intensiva</b>	
Uso Principal	Agropecuaria semi - mecanizado y forestal. Se debe dedicar como mínimo el 15% del predio para uso forestal protector – productor, para promover la formación vegetal.
Usos Compatibles	Infraestructura para distritos de adecuación de tierras; vivienda campesina.
Usos Condicionados	Cultivos bajo cubierta (en construcciones temporales), agroindustrias, actividades de cuidado de animales; equipamientos colectivos institucionales de tipo rural, vías, infraestructura de servicios públicos, reservorios, agroturismo, ecoturismo, acuaturismo, comercio de bajo impacto, alojamientos y hospedajes, restaurantes. Minería
Usos Prohibidos	Usos urbanos, suburbanos, vivienda campestre, industria y los demás usos que no sean los principales, compatibles y condicionados.

El 68,97% corresponde a Producción Agrícola Tradicional, con 38,06 ha y el siguiente régimen de usos:

<b>Usos Área Agropecuaria Tradicional</b>	
Uso Principal	Agropecuaria tradicional y forestal. Se debe dedicar como mínimo el 20% del predio para uso forestal protector, la construcción de cercas vivas para promover la formación de bosques productores — protectores, restauración ecológica.
Usos Compatibles	Vivienda campesina; equipamientos colectivos institucionales de tipo rural; silvicultura.
Usos Condicionados	Cultivos bajo cubierta (en construcciones temporales), agroindustrias, actividades de cuidado de animales; vías, infraestructura de servicios públicos, reservorios, agroturismo, ecoturismo, acuaturismo, comercio de bajo impacto, alojamientos y hospedajes, restaurantes. Minería.

Finalmente se recalca que 6,34 ha se localizan en la RFPP Cuenca Alta del Río Bogotá.

#### 1.4 REVISIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN

En la revisión de instrumentos de planificación se consultó el POMCA del río Bogotá, específicamente la zonificación ambiental, en la cual se identificaron áreas de amenazas naturales principalmente alrededor del río Aves y la quebrada Montoque en 18,16 ha.

Alrededor de estas se encuentran áreas para la recuperación del uso múltiple, equivalentes al 10,49% del área de estudio. En cuanto a áreas destinadas para la conservación, hacia el noreste se identifica un área SINAL (RFPP Cuenca Alta del río Bogotá) equivalente a 6,34 ha, alrededor de esta se identifica un área de importancia ambiental que no se especifica a que condición se debe, esta representa el 16,45% del área de estudio.



## 1.5 SOCIALIZACIÓN PROCESO DE ACOTAMIENTO RONDA HÍDRICA

### 1.5.1 Estrategia de Participación

#### 1.5.1.1 Marco metodológico

La cartografía como metodología consiste en utilizar la elaboración colectiva de mapas para poder comprender lo que ha ocurrido y ocurre en un territorio determinado, como una manera de alejarse de sí mismo para poder mirarse y comenzar procesos de cambio, para este caso, en el territorio del área de estudio. También se utiliza como una metodología participativa y colaborativa de investigación que invita a la reflexión, organización y acción alrededor de un espacio físico y social específico.

En ese orden de ideas lo que se busca en la implementación de dicha metodología, es reconocer el territorio y área de estudio, desde la mirada y los ojos de las personas que lo habitan, sus voces y los cambios del mismo a través del tiempo, pues se reconoce que en el trasegar del tiempo, los territorios se modifican y las dinámicas y problemáticas también cambian.

En este caso, la cartografía social es la metodología que orientará el desarrollo del taller con comunidad; La cartografía social *“Permite manejar la información de una manera dinámica y visual a través del mapeo, ayudando a identificar la percepción sobre la manera como los actores de la comunidad se relacionan con el entorno y las interacciones que se generan con el contexto y el territorio. Equipo editorial, Etecé, (2022). Es un instrumento que permite a las comunidades tener una perspectiva global de su territorio a través de una acción participativa. La cual entrega conocimientos sobre el espacio geográfico, social, económico y cultural. Ya sea, del pasado, presente o futuro. Es un método participativo de investigación colectiva que parte de una perspectiva integradora, mediante la cual se entiende que la realidad es construida culturalmente por las personas, desde sus experiencias culturales, interpersonales y políticas, las cuales influyen en la representación mental. (Herrera, 2008)”*.

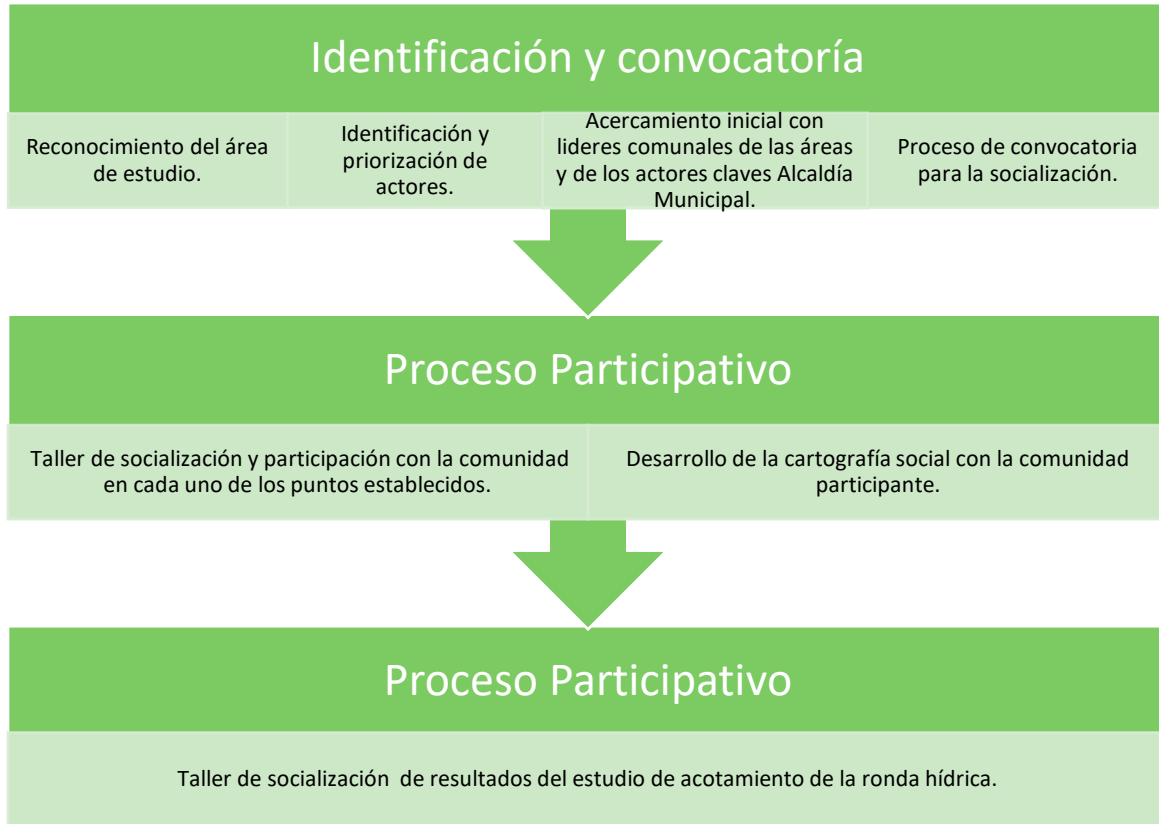
En este orden de ideas, los principios anteriormente expuestos permitirán entender las percepciones de las comunidades frente a los objetivos del proyecto de acotamiento de la ronda hídrica, así como el análisis de su hábitat y de sus dinámicas en relación con la unidad hidrográfica de la quebrada Montique hasta su desembocadura en el río Aves.

#### 1.5.1.1.1 Actividades y herramientas de la estrategia

A continuación, se presentan las actividades a implementar en la fase II como estrategia de participación para el acotamiento de la ronda hídrica:



Figura 10 Actividades y herramientas de la estrategia



- Identificación de actores y convocatoria

Con base en la identificación del área de influencia se realizó la respectiva identificación y priorización de actores, realizando un primer acercamiento con líderes y/o presidentes de juntas de Acción Comunal a fin de generar un relacionamiento previo del proyecto de reglamentación y así determinar los canales de comunicación y convocatoria para la implementación de la presente estrategia;


VEREDAS	Representante JAC
FLORES	ELKIN PEÑA
PASTOR OSPINA	BLANCA AURORA PEÑA
SANTA BÁRBARA	LUIS ANTONIO PEÑA
REPRESENTANTE DE LA ALCALDÍA	YINA PAOLA ALFONSO

Se tienen como referencia los siguientes medios y/ opciones de convocatorias.




- Emisora Municipal

Figura 11 Cuña Radial en emisora Municipal



### CUÑA RADIAL PROCESO DE RONDAS HIDRICAS

#### CONTRATO DE CONSULTORÍA NO. 345 DEL 19 DE JULIO DE 2023



Habitantes aledaños de la zona de confluencia de la quebrada Montoque y el río Aves de las veredas Santa Barbara sector occidente, Pastor Ospina sector norte y Flores sector oriente, esta información es para ti:


La consultoría Unión Temporal LAPI 2023 mediante el contrato de consultoría No. 345 del 19 de julio de 2023 firmado con la Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, nos complace invitarlos a participar del primer espacio de socialización del proceso de acotamiento de ronda hídrica, que tendrá como área de estudio en la quebrada Montoque desde la finca del señor Oswaldo Escobar Gomez de la vereda Pastor Ospina hasta el área de confluencia con el río Aves, y en el río Aves desde la finca del señor Jesus Antonio Peña Rodríguez de la vereda Santa Barbara hasta la confluencia con la quebrada Montoque, este estudio se desarrollara de acuerdo a lo establecido por la legislación ambiental vigente, que busca tomar medidas para conservar y restaurar estas áreas, implementando políticas de protección y fomentando la conciencia sobre su importancia.

- Fecha: 22 de septiembre.
- Lugar: Salón comunal vereda Flores.
- Hora: 2 pm.

Tu participación es crucial queremos escuchar sus opiniones, ideas y preocupaciones, ya que creemos firmemente en la importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales.

¡Gracias por tu interés y por contribuir a un futuro más sostenible!

[CONSORCIO LAPI 2023]



Fuente: UT LAPI, 2023

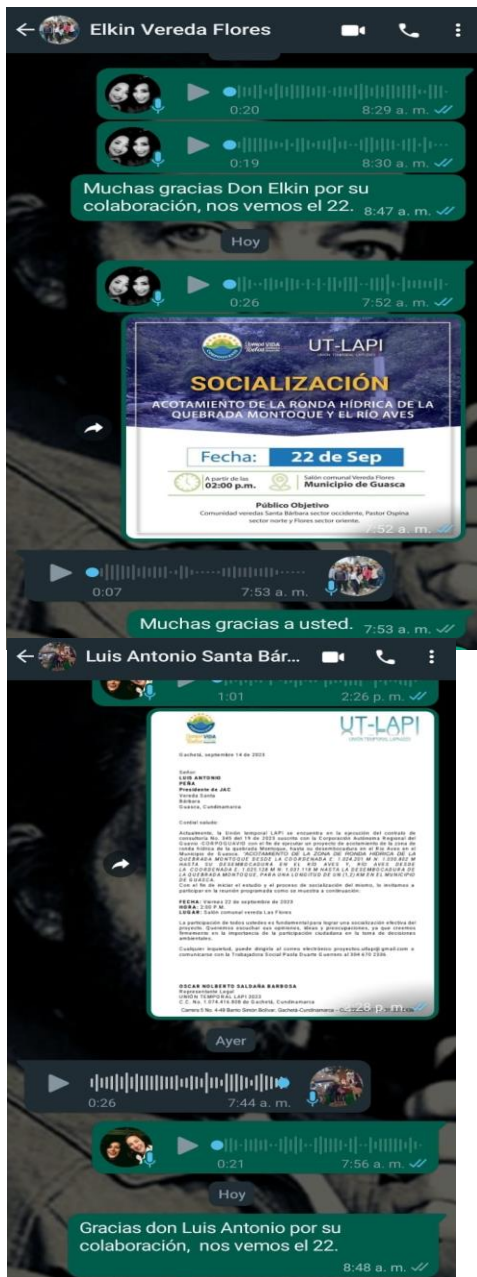


# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA



- Whatsapp

Figura 12 Contacto presidentes de Juntas de Acción Comunal





Fuente: UT LAPI, 2023

- Llamadas telefónicas
- Voz A voz

Es de anotar que el proceso de información y socialización del proyecto involucra a las organizaciones sociales presentes en el área de influencia, las cuales corresponden a las Juntas de Acción Comunal (JAC) de las Veredas ubicadas en el área de influencia, así como a los pobladores allí localizados y la Alcaldía Municipal.

- Proceso participativo

En el marco de la estrategia se realizaron dos espacios de socialización en las fases iniciales del proyecto de acotamiento de la ronda, con el propósito de obtener información pertinente, en forma rápida, trabajando con la comunidad involucrada en el área de influencia buscando de esta manera, recolectar todas las ideas y percepciones frente al significado e importancia del recurso hídrico, así como de la definición del acotamiento de la ronda hídrica.

Así como la realización de dos encuentros en la fase final del proyecto que tuvieron como objetivo presentar los resultados, de acuerdo al estudio de acotamiento de la ronda.



La estrategia estuvo acompañada de herramientas de divulgación como, emisora municipal, mensajes vía Whatsapp, carteleras y/o volantes, voz a voz.

### 1.5.2 Cronograma

Conforme al área de influencia determinada para el proyecto, se presenta el cronograma de las socializaciones iniciales tanto a la comunidad de las veredas que se encuentran en el área de estudio, como con la alcaldía municipal de Guasca:

Participantes	Tema	Fechas
Habitantes de las veredas Flores, Santa Bárbara y Pastor Ospina.	Socialización inicial	22 de septiembre 2:00 p.m. Lugar: Salón comunal vereda Flores.
Funcionarios Alcaldía Municipal Guasca	Socialización inicial	22 de septiembre 9:00 a.m. Lugar: Alcaldía Municipal.

A continuación, se relacionan los recursos necesarios para la implementación de la estrategia de participación.

Recursos	Especificación
Humano	Profesionales UT LAPI Profesionales CORPOGUAVIO (supervisión y acompañamiento)
Físicos	Instalaciones de salón comunal y/o escuelas
	Formatos de actas y listas de asistencia y tablas de soporte.
	Carteleras, folletos y piezas informativas.
	Marcadores de colores, cinta, lápices, papel Kraft.
	Equipos electrónicos para la proyección de presentaciones (video Beam, parlantes y computador.)

Fuente: UT LAPI, 2023

### 1.5.3 Resultados estrategia de participación

Como se propuso en la estrategia de comunicación, se realizaron los primeros dos espacios de socialización tanto con la alcaldía municipal de Guasca como con la comunidad de las veredas que se encuentran en el área de estudio, con el propósito de socializar las fases iniciales del proyecto y de obtener la información pertinente trabajando con los actores involucrados en el proyecto de acotamiento de la ronda hídrica.



### **1.5.3.1 Fase I – Recopilación de información y levantamiento de Campo**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la fase I “Recopilación de Información y levantamiento de campo” en el marco de las acciones proyectadas en la estrategia de participación; En primer lugar, se presentan los resultados del espacio de socialización con la alcaldía municipal de Guasca:

- Primer taller de socialización Alcaldía del municipio de Guasca

Para éste primer espacio de socialización asistieron cuatro funcionarios de las áreas de planeación y ordenamiento territorial del municipio de Guasca, Cundinamarca. Se buscó llevar a cabo la agenda planteada en la estrategia de comunicación por lo que se inició con el primer segmento, dando la bienvenida y agradecimiento a los asistentes por su asistencia; Se continuó con la presentación de los participantes de la reunión, diciendo su nombre y cargo.

Seguido a ello, se dio la presentación de los profesionales de la consultoría y de CORPOGUAVIO, dando paso a la presentación de los objetivos y agenda de la jornada con el fin de dar claridades sobre el estudio de acotamiento de la ronda hídrica, explicando a los asistentes lo que la ronda hídrica, las razones por las que se realizará el estudio y el alcance que se espera tener del proceso. De igual manera, se socializan las fases en las que se desarrollará el proyecto y cuáles son las veredas y la extensión del territorio en el que se desarrollara el estudio de acotamiento.

Como etapa final del espacio de socialización se da respuesta a las dudas e inquietudes frente al proyecto de acotamiento y se socializan los números de contacto de la consultoría en el caso de presentarse alguna inquietud o duda por parte de los actores. Dentro de los comentarios realizados por los funcionarios de la alcaldía, se destaca el hecho de que el POT se acaba de aprobar por lo que los resultados arrojados por el estudio de acotamiento de la ronda hídrica, serán incorporados en el próximo POT, también, teniendo en cuenta que habrá cambio de administración el próximo año.

A continuación, se presenta el registro fotográfico del espacio en el cual se evidencia el desarrollo de la socialización con funcionarios de la alcaldía municipal de Guasca:



**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**



**Figura 13 Registro fotográfico Taller 1**



Fuente: UT LAPI, 2023

**Figura 14 Lista de asistencia Taller 1**

\*ELABORAR LOS ESTUDIOS TÉCNICOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA ZONA DE RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE DESDE LA COORDENADA E: 1.024.201 m N: 1.030.802 m HASTA SU DESEMBOCADURA EN EL RÍO AVES Y, RÍO AVES DESDE LA COORDENADA E: 1.025.128 m N: 1.031.118 m HASTA LA DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA MONTOQUE, PARA UNA LONGITUD DE UN (1,2) KM EN EL MUNICIPIO DE GUASCA Y ELABORAR LA PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DEL USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO CHIVOR, EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ - CUNDINAMARCA, JURISDICCIÓN DE CORPOGUAYO\*

REGISTRO DE ASISTENCIA					
Alcance:	Ronda Hídrica		Fase del proyecto: Socialización (1 fase)		
Actividad:	Socialización		Fecha:	22 de set/23	
Municipio:	Guasca		Horario:	10:00 a.m	
			Lugar de reunión:	Sala juntas alcaldía municipal de Guasca	
Nombre	No. Identificación	Entidad/Comunidad	Teléfono	Correo electrónico	Firma
César Clavio	707116579	Alcaldía Guasca	310560476	ambien@guasca.gov.co	
Mary Geraldin Blanco	107247382	Alcaldía Guasca	3016410609	ambient@guasca.gov.co	
Diana Marcela Valencia	3400097	Alcaldía Guasca	314829708	secretariad@guasca.gov.co	
Laura Sofía Pedraza	101850488	Alcaldía Guasca	321203358	amb@guasca.gov.co	
Diana M. Aguado	1051130562	UT LAPI	310585734	dianam.aguado@gnat.com	
Pablo Duarte G	030551004	UT LAPI	304630733	Pablogsocial@gmail.com	
/					



UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023  
 Línea de atención: (+57-1) 304 370 2336 /  
 (+57-1) 310 583 7747  
 Correo: proyectos.utlapi2023@gmail.com



Fuente: UT LAPI, 2023



- Segundo taller de socialización Salón comunal Vereda Flores

Para el segundo taller de socialización llevado a cabo el 22 de septiembre de 2023, se convocó a la comunidad de las veredas del área de estudio Santa Bárbara, Flores y Pastor Ospina. La convocatoria se realizó por diferentes medios como WhatsApp, cuñas radiales y voz a voz. En el proceso de convocatoria, los presidentes de las juntas de acción comunal comentan que la misma es difícil y la participación de la comunidad es muy poca puesto que han perdido la confianza en CORPOGUAVIO, pues se han sentido vulnerados y no sienten el apoyo de la corporación de ninguna manera. Al taller asistieron un total de 11 personas de las tres veredas del área de estudio.

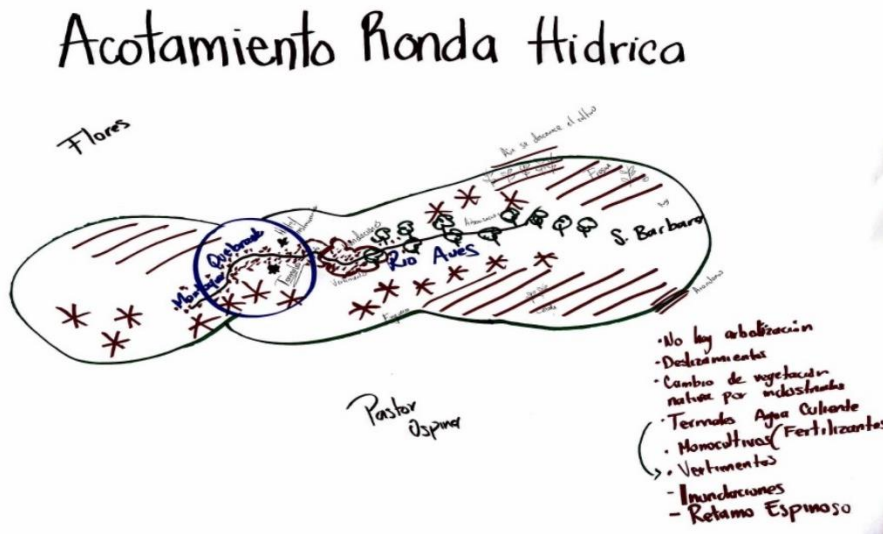
Se da inicio al encuentro por parte de la profesional social, quien presenta de manera formal al equipo de la consultoría y da paso a la presentación de los ingenieros de CORPOGUAVIO para luego dar paso a un ejercicio de construcción colectiva en el que alguien debe iniciar un cuento y cada asistente debe proponer una parte para construir una sola historia al final. A partir del ejercicio anterior, se reflexionó con la comunidad sobre el hecho de que solamente de manera colectiva desde la participación, el diálogo y el encuentro de puntos comunes, se pueden lograr los objetivos y el avance de la comunidad, se considera vital reconocer los saberes, inquietudes, problemáticas y situaciones particulares de la comunidad, así como buscar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Siguiendo con la metodología propuesta para el encuentro, se divide a los participantes en dos grupos denominados A y B, con el fin de realizar la cartografía social y la identificación de problemáticas propias del área de influencia.

#### Grupo A

En la Figura 15 se encuentra la representación gráfica de la cartografía del área de estudio realizada por algunos de los participantes de la socialización:

Figura 15 Cartografía Social Taller Veredas Grupo A



Fuente: UT LAPI, 2023

De acuerdo con el ejercicio realizado por los participantes del grupo A, representan unas zonas en donde no hay arborización y antes había, es decir el terreno se ha ido deforestando con el tiempo.

De igual manera, comentan que han ocurrido deslizamientos de tierra que han afectado a algunos sectores del municipio. Se ha dado también cambio de vegetación nativa por industriales, lo que ha afectado el suelo. Reconocen como una problemática importante los vertimientos de agua de los termales que se encuentran ubicados en donde se encuentra la quebrada con el río, zona donde también en algunas ocasiones se han presentado algunas inundaciones.



Figura 16 Problemáticas y Conflictos Grupo A - Taller Veredas

GRUPO: A

A continuación, identifique problemáticas, conflictos, características y actores involucrados, para cada uno de las actividades identificadas anteriormente.

ACTIVIDADES	PROBLEMATICAS/ CONFLICTOS	ACCIONES QUE GENERAN LA PROBLEMÁTICA	ACTORES INVOLUCRADOS	RECURSOS NATURALES AFECTADOS	NIVEL DE AFECTACIÓN (ALTO, MEDIO, BAJO)
*Termales	*Vertimientos.	*Mal manejo de aguas negras	Dueños de las Termales	Agua	Medio
	*Gran captación de agua.	Reducción de la oferta hídrica.			Medio
Cultivos * Cebolla * Fresas	*Contaminación con agroquímicos	*Mala disposición de agroquímicos	Cultivadores	Agua Suelo	Alto
	*Captación de agua.	Reducción de la oferta hídrica			Bajo
Ganadería	*Afectación de la calidad del agua.	Presencia de ganado sobre la ronda hídrica.	Ganaderos	Agua Suelo	Bajo
Restaurantes.	*Vertimientos	No hay un manejo adecuado de vertimientos	Dueños de los restaurantes	Agua	Bajo.



Somos **VIDA**  
Confiante  
Todos  
Desarrollo

UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023  
Línea de atención: (+57-1) 304 670 2336 /  
(+57-1) 310 583 7747  
Correo: proyectos.utlapi2023@gmail.com

UT-LAPI

UNIÓN TEMPORAL LAPI-2023

Fuente: UT LAPI, 2023

De acuerdo al cuadro de identificación de actividades y problemáticas del área de estudio, las personas del grupo A mencionan las termales como primera actividad que representa una problemática ambiental en términos del mal manejo de los vertimientos y la gran captación de agua que hacen de los recursos hídricos de la zona; Identifican el mal manejo de aguas negras y la reducción de la oferta hídrica para otros actores del territorio, proyectan un nivel medio de afectación de los recursos.

Otra de las actividades que resalta el grupo, son los cultivos de fresa y cebolla; Las problemáticas más destacadas de dicha actividad son la contaminación con agroquímicos para fumigación y la gran captación de agua que se hace para dicho fin, reconocen que esta actividad tiene un nivel de afectación alto en el recurso hídrico y bajo en lo que tiene que ver con el uso del suelo.

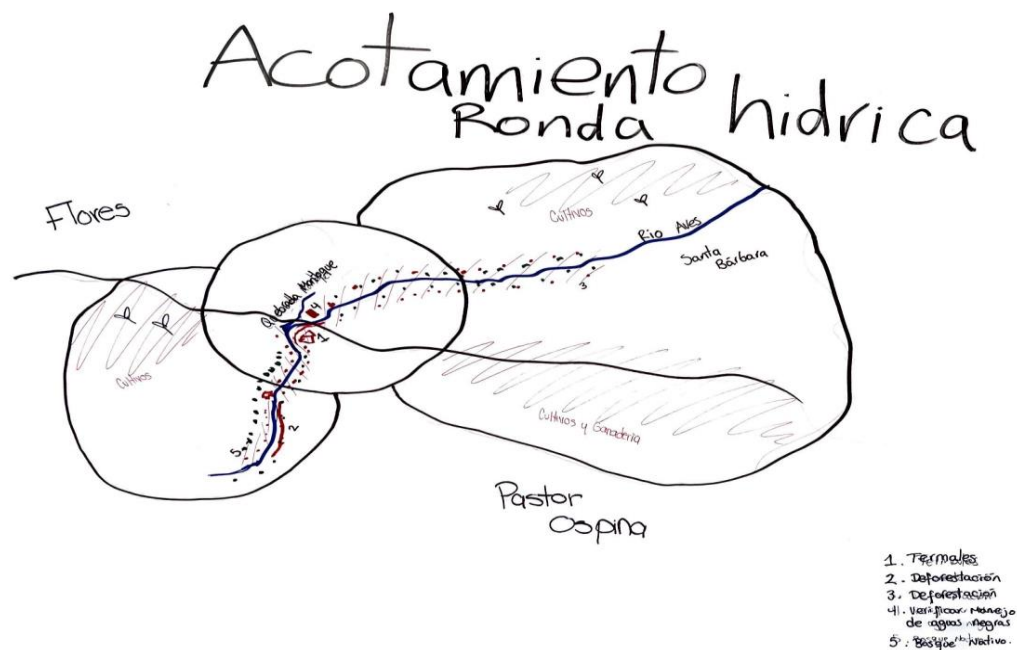
La siguiente actividad reconocida, es la ganadería pues consideran que afecta la calidad del agua pues hay presencia de actividad ganadera sobre la ronda hídrica. Enmarcan como bajo el nivel de afectación de esta actividad. Finalmente, relacionan como actividad que puede generar dificultades, los restaurantes del sector, pues no tienen un manejo adecuado de vertimientos, lo

cual contamina el recurso hídrico, catalogando esta actividad con un nivel bajo de afectación del recurso.

### Grupo B

A continuación, se encuentra la representación gráfica de la cartografía social del área de estudio realizada por algunos de los participantes de la socialización:

Figura 17 Cartografía Social Taller Veredas Grupo B



Fuente: UT LAPI, 2023

Dentro del ejercicio de cartografía realizado por el grupo B, se resaltan algunos lugares en los que la población ha percibido deforestación de las zonas, pues antes había terrenos que tenían muchos árboles nativos y ahora no existen o se ha remplazado por vegetación industrializada; Identifican las termales como una problemática latente en el área de estudio debido al manejo inadecuado de aguas negras, así como de los vertimientos propios de esta actividad turística.

De igual manera identifican terrenos en los que se desarrollan actividades de cultivos de fresas y ganadería, los cuales también han generado algunas problemáticas en el sector. Complementando el ejercicio de la cartografía realizado por el grupo B, se presenta entonces el ejercicio de identificación de problemáticas que afectan el recurso hídrico de la zona de estudio:



Figura 18 Problemáticas y Conflictos Grupo B - Taller

GRUPO: B

A continuación, identifique problemáticas, conflictos, características y actores involucrados, para cada uno de las actividades identificadas anteriormente.

ACTIVIDADES	PROBLEMATICAS/ CONFLICTOS	ACCIONES QUE GENERAN LA PROBLEMÁTICA	ACTORES INVOLUCRADOS	RECURSOS NATURALES AFECTADOS	NIVEL DE AFECTACIÓN (ALTO, MEDIO, BAJO)
Termales (Turismo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Deforestación</li> <li>→ Mal manejo de Aguas Negras</li> <li>→ Construcción sobre la ronda hídrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mala planificación de la Alcaldía y la Corporación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dueños de las Termales finca Rafael Martí</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Recurso hídrico</li> <li>→ Recurso forestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio</li> <li>- Bajo</li> </ul>
Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contaminación del Agua</li> <li>→ Deforestación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Presencia de Ganado en la Ronda hídrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ganaderos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Recurso hídrico</li> <li>→ Recurso forestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio</li> <li>- Medio</li> </ul>
Cultivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Contaminación del Agua y Suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mal manejo de agroquímicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dueños de Cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Recurso hídrico</li> <li>→ Suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio</li> <li>- Medio</li> </ul>



Fuente: UT LAPI, 2023

De acuerdo al cuadro presentado anteriormente, la primera actividad que menciona el grupo B son los termales y la actividad turística alrededor de los mismos; las problemáticas evidenciadas por la comunidad son la deforestación de sector, el mal manejo de aguas negras y vertimientos y la construcción sobre la ronda hídrica. Consideran que lo que ha llevado a que se generen dichas situaciones han sido la falta de planificación y control tanto de la alcaldía municipal como de CORPOGUAVIO. Consideran un nivel medio de afectación en el recurso hídrico.

Otra actividad que evidencian es la ganadería en la cual consideran que hay contaminación del recurso hídrico, pues hay actividad ganadera en la ronda y se ha generado deforestación en el área de estudio. Se considera que hay un nivel medio de afectación tanto del recurso hídrico, como del recurso forestal.

Por último, la actividad agropecuaria con el desarrollo de algunos cultivos que no tienen un manejo adecuado de los agroquímicos lo cual ha causado contaminación del agua y el suelo, considerando un nivel medio de afectación en el suelo y el recurso hídrico del municipio.

Se evidencia entonces, que tanto el grupo A como el B, identifican tres actividades principales que afectan de manera directa la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves: La actividad turística que realizan los dueños de las termas, la ganadería y los cultivos, las cuales generan acciones de mal manejo de vertimientos y aguas negras, contaminación del suelo y deforestación terminando en la afectación tanto para el recurso hídrico, como del suelo y del recurso forestal del área de estudio.

A continuación, se presenta el registro fotográfico del espacio en el cual se evidencia el desarrollo de la socialización con las comunidades de las veredas Flores, Santa Bárbara y Pastor Ospina:

Figura 19 Registro fotográfico del 2 taller de participación





**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**



Fuente: UT LAPI, 2023

**Figura 20 Lista de asistencia Taller 2**

"ELABORAR LOS ESTUDIOS TÉCNICOS NECESARIOS Y SUFICIENTES PARA EL ACOTAMIENTO DE LA ZONA DE RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE DESDE LA COORDENADA E: 1.024.201 m N: 1.030.802 m HASTA SU DESEMBOCADURA EN EL RÍO AVES Y, RÍO AVES DESDE LA COORDENADA E: 1.025.128 m N: 1.031.118 m HASTA LA DESEMBOCADURA DE LA QUEBRADA MONTOQUE, PARA UNA LONGITUD DE UN (1,2) KM EN EL MUNICIPIO DE GUASCA Y ELABORAR LA PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DEL USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO CHIVOR, EN EL MUNICIPIO DE UBALÁ - CUNDINAMARCA, JURISDICCIÓN DE CORPOGUAYO"

REGISTRO DE ASISTENCIA					
Alcance:	Ronda Hídrica		Fase del proyecto: I Fase		
Actividad:	Socialización		Fecha:	22 Sept 2023	
Municipio:	Guasca		Lugar de reunión:	Salón Comunal Vereda Flores	
Nombre	No. Identificación	Entidad/Comunidad	Teléfono	Correo electrónico	Firma
Leonardo Peña	11233299	Postero Espina	3112524938		[Firma]
Javier Peña	3055264	Flores	384110231		[Firma]
Mt. Bernabé Lita	20.643.661	V.C. Flores	3225376631		[Firma]
José Guillermo Romero	3031925	Flores	3228355616		[Firma]
Alfredo Peña	3056195	Postero Espina	3133399084	alfredopeña200@gmail.com	[Firma]
Graciela Rios	30918451	Postero Espina	313891240		[Firma]
Sindy Katherine Bae	06930537	Flores Consejo Terr.	310465464	Kkuttred@gmail.com	[Firma]
Suz Stella Jondano S	20640244	Uda Flores	3144552520		[Firma]
Blanca Peña	20641649	Postero Espina	3204958356	blanlopez2123@gmail.com	[Firma]
Medio Julio Peñalva J.	3056679	Postero Espina	372067658		[Firma]
Orana Mariela Arevalo	103113952	UT LAPI	31058974	proyectos.utlapi2023@gmail.com	[Firma]



UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023  
 Línea de atención: (+57-1) 304 670 2336 /  
 (+57-1) 310 583 7747  
 Correo: proyectos.utlapi2023@gmail.com



UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023

Fuente: UT LAPI, 2023



## 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y BATIMÉTRICO

Para el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo el levantamiento topográfico y batimétrico detallado en la quebrada Montoque y el río Aves, abarcando un tramo de 250 metros a cada margen de los cauces. Las actividades principales incluyeron la implementación de técnicas de topografía convencional con estación total para definir secciones transversales, así como el uso de equipos GNSS para posicionar vértices estratégicos y garantizar la georreferenciación precisa de los datos.

Estas tareas fueron complementadas por la exploración de campo para la selección de puntos de control terrestre, siguiendo criterios técnicos para asegurar la visibilidad aérea y evitar interferencias externas. El procesamiento y validación de la información recolectada se llevó a cabo utilizando software especializado como Trimble Business 5.2 y MagnaPro 5.0, garantizando que los datos obtenidos cumplieran con los estándares de calidad requeridos, en el alcance técnico del contrato.

### 2.1 TRABAJOS DE CAMPO

La zona de estudio se enmarca en el área de acotamiento de la ronda hídrica de la Quebrada Montoque y el Río Aves, localizada en las veredas Pastor Ospina, las Flores y Santa Bárbara, del municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca. De acuerdo con el Anexo Técnico de los términos de referencia, el tramo de acotamiento de la Quebrada Montoque se delimita desde la coordenada E: 1.024.201 m, N: 1.030.802 m hasta su desembocadura en el Río Aves; para este último afluente se define una cobertura desde la coordenada E: 1.025.128 m, N: 1.031.188 m hasta su desembocadura en la Quebrada Montoque.

Para este levantamiento topográfico y batimétrico se levantaron un total de 59 secciones en todo el tramo de los cuerpos de agua, levantadas desde el 06 hasta el 10 de abril del año 2024, estas se encuentran distanciadas cada 40 metros, dichas secciones se dividen en 31 secciones sobre el río Aves y 28 sobre la quebrada Montoque.

En el levantamiento se emplearon los siguientes materiales y equipos:

Tabla 11 Equipo empleado

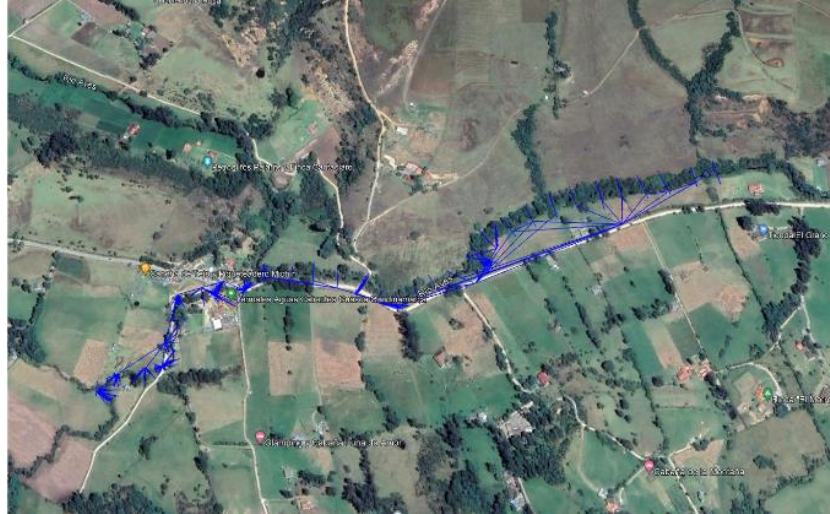
Descripción	Tipo y Modelo	Identificación Serial
EQUIPO GNSS L1/L2	TRIMBLE R4-2	5607455645
EQUIPO GNSS L1/L2	TRIMBLE R4-2	5304424389
ESTACIÓN TOTAL	TOPCON GPT	2003

Equipo Complementario de Campo, trípodes, radios de comunicación, computadores portátiles, navegadores, teléfonos celulares, bastones con ojo de pollo, relojes, brújulas, etc.

Fuente: UT LAPI, 2023

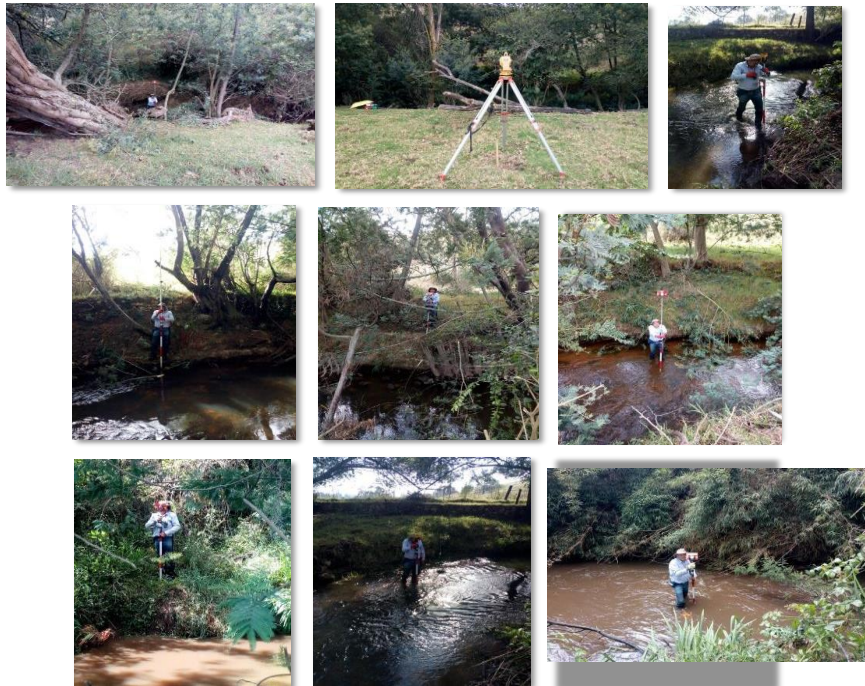


**Figura 21 Localización de las secciones Topobatimétricas**



Fuente: UT LAPI, 2023

**Figura 22 Registro fotográfico del levantamiento de secciones Topobatimétricas**



Fuente: UT LAPI, 2023



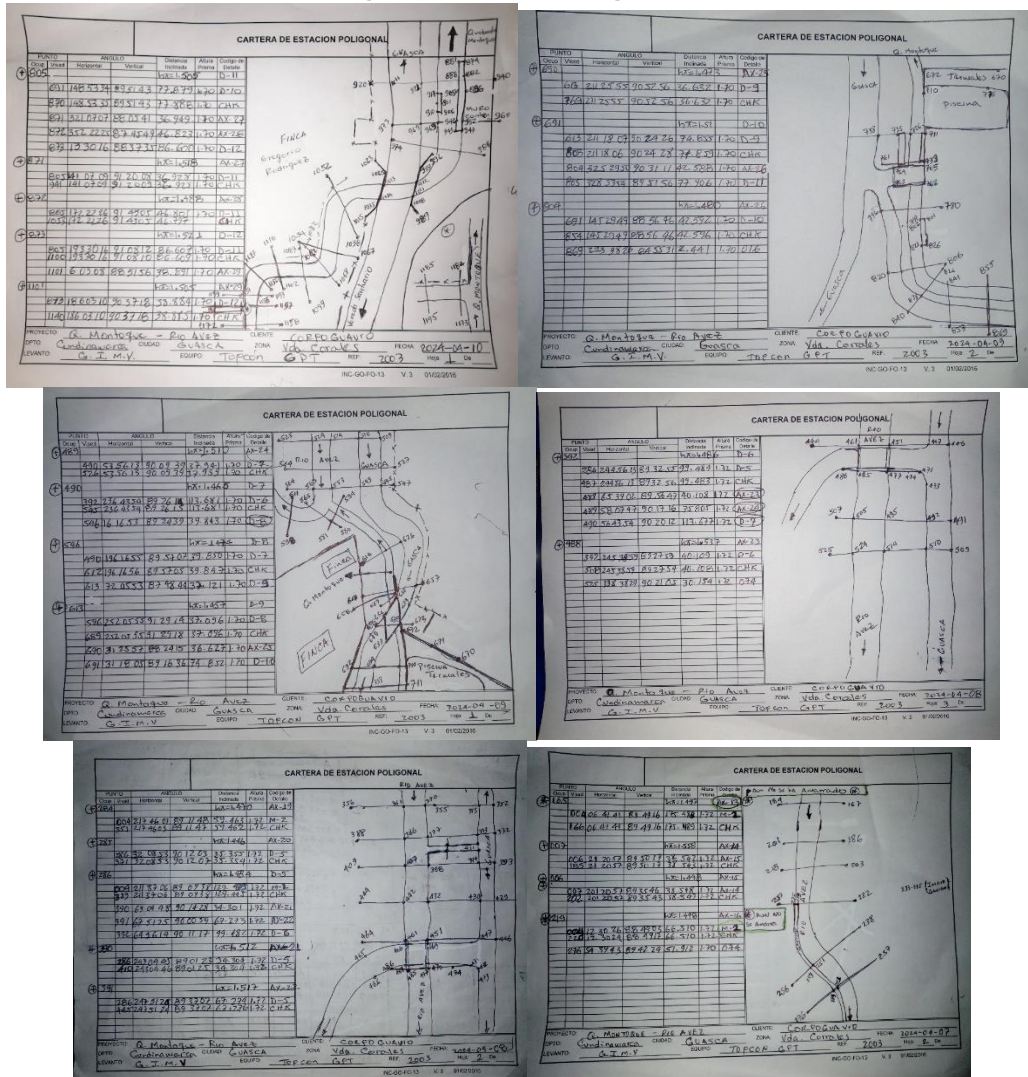
# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA



Cómo producto del levantamiento topográfico y batimétrico se obtiene lo siguiente:

- Carteras topográficas ANEXO 1 (CAMPO 1.1)

Figura 23 Carteras topográficas



Fuente: UT LAPI, 2023

Memorias de cálculo ANEXO 1.2.



A continuación, se presenta pantallazo del procesamiento de transformación de coordenadas y posicionamiento para la generación de curvas de nivel a partir de dicho levantamiento, esto se detalla más en el Anexo 1.2.

**Figura 24 Procesamiento de la información**

**Coordenadas Deltas**

2024,16										
Punto	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		ORIGEN CARTESIANO	COORDENADAS GEODÉSICAS			COORDENADAS GEOCÉNTRICAS			Altura Ortométrica (msnm)
	Este (m)	Norte (m)		Latitud N	Longitud W	Altr. Elipsoidal	Xm	Ym	Zm	
D-6	4905093,178	2096892,663	Nacional	4°52'34.93451"	73°51'22.65241"	2635,214	1767778,802010	-6107124,086000	538787,479300	
D-7	4904980,063	2096902,510	Nacional	4°52'35.25062"	73°51'26.32660"	2634,364	1767669,550520	-6107153,967450	538797,086040	
D-8	4904947,655	2096879,421	Nacional	4°52'34.49712"	73°51'27.37820"	2634,506	1767639,001010	-6107165,006270	538774,026750	
D-9	4904912,918	2096892,325	Nacional	4°52'34.91604"	73°51'28.50694"	2635,697	1767605,606330	-6107174,767330	538786,954780	
D-10	4904842,868	2096866,193	Nacional	4°52'34.06183"	73°51'30.78098"	2636,407	1767539,092690	-6107197,077380	538760,860290	
D-11	4904833,169	2096788,993	Nacional	4°52'31.54644"	73°51'31.09277"	2636,422	1767531,691800	-6107206,074930	538683,843330	
D-12	4904765,255	2096735,461	Nacional	4°52'29.79971"	73°51'33.29630"	2638,309	1767468,239070	-6107231,145570	538630,520550	
M-2	4905311,307	2096914,469	Nacional	4°52'35.65392"	73°51'15.56883"	2637,441	1767988,627310	-6107063,699200	538809,696300	

ID	Latitud	Longitud	V(S-N)	V(W-E)	V(X)	V(Y)	V(Z)
D-6	4°52'34.93451"N	73°51'22.65241"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-7	4°52'35.25062"N	73°51'26.32660"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-8	4°52'34.49712"N	73°51'27.37820"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-9	4°52'34.91604"N	73°51'28.50694"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-10	4°52'34.06183"N	73°51'30.78098"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-11	4°52'31.54644"N	73°51'31.09277"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
D-12	4°52'29.79971"N	73°51'33.29630"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133
M-2	4°52'35.65392"N	73°51'15.56883"W	0.0134	0.0022	0.0018	0.0017	0.0133

**Figura 25 Resumen de coordenadas de puntos de Referencia**

Punto	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		COORDENADAS GEODÉSICAS			Altura Ortométrica (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	Latitud N	Longitud W	Alt Elipsoidal	
M-1	4905543.528	2097026.527	4°52'39.31405"	73°51'08.03125"	2638.427	2614.740
M-2	4905311.293	2096914.384	4°52'35.65116"	73°51'15.56928"	2637.441	2613.817
D-6	4905093.163	2096892.572	4°52'34.93156"	73°51'22.65289"	2635.214	2611.590
D-7	4904980.048	2096902.419	4°52'35.24767"	73°51'26.32709"	2634.364	2610.840
D-8	4904947.640	2096879.331	4°52'34.49417"	73°51'27.37868"	2634.506	2610.982
D-9	4904912.903	2096892.234	4°52'34.91309"	73°51'28.50743"	2635.697	2612.172
D-10	4904842.853	2096866.103	4°52'34.05888"	73°51'30.78146"	2636.407	2612.882



Punto	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		COORDENADAS GEODÉSICAS			Altura Ortométrica (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	Latitud N	Longitud W	Alt Elipsoidal	
D-11	4904833.154	2096788.902	4°52'31.54349"	73°51'31.09326"	2636.422	2612.898
D-12	4904765.240	2096735.371	4°52'29.79676"	73°51'33.29678"	2638.309	2614.785

Fuente: UT LAPI, 2023

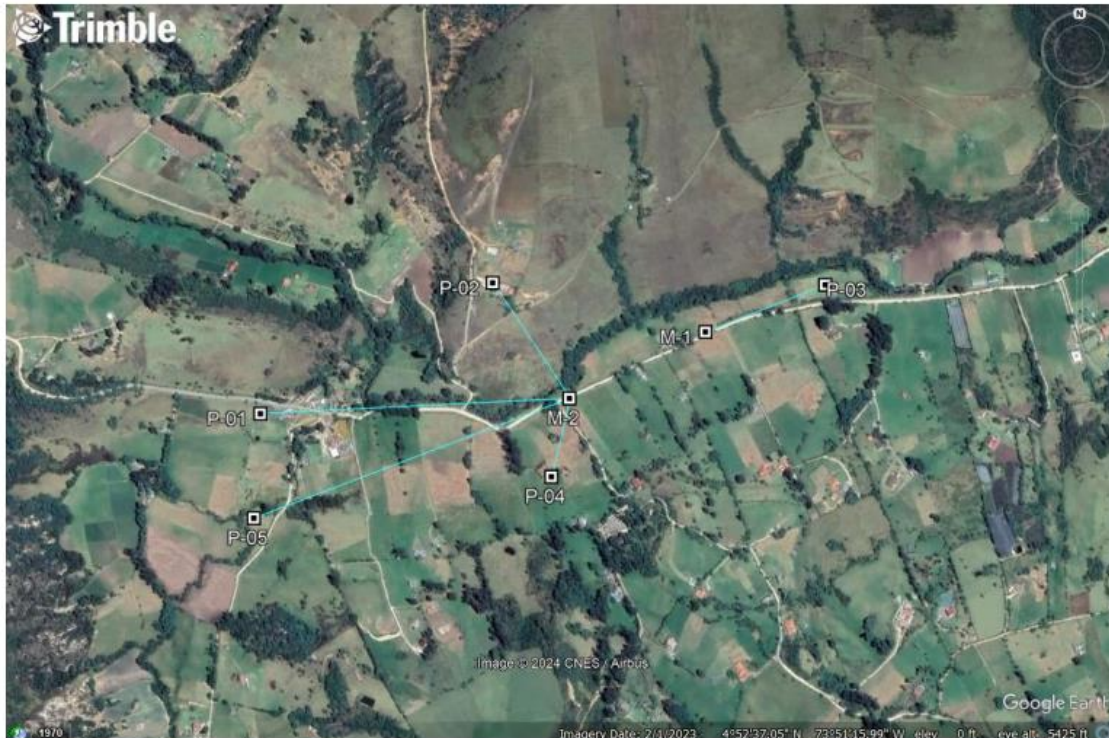
## 2.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN PARA LA GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO

Se realizó la descarga y procesamiento de la información para obtener las coordenadas de los vértices materializados, aplicando todos los pasos de la metodología IGAC para cálculo de puntos determinados por el sistema de GNSS, dichos vértices se localizan en el anexo 1.1.2. Descripciones de la Fase II. Los pasos que se siguieron se relacionan a continuación:

- Sistema de coordenadas: Marco Geocéntrico Nacional De Referencia "MAGNA" para Colombia desde estaciones pasivas del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas "SIRGAS", el cual se denomina convencionalmente MAGNA-SIRGAS.
- Se llevó a cabo la solución de cada vector obtenido hecha la verificación de cada antena y altura instrumental con los formatos de ocupación GNSS.
- Los residuales obtenidos para cada vector dentro del ajuste libre permitieron evaluar la calidad de cada posición, seleccionarlas y definir los vectores que serán sometidos al ajuste controlado, que arrojarán las coordenadas finales del proyecto, bien sea geocéntricas (X, Y, Z) o geodésicas [l, b, h].
- Se realizó el cálculo de velocidades para cada punto y se aplicaron teniendo en cuenta la diferencia de épocas: de rastreo 2023.76 y época de referencia 2018.0.
- Obtención de coordenadas calculadas para la semana (2303) de las estaciones continuas SIRGAS-CON desde la página web respectiva: <http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/coordinates/weekly-positions/>
- Obtención de las efemérides para todos los días de proceso GNSS, desde la página <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/>.

En la Figura 26 se presentan los vértices materializados utilizados para la generación del MDT

Figura 26 Vértices materializados



Fuente: UT LAPI, 2023

### 3 LEVANTAMIENTO LIDAR Y GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo del proyecto “Acotamiento de la ronda hídrica de la Quebrada Montoque y el Río Aves”, se implementaron metodologías de levantamiento y modelado topográfico basadas en tecnología LiDAR y mediciones complementarias. Estas actividades tuvieron como finalidad generar un Modelo Digital de Terreno (MDT) que represente con precisión las características topográficas del área de estudio.



## 3.2 LEVANTAMIENTO LIDAR

El levantamiento LiDAR fue una etapa crucial para el desarrollo del proyecto, ya que proporcionó una nube de puntos densa que sirvió como insumo principal para la generación del Modelo Digital de Terreno (MDT). A continuación, se describen los aspectos más relevantes de esta actividad:

### 3.2.1 Metodología del Levantamiento LiDAR

El levantamiento se llevó a cabo mediante vuelos controlados, realizados con sensores LiDAR, específicamente el modelo *Terrain Mapper* de Leica Geosystems AG. Este sensor, capaz de emitir 2 millones de pulsos por segundo, capturó datos altimétricos detallados del terreno, incluyendo el cauce permanente y las áreas adyacentes de la quebrada Montique y el río Aves.

Con objetivo de asegurar la precisión de los datos, se emplearon dispositivos de navegación, plataformas giroestabilizadas y unidades de control de movimiento inercial (IMU) a bordo de aeronaves. Cuyo plan de vuelo fue diseñado para cubrir las áreas del proyecto previamente delimitadas, siguiendo los parámetros establecidos por la Resolución 471 de 2020 y modificada por la 197 de 2022

### 3.2.2 Materialización de Puntos de Control

La información LiDAR fue complementada con puntos de control terrestre, determinados a través de técnicas GNSS en modo estático diferencial. Estos puntos sirvieron para corregir y ajustar la nube de puntos, garantizando que los datos capturados estuvieran alineados con el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS y las alturas ortométricas del modelo GEOCOL 2004

### 3.2.3 Procesamiento de la Información LiDAR

La nube de puntos generada fue procesada en software especializado Leica Hxmap, aplicando filtros para eliminar elementos antrópicos como edificaciones, árboles y estructuras no permanentes. Este proceso permitió generar un MDT que refleja exclusivamente las características naturales del terreno.

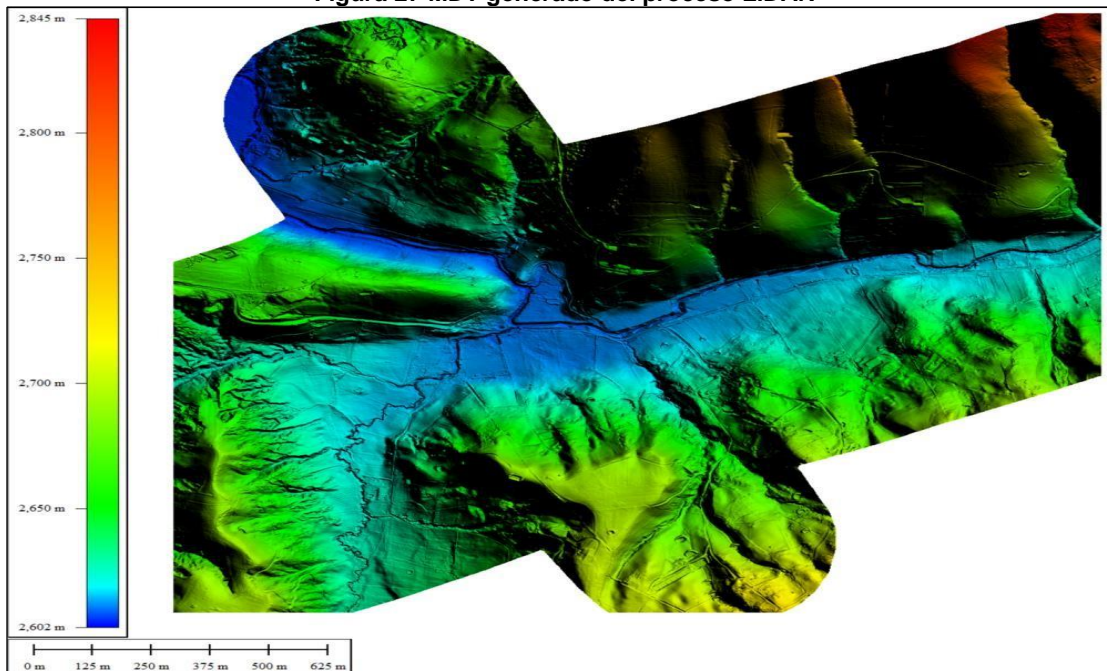
El procesamiento incluyó:

- **Filtrado y clasificación de la nube de puntos:** Separación entre puntos pertenecientes al terreno y aquellos asociados a vegetación o estructuras.
- **Ajuste de coordenadas:** Aplicación de correcciones posicionales basadas en los puntos de control terrestre.
- **Validación de la resolución:** Determinación del paso de malla para garantizar un modelo detallado y preciso

### 3.2.4 Resultados del Levantamiento LiDAR

El producto final consistió en un MDT en formato digital con una resolución de malla adecuada para representar las características topográficas del área de estudio. El modelo fue validado mediante análisis de exactitud posicional y cobertura total, obteniendo una precisión vertical de  $RMSE_z = 0.05$  m, cumpliendo con los estándares técnicos establecidos.

Figura 27 MDT generado del proceso LiDAR



Fuente: UT LAPI, 2024



## 4 GENERACIÓN DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

### 4.1 DEFINICIÓN

El **Modelo Digital de Terreno (MDT)** es una representación digital tridimensional que describe las formas naturales de la superficie terrestre. Este modelo excluye elementos como edificios, vegetación u otras estructuras, concentrándose únicamente en el relieve natural.

### 4.2 PROCESO DE GENERACIÓN

#### 4.2.1 Integración de Datos

- La nube de puntos LiDAR se procesó para extraer únicamente las alturas del terreno.
- Se complementó la información con mediciones batimétricas realizadas con estación total en áreas específicas.

#### 4.2.2 Filtrado

- Se aplicaron filtros avanzados para identificar y eliminar puntos correspondientes a vegetación y estructuras.

#### Modelado:

- El MDT se generó como un archivo en formato raster (.TIF) con una malla uniforme que asegura el detalle topográfico requerido.

#### 4.2.3 Validación del MDT

Se evaluaron los siguientes aspectos:

- **Cobertura:**

El MDT cubrió completamente el área del proyecto (302 hectáreas + 824 m<sup>2</sup>), sin omisiones.

- **Exactitud Vertical:**

La diferencia entre las alturas del MDT y puntos de control terrestre fue evaluada mediante el cálculo del RMSEz, que resultó en 0.05 m, cumpliendo los estándares de precisión (0.3 m según la normativa IGAC).



- **Consistencia Lógica:**

Se comprobó el espaciado uniforme de la grilla y la adecuación del modelo para análisis hidrológicos y topográficos.

#### 4.3 CUBRIMIENTO DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO

Se valida el cubrimiento del MODELO DIGITAL DE TERRENO, buscando validar la medida de calidad en el elemento TOTALIDAD, que se calcula según especificaciones técnicas.

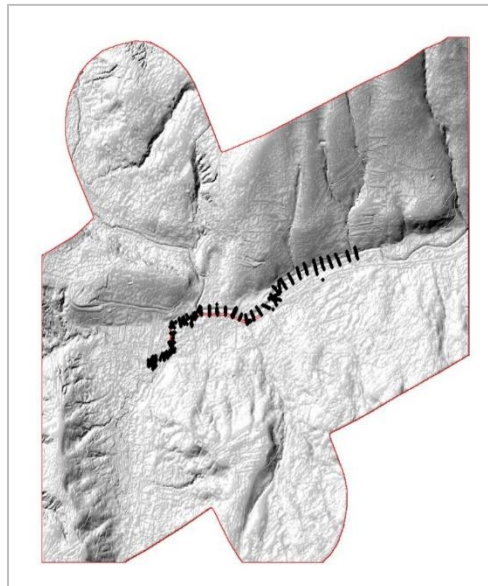
$$P = (AO / ALP) * 100$$

En donde:

P: corresponde al porcentaje de omisión  
AO: Área omitida  
ALP: Área límite del proyecto evaluado.

Como resultado se identifica que el producto CUMPLE con la especificación técnica, al inspeccionar no se encuentra pixeles en omisión o valores nulos internos, cumpliendo con la medida de calidad que debe ser inferior al 3 %. Ver Figura 28

**Figura 28 Validación cubrimiento de la MODELO DIGITAL DE TERRENO, para el área del proyecto**



Fuente: UT LAPI, 2024

Memorias de cálculo ANEXO 3. (Verificación de Exactitud Posicional MDT GUASCA 1K)



INCIGE DATUM		VERIFICACIÓN EXACTITUD ABSOLUTA DE POSICIÓN MUNICIPIO : Guasca - Rural				FECHA: 2024-03-20
ID PUNTO	Coordenadas derivadas del Producto Vectorial Final		Coordenadas Puntos de Chequeo		$\Delta x^2$ Coordenada Z	
	Coordenada Este (X) (m).	Coordenada Norte (Y) (m).	Altura Orto Puntos Comprobación	Altura Orto DTM		
P-01	4904786,208	2096889,202	2619,419	2619,332	0,008	
P-02	4905180,222	2097110,478	2653,149	2653,111	0,001	
P-03	4905749,053	2097106,39	2616,076	2616,016	0,004	
P-04	4905280,476	2096782,696	2619,864	2619,91	0,002	
P-05	4904777,237	2096714,091	2614,978	2614,994	0,000	
Número de Puntos de Chequeo					5	
Error medio (m)					0,003	
RMSE z (m)					0,055	
ASPRS Precisión Vertical (z) a 95% de nivel de confianza (RMSEz*1,96)					0,11	
<b>TEXTO DE REPORTE EVALUACIÓN EXACTITUD POSICIONAL VERTICAL MDT5</b>						
Este conjunto de datos sobre la ronda hídrica de la quebrada Montoque y el río Aves en el municipio de Guasca se verificaron para cumplir con los estándares de Exactitud posicional de la resolución 471 de 2020, modificada por la 529 de 2020 y la 197 de 2022, que para la MDT1 debe tener una RMSEz menor de 0,3 (m) y una precisión vertical de 0,6 (m) a un nivel de confianza del 95%. <b>Se encontró que la Exactitud vertical es de RMSEz = 0,05 m, lo que equivale a la Exactitud Posicional vertical de 0,11 m con un nivel de confianza del 95%.</b>						

Tabla. Exactitud vertical según producto

Producto	RMSEz (m)	Exactitud Vertical confianza 95% (m)*
MDT1	0,3	0,6
MDT2	0,6	1,2
MDT5	1,5	3
MDT10	3	6
MDT25	7,5	15

(\*) Valores de EC95 iguales a 1,96\*RMSEz que han sido aproximados  
 2\*RMSEz para obtener valores más generales.

Tabla. Exactitud de posición absoluta según GSD ortofotografía

GSD (m)	RMSEr (m)	Exactitud horizontal confianza 95% (m)*
0,1	0,3	0,52
0,2	0,6	1,04
0,5	1,5	2,60
1	3	5,2
2,5	7,5	13
5	12,5	21,6

(\*) Valores de EC95 iguales a 1,73\*RMSEr (Fuente: ASPRS)

**BASE DE DATOS CARTOGRÁFICA (Vectoriales)**

Tabla. Exactitud horizontal según escala

Escala	Horizontal RMSr (m)	Exactitud planimétrica confianza 95% (m)*
1:1.000	0,3	0,52
1:2.000	0,6	1,04
1:5.000	1,5	2,60
1:10.000	3	5,2
1:25.000	7,5	13
1:50.000	12,5	21,6

(\*) Valores de EC95 iguales a 1,73\*RMSEr (Fuente: ASPRS)

## 5 MODELACIÓN HIDRÁULICA E HIDROLÓGICA

### 5.1 INTRODUCCIÓN

Partiendo de la necesidad del acotamiento de la ronda hídrica de la Quebrada Montoques desde la coordenada E: 1.024.201 m N: 1.030.802 m hasta su desembocadura en el río Aves y del Río Aves desde la coordenada E:1.025.128m N:1.031.118 m hasta la desembocadura de la Quebrada Montoque, se realizan estudios para comprender la hidrología de las unidades hidrográficas, los cuales se basan en la identificación y análisis de las características físicas, químicas, morfométricas y meteorológicas de la zona destinada a la actividad antrópica.

Inicialmente el estudio hidrológico requiere la información de los parámetros climatológicos de la zona circúndate, los cuales en el caso específico de Colombia se obtienen de los registros temporales de la red de estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las Corporaciones Autónomas Regionales y entidades privadas como EMGESA y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), entre otra. La



información recopilada establece una base experimental para el desarrollo de modelos hidrológicos que permitan determinar el comportamiento hídrico de la cuenca en diversos periodos de retorno.

De igual forma, se implementan herramientas geoespaciales que permitan identificar el área de la cuenca, el cauce principal, la ramificación de drenajes y la ubicación específicas de las estaciones meteorológicas- Así mismo, los sistemas de información geográfica suministran información puntual sobre las características físicas de la cuenca, lo que permite establecer las condiciones morfológicas y evaluar el sistema hidrológico de la zona.

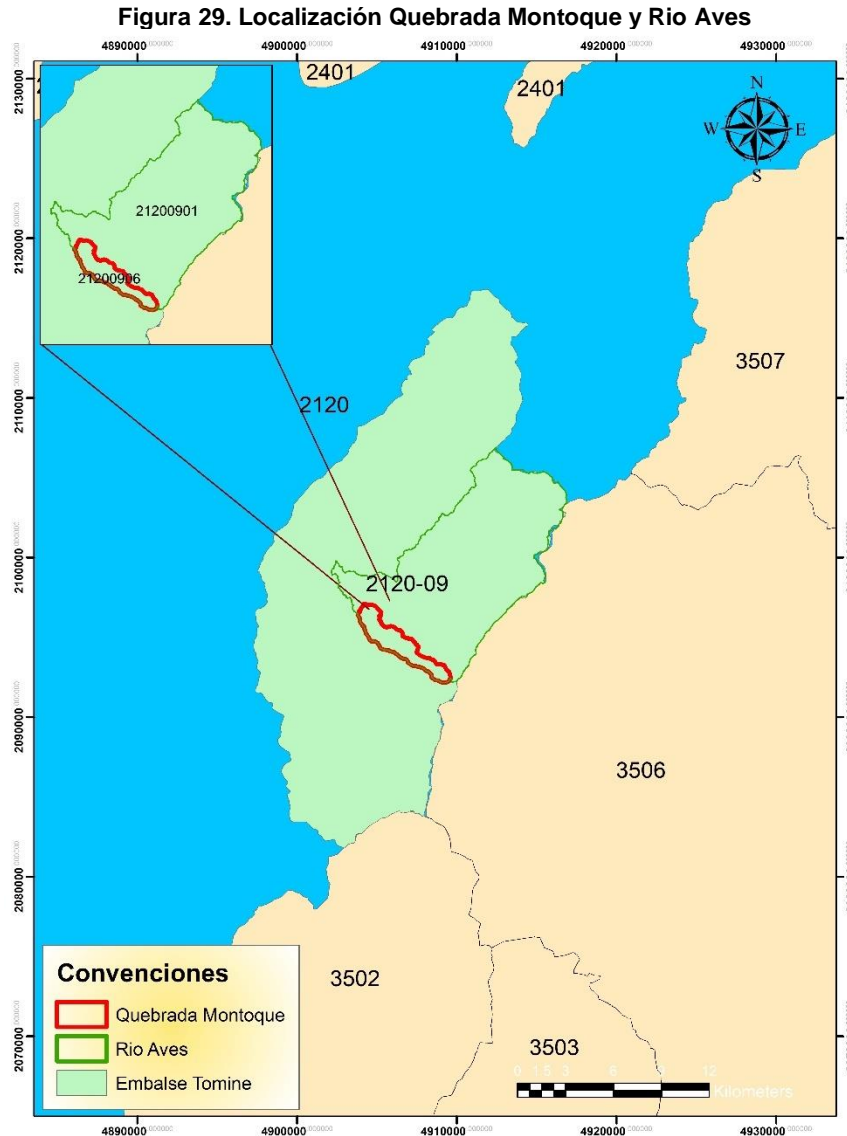
El presente estudio realizara la caracterización climática, morfológica, hidrológica e hidrodinámica de la Quebrada Montoque y el Rio Aves asociadas al municipio de Guasca. De igual forma establecerá los caudales actuales y los asociados a diversos periodos de retorno, los cuales se tomarán como base para el modelo hidrodinámico.

## **5.2 CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA**

### **5.2.1 Localización de las Unidades Hidrográficas**

Las unidades hidrográficas de la Quebrada Montoque y el Río Aves, así como su área de estudio, se encuentran ubicadas en el municipio de Guasca, específicamente en la Zona hidrográfica del Alto Magdalena, subzona hidrográfica del Río Bogotá identificada con el código 2120, unidad hidrográfica de nivel I Embalse de Tominé identificado con el código 212009, unidad hidrográfica de nivel II Rio aves identificada con código 21200901 y la unidad hidrográfica de nivel II Quebrada Montoque identificada con código 21200906, de acuerdo a la codificación hidrográfica de Colombia establecida por el IDEAM, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y CORPOGUAVIO.

El área de estudio comprende la ronda hídrica de la quebrada Montoque desde la coordenada E: 1.024.201 m N: 1.030.802 m hasta su desembocadura en el río Aves y, el río Aves desde la coordenada E: 1.025.128 m N: 1.031.118 m hasta la desembocadura de la quebrada Montoque.



Fuente: UT LAPI, 2024

Como se evidencia en la Figura 29, acorde con la estructura hidrográfica del IDEAM en el ENA 2014 las unidades hidrográficas de la quebrada Montique y el río Aves en la zona de aguas arriba se posición sobre el sistema acuífero Sabana de Bogotá -Tunja identificado con codificación SAM4.10.



### 5.3 MORFOMETRÍA DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS

El análisis de características físicas correspondientes a atributos del relieve de la cuenca se conoce como morfometría, la cual permite interpretar y predecir el comportamiento hidrológico de una unidad hidrográfica. En el presente estudio se determinaron las variables morfométricas de las cuencas hidrográficas correspondientes a unidades hidrográficas de Nivel II correspondiente a la quebrada Montoque y río Aves, así como su área de estudio mediante herramientas de información geográfica, lo que permite interpretar y comprender el comportamiento hidrológico del sistema en el área de estudio.

#### 5.3.1 Área

Es uno de los parámetros principales en la caracterización de cuencas hidrográficas, debido a que influye directamente sobre la producción hídrica y por ende en la magnitud de caudal producido. El área se halla mediante la herramienta geográfica ArcGIS, el cual establece una proyección horizontal de toda la superficie de drenaje del sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce central (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010). En la Tabla 12, se presentan las áreas de las unidades hidrográficas.

Tabla 12. Área por unidad hidrográfica Nivel II

Unidad Hidrográfica	Área total (Km <sup>2</sup> )
Río Aves	100.94
Quebrada Montoque	7.89

Fuente: UT LAPI, 2024

#### 5.3.2 Perímetro

El perímetro de la cuenca se define como la longitud sobre el plano horizontal, que recorre la línea divisora de aguas. Este límite está definido por las divisorias de aguas, que son las elevaciones del terreno que separan las aguas que fluyen hacia diferentes cuencas. Su forma varía según la topografía del terreno, siendo más sinuosa en zonas montañosas y más suave en áreas llanas (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010). En el caso de las unidades hidrográficas, se presentan los perímetros de cada unidad en la Tabla 13.

Tabla 13. Perímetro por unidad hidrográfica Nivel II

Unidad Hidrográfica	Perímetro (Km)
Río Aves	54.64
Quebrada Montoque	18.15

Fuente: UT LAPI, 2024



### 5.3.3 Longitud y perfil del cauce principal

Generalmente, los caudales mínimos, medios y máximos crecen con la longitud de los cauces, lo que se debe a la relación que existe entre la longitud de los cauces y el área de las cuencas hidrográficas. Así mismo una mayor longitud supone un mayor tiempo de desplazamiento en los caudales y los eventos picos. En la tabla 24 se presenta la longitud del cauce principal de cada unidad hidrográfica.

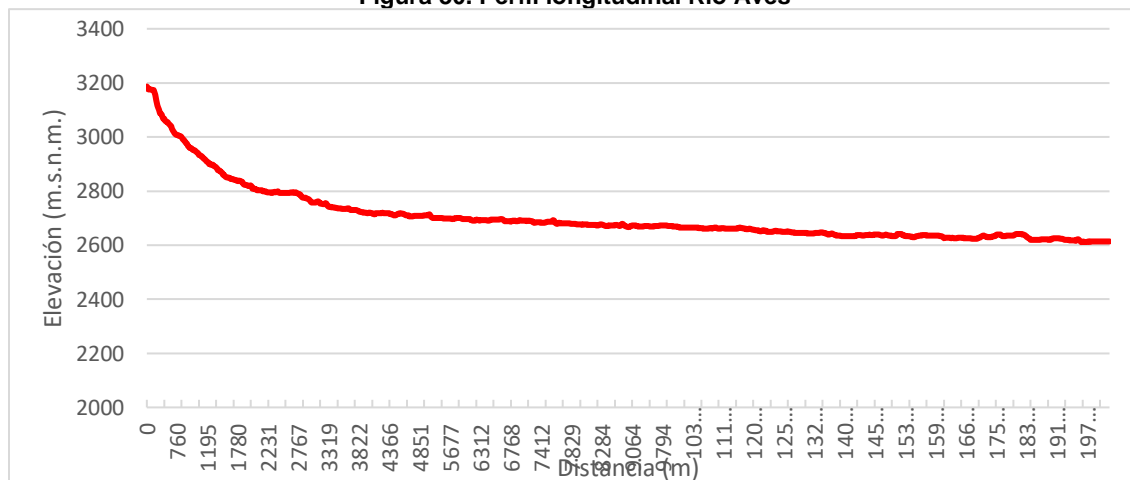
Tabla 14. Longitud por unidad hidrográfica de Nivel II

Unidad Hidrográfica	Longitud (m)
Río Aves	20169.7
Quebrada Montoque	7564.6

Fuente: UT LAPI, 2024

Este perfil es la línea obtenida al representar las diferentes alturas del fondo del cauce contra la longitud acumulada del mismo desde el nacimiento hasta la desembocadura o sitio de interés. Generalmente los ríos tienen un perfil longitudinal cóncavo, aunque en ocasiones aparecen partes aplanadas y abruptas a causa de afloramientos de rocas duras, actividad tectónica reciente o cambios súbitos en el canal. En las Figura 23 y 24 se presentan los perfiles longitudinales del Río Aves y la Quebrada Montoque, los cuales se construyeron a partir del modelo digital del terreno, y la interpolación de la red de drenaje.

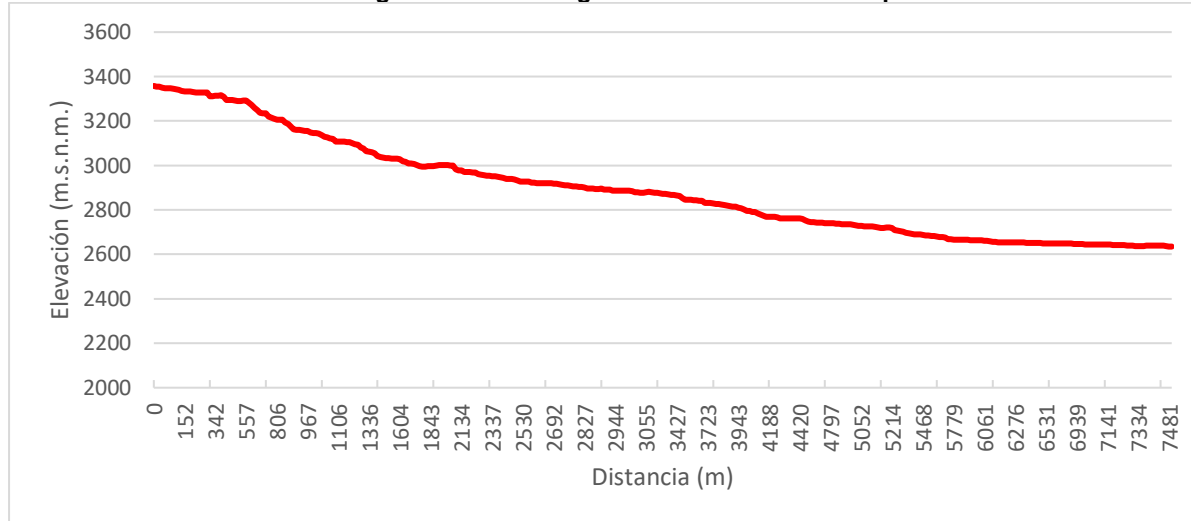
Figura 30. Perfil longitudinal Rio Aves



Fuente: UT LAPI, 2024



Figura 31. Perfil longitudinal Quebrada Montoque



Fuente: UT LAPI, 2024

### 5.3.4 Curva hipsométrica por unidad hidrográfica Nivel II

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca con respecto al área de drenaje; por medio de una curva tal, que a cada altura le corresponde un respectivo porcentaje del área ubicada por encima de esa altura, es decir, representa el área acumulada en porcentaje contra la altura sobre el nivel del mar. Con la curva hipsométrica se conoce la distribución o representación gráfica de las variaciones del relieve de la cuenca. En la tabla 15, se presentan los datos de la curva hipsométrica del Río Aves.

Tabla 15. Curva hipsométrica del Río Aves

No	Intervalos de curvas de nivel (m.s.n.m.)		Elevación media (m.s.n.m.)	Área entre curvas (Km <sup>2</sup> )	Acumulado (%)	Porcentaje sobre el límite inferior
	Min.	Max.				
1	2609	2655	2632	3.11	0.03	100.0%
2	2656	2700	2678	6.62	0.07	96.9%
3	2701	2750	2725.5	9.22	0.09	90.4%
4	2751	2800	2775.5	10.21	0.10	81.2%
5	2801	2840	2820.5	9.74	0.10	71.1%
6	2841	2885	2863	9.74	0.10	61.5%
7	2886	2930	2908	9.56	0.09	51.8%
8	2931	2980	2955.5	6.87	0.07	42.4%
9	2981	3025	3003	5.18	0.05	35.6%
10	3026	3075	3050.5	4.57	0.05	30.4%



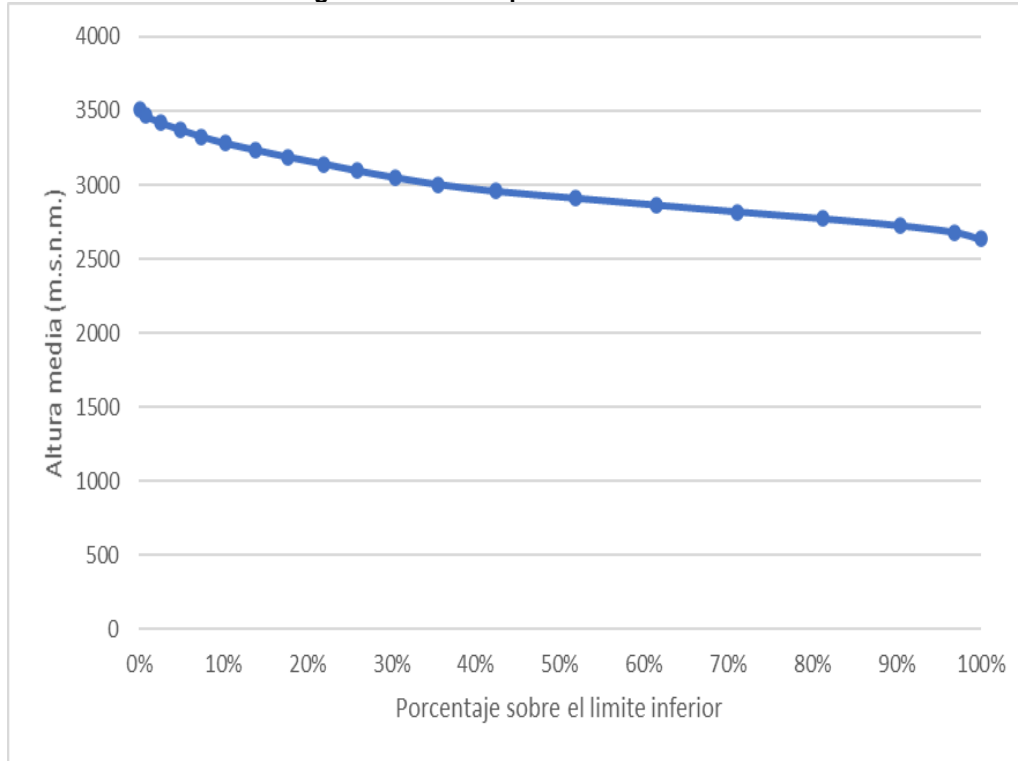
No	Intervalos de curvas de nivel (m.s.n.m.)		Elevación media (m.s.n.m.)	Área entre curvas (Km <sup>2</sup> )	Acumulado (%)	Porcentaje sobre el límite inferior
	Min.	Max.				
11	3076	3120	3098	4.02	0.04	25.9%
12	3121	3165	3143	4.27	0.04	21.9%
13	3166	3210	3188	3.83	0.04	17.7%
14	3211	3255	3233	3.69	0.04	13.9%
15	3256	3305	3280.5	2.90	0.03	10.2%
16	3306	3350	3328	2.50	0.02	7.4%
17	3351	3395	3373	2.37	0.02	4.9%
18	3396	3445	3420.5	1.67	0.02	2.5%
19	3446	3490	3468	0.77	0.01	0.9%
20	3491	3535	3513	0.11	0.00	0.1%

Fuente: UT LAPI, 2024

En la figura 32, se evidencia que la curva hipsométrica de la subcuenca del Río Aves presenta una característica de unidad hidrográfica en equilibrio, en donde el transporte de sedimentos y aguas se registra en la misma proporción.



Figura 32. Curva hipsométrica Rio Aves



Fuente: UT LAPI, 2024

En la Tabla 16, se presentan los datos de la curva hipsométrica de la Quebrada Montique.

Tabla 16. Curva hipsométrica de la Quebrada Montique

No	Intervalos de curvas de nivel (m.s.n.m.)		Elevación media (m.s.n.m.)	Área entre curvas (Km <sup>2</sup> )	Acumulado (%)	Porcentaje sobre el limite inferior
	Min.	Max.				
1	2633	2675	2654	0.79	10.0%	100.0%
2	2676	2720	2698	0.99	12.5%	90.0%
3	2721	2760	2740.5	0.64	8.1%	77.5%
4	2761	2800	2780.5	0.58	7.3%	69.3%
5	2801	2845	2823	0.58	7.3%	62.0%
6	2846	2890	2868	0.59	7.5%	54.7%
7	2891	2930	2910.5	0.56	7.1%	47.2%
8	2931	2970	2950.5	0.74	9.4%	40.1%
9	2971	3015	2993	0.35	4.4%	30.7%

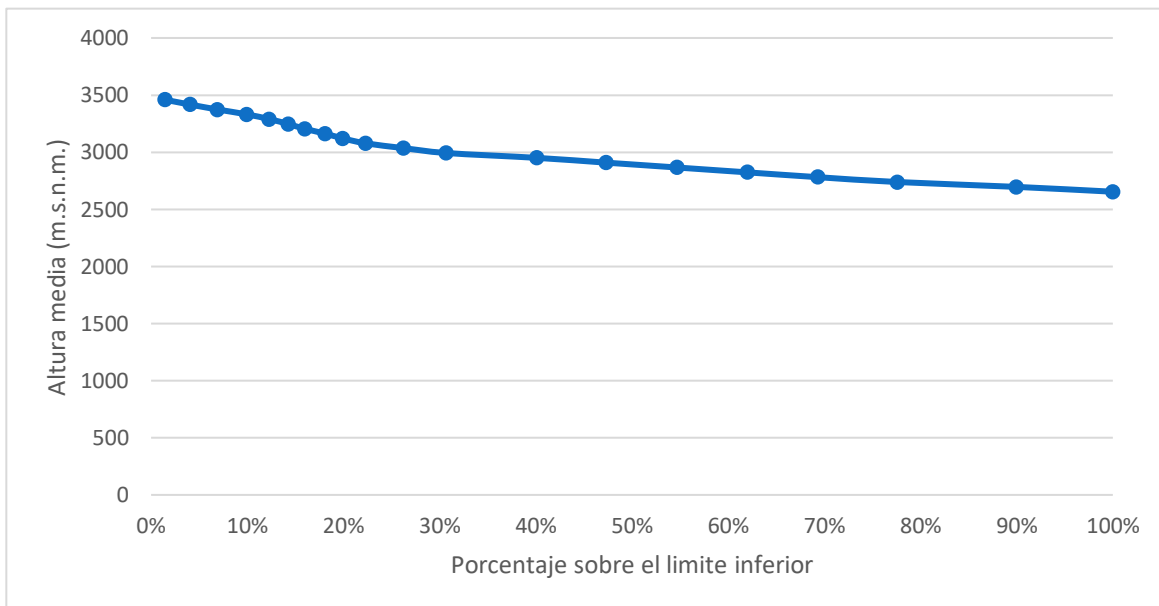


No	Intervalos de curvas de nivel (m.s.n.m.)		Elevación media (m.s.n.m.)	Área entre curvas (Km <sup>2</sup> )	Acumulado (%)	Porcentaje sobre el limite inferior
	Min.	Max.				
10	3016	3055	3035.5	0.31	4.0%	26.3%
11	3056	3100	3078	0.19	2.4%	22.3%
12	3101	3140	3120.5	0.15	1.9%	20.0%
13	3141	3185	3163	0.17	2.1%	18.1%
14	3186	3225	3205.5	0.14	1.7%	16.0%
15	3226	3270	3248	0.15	2.0%	14.3%
16	3271	3310	3290.5	0.19	2.4%	12.3%
17	3311	3350	3330.5	0.24	3.0%	9.9%
18	3351	3395	3373	0.22	2.8%	6.9%
19	3396	3435	3415.5	0.21	2.6%	4.1%
20	3436	3480	3458	0.12	1.5%	1.5%

Fuente: UT LAPI, 2024

En la figura 33, se presenta la curva hipsométrica de la unidad de la quebrada Montoque, donde se evidencia una cuenca con características equilibrio, en donde el transporte de sedimentos y aguas se registra en la misma proporción.

Figura 33. Curva hipsométrica de la Quebrada Montoque



Fuente: UT LAPI, 2024



### 5.3.5 Elevación Media por unidad hidrográfica

Corresponde a la variación altitudinal de la unidad hidrográfica que incide directamente sobre el clima y, por tanto, sobre el régimen hidrológico, además de brindar una base para caracterizar de zonas climatológicas y ecológicas dentro de la misma unidad hidrográfica (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010). Se representa como el área entre curvas en km<sup>2</sup> (Ai), elevación media entre curvas consecutivas en Km<sup>2</sup> (Em) y el área total de la cuenca en Km<sup>2</sup> (At).

#### Ecuación 1. Elevación media

$$Hm = \frac{\sum(Ai * Em)}{At}$$

En la Tabla 17, se presenta la elevación media de las unidades hidrográficas de estudio.

Tabla 17. Elevación media de las unidades hidrográficas Nivel II

Unidad hidrográfica	Elevación media (m.s.n.m)
Río Aves	2940.8
Quebrada Montique	2918.1

Fuente: UT LAPI, 2024

### 5.3.6 Pendiente del Cauce

Mediante un análisis espacial, se estima la caída altitudinal de los cauces principales con respecto a la longitud del mismo, arrojando así un corte transversal del relieve por el cual atraviesa el cuerpo de agua (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010). El análisis del perfil de cauce se representa como la relación entre la cota máxima (C.max), la cota mínima (C.min) y la longitud del cauce (L), y se calcula por tramos, permitiendo un estudio detallado de las variaciones del terreno a lo largo del cuerpo hídrico, en donde el río Aves, presenta una pendiente promedio en su cauce de 10.45%. Ver Tabla 18.

#### Ecuación 2. Pendiente del cauce

$$Hm = \frac{C. Max - C. Min}{L} x 100$$

Tabla 18. Pendiente del cauce del Río Aves

Cota Max.	Cota Min.	Longitud	Pendiente
3187	3101	275.05	31.3%
3101	3011	355.98	25.2%



Cota Max.	Cota Min.	Longitud	Pendiente
3011	2950	436.70	13.9%
2950	2905	168.77	26.7%
2905	2891	151.50	9.3%
2891	2850	239.94	16.9%
2850	2802	452.63	10.7%
2802	2770	890.45	3.5%
2770	2730	824.89	4.9%
2730	2700	1728.03	1.7%
2700	2671	4043.05	0.7%
2671	2650	3130.87	0.6%
2650	2620	5769.65	0.5%
2620	2614	1764.69	0.3%

Fuente: UT LAPI, 2024

La Quebrada Montoque, presenta una pendiente promedio en su cauce de 12.28%.

**Tabla 19. Pendiente del cauce de la Quebrada Montoque**

Cota Max.	Cota Min.	Longitud	Pendiente
3358	3330	220.35	12.59%
3330	3292	300.27	12.85%
3292	3220	265.26	26.90%
3220	3145	220.50	34.07%
3145	3001	701.71	20.54%
3001	2970	521.44	5.93%
2970	2920	386.63	12.85%
2920	2881	438.46	9.07%
2881	2821	788.14	7.57%
2821	2790	235.81	13.08%
2790	2701	1175.69	7.55%
2701	2680	364.65	5.82%
2680	2650	981.08	3.06%

Fuente: UT LAPI, 2024



### 5.3.7 Pendiente de las Unidades Hidrográficas de Nivel II

La pendiente representa la variación de la inclinación dentro de la cuenca hidrográfica; su determinación establece una base para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas del suelo (erosión o sedimentación). En las zonas de altas pendientes, se presentan con mayor frecuencia problemas de erosión mientras que en zonas con bajas pendientes, se presentan problemas de sedimentación

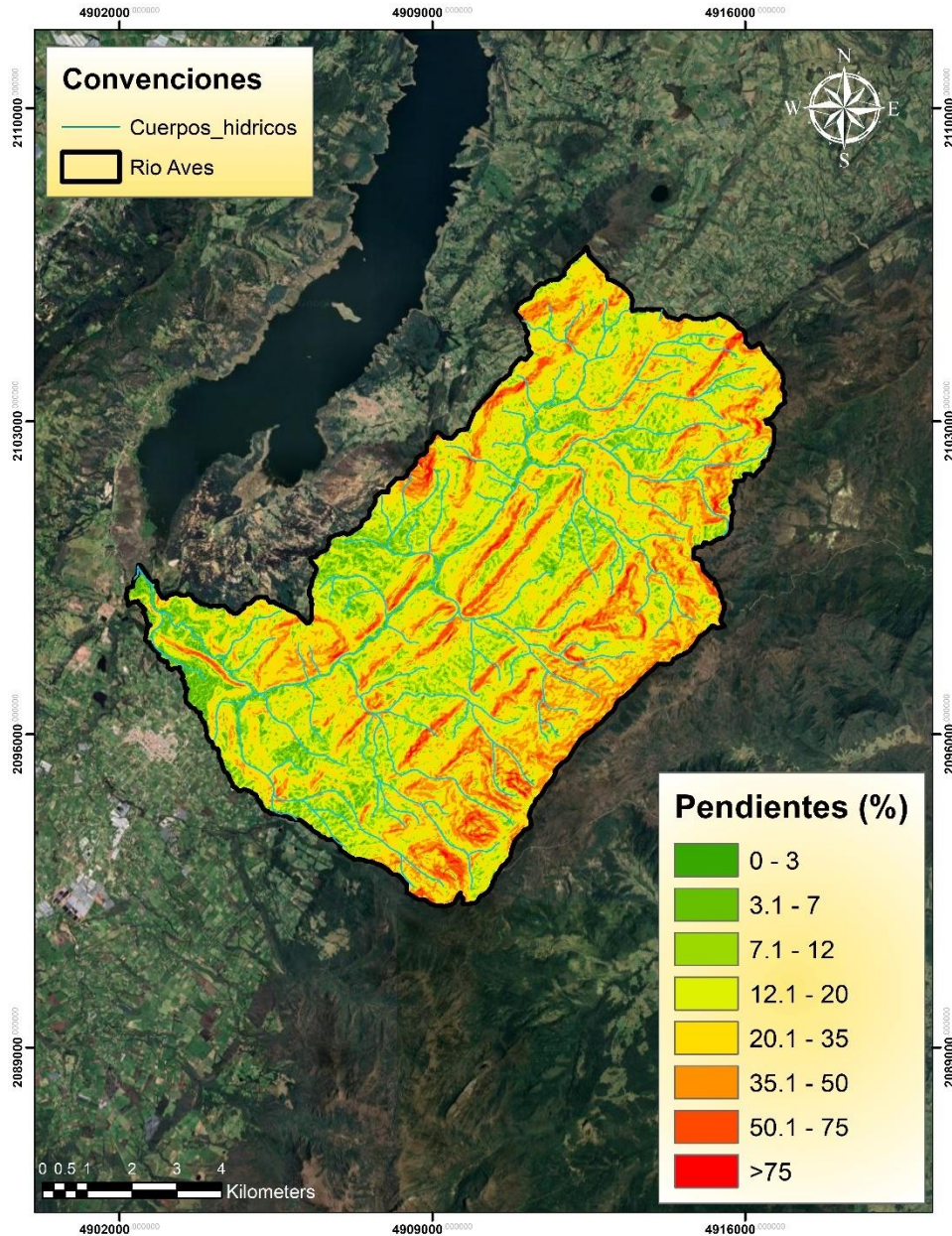
Tabla 20. Clasificación de las cuencas de acuerdo con la pendiente media

Pendiente media (%)	Tipo de relieve	Símbolo
0 – 3	Plano	P1
3 – 7	Suave	P2
7 – 12	Medianamente accidentado	P3
12 – 20	Accidentado	P4
20 – 35	Fuertemente accidentado	P5
35 – 50	Muy fuertemente accidentado	P6
50 – 75	Escarpado	P7
>75	Muy Escarpado	P8

Fuente: Carvajal, Ulises y Reyes, 2010

De igual forma, la pendiente establece una relación entre el uso del suelo y la red de drenaje, la cual afecta directamente el escurrimiento de la precipitación y por ende los procesos de creciente en el cauce principal. En cuencas con altas pendientes existe la tendencia a la generación de eventos picos de caudal en un corto periodo de tiempo. En la figura 34 y 35 se presentan las pendientes del río Aves y la quebrada Montique.

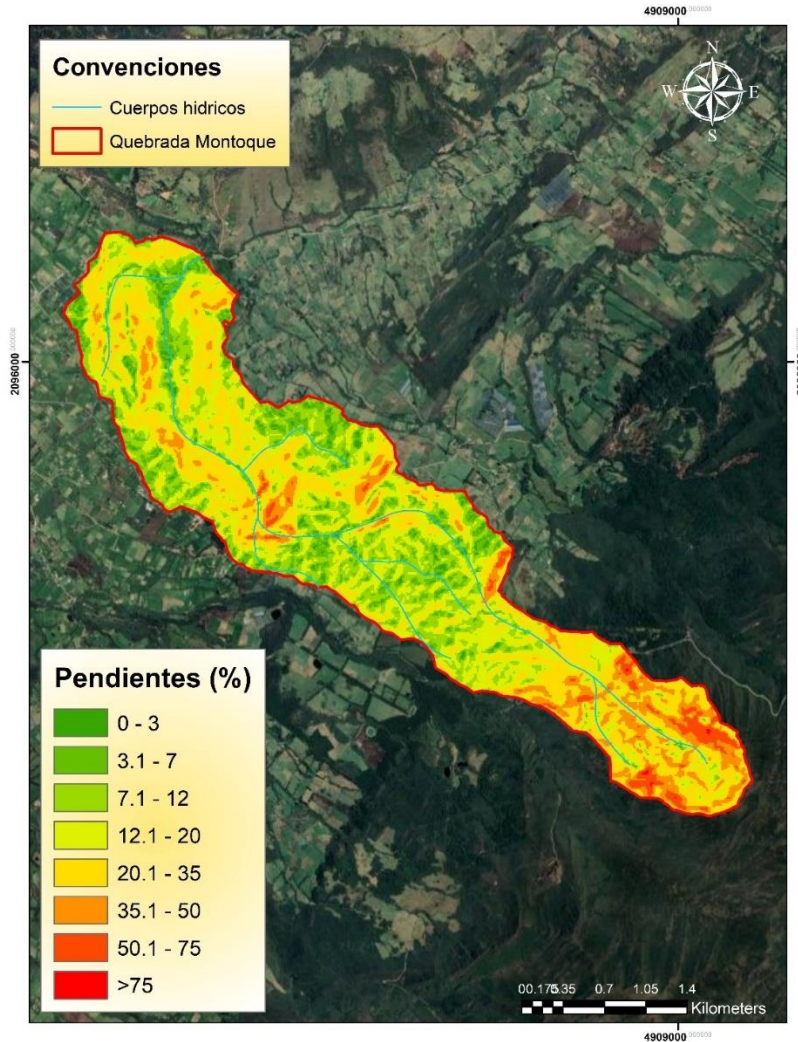
Figura 34. Pendientes del Río Aves



Fuente: UT LAPI, 2024

Mediante el software ArcGis, se realizó la ponderación de cada área de la cuenca con su respectiva pendiente. El resultado del procedimiento determina que la unidad hidrográfica del río Aves presenta una pendiente media de 23.59% asociada con un relieve fuertemente accidentado.

Figura 35. Pendientes de la Quebrada Montoques



Fuente: UT LAPI, 2024

Mediante el software ArcGis, se realizó la ponderación de cada área de la unidad con su respectiva pendiente. El resultado del procedimiento determina que la unidad hidrográfica de la quebrada Montoque presenta una pendiente media de 19.51% asociada con un relieve accidentado.

### 5.3.8 Tiempo de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo



se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionen con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cuatro estimaciones.

**Tabla 21. Ecuaciones de Tiempo de Concentración**

Autor	Ecuación	Variabes
Kirpich, 1940	$T_c = \frac{0,01947 * L^{0,77}}{S^{0,385}}$	L: longitud del cauce principal (pies) S: pendiente (pies/pies)
Kirpich, 1973	$T_c = \left( \frac{0,870 * L^3}{H} \right)^{0,385}$	L: longitud del cauce principal (Km) H: Diferencia de altura(m)
Temez	$T_c = 0,3 \left( \frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,75}$	L: longitud del cauce principal (km) S: pendiente (%)
Bureau of reclamation	$T_c = 0,066 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$	L: longitud del cauce principal (Km) J: pendiente (m/m)

En la Tabla 22. Tiempo de Concentración en horas por unidad hidrográfica se presenta la recopilación de los tiempos de concentración por unidad hidrográfica.

**Tabla 22. Tiempo de Concentración en horas por unidad hidrográfica**

Unidad hidrográfica	Kirpich, 1940	Kirpich, 1973	Temez	Bureau of reclamation	Promedio
Río Aves	3.46	2.2	2.14	2.18	<b>2.49</b>
Quebrada Montique	1.15	0.73	0.87	0.73	<b>0,87</b>

Fuente: UT LAPI, 2024

### 5.3.9 Índices Morfométricos

Las características morfométricas tratan de cuantificar por medio de índices o coeficientes el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento, dado que son un referente para establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas tienden a presentar un flujo de aguas más veloz, en comparación con las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de las cuencas más rápida y mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010). A continuación, se presentan los índices y coeficientes calculados:



### 5.3.9.1 Factor de forma (Kf)

Es la relación entre el área de la cuenca (A) y el cuadrado del máximo recorrido (Lm), este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas. Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca.

Ecuación 3. Factor de forma

$$Kf = \frac{A}{Lm^2}$$

Tabla 23. Clasificación del factor de forma

Kf	Característica
<1	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
>1	Cuenca achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

A continuación, se presentan el factor de forma de cada unidad hidrográfica:

Tabla 24. Factor de forma por unidad hidrográfica

Unidad hidrográfica	Factor de forma (Kf)	
Río Aves	0.24	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
Quebrada Montique	0.13	Cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas

Fuente: UT LAPI, 2024

En conclusión, para las dos unidades hidrográficas, el factor forma que da como resultado una **cuenca alargada** indica que el drenaje de las aguas se distribuye de manera más gradual y extendida a lo largo del territorio, lo cual reduce la concentración rápida de caudales en un solo punto. Esta configuración geográfica contribuye a una **baja susceptibilidad a las avenidas**, ya que la longitud y forma de la cuenca permiten que el flujo de agua sea más controlado, disminuyendo las posibilidades de inundaciones repentinas o grandes crecidas. Además, una cuenca alargada generalmente facilita una mejor infiltración del agua en el suelo y una distribución más uniforme de las precipitaciones, factores que contribuyen a una mayor resiliencia frente a eventos extremos de lluvia.

### 5.3.9.2 Índice de compacidad (Kc)

Se trata de un indicador adimensional de la forma de la cuenca, el cual relaciona el perímetro (P) de la cuenca con el área (A) de un círculo igual al de la cuenca (círculo equivalente); de esta manera, entre mayor sea el coeficiente más distante será la forma de la cuenca con respecto al



círculo. Para valores cercanos o iguales a uno, la cuenca presenta mayor tendencia a crecientes o concentración de altos volúmenes de aguas de escorrentía (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010).

**Ecuación 4. Índice de compacidad**

$$Kc = 0,28 \times \left[ \frac{P}{\sqrt{A}} \right]$$

**Tabla 25. Clasificación de índice de compacidad**

Kc	Característica
1 -1.25	Cuenca redonda a oval redonda
1.25-1.50	Cuenca oval redonda a oval oblonga
>1.50	Cuenca oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Carvajal, Ulises y Reyes, 2010

En la tabla 26, se presenta los resultados de los índices de compacidad por unidad hidrográfica.

**Tabla 26. Índice de compacidad por unidad hidrográfica**

Unidad hidrográfica	Índice de compacidad (Kc)	Característica
Río Aves	1.57	Cuenca oval oblonga a rectangular oblonga
Quebrada Montuque	1.80	Cuenca oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: UT LAPI, 2024

Las dos unidades hidrográficas presentan un índice de compacidad que da como resultado una cuenca oval oblonga a rectangular oblonga, lo cual sugiere una forma alargada y estrecha de la cuenca, lo que implica que el agua tiende a concentrarse en un área más prolongada y menos dispersa. Esta configuración puede generar un flujo más directo hacia los puntos de salida, lo que aumenta la velocidad del drenaje y puede potenciar el riesgo de avenidas en áreas más bajas. Sin embargo, la forma oblonga también puede favorecer una distribución relativamente eficiente de las precipitaciones, permitiendo que el agua se drene de manera más uniforme a lo largo de la cuenca, aunque con un mayor enfoque en las zonas de mayor pendiente.

### 5.3.9.3 Índice de alargamiento (Ia)

El índice de alargamiento es un parámetro que muestra el comportamiento de forma de la cuenca, pero esta vez no respecto a su redondez sino a su tendencia a ser de forma alargada, en relación con su longitud axial (Lm), y con el ancho máximo (l) de la cuenca. Aquellas cuencas que registran valores mayores a uno presentan un área más alargada que ancha, obedeciendo a una forma más alargada. Igualmente, este índice puede predecir la dinámica del movimiento del agua en los drenajes y su potencia erosiva o de arrastre (Carvajal, Ulises y Reyes, 2010).



Ecuación 5. Índice de alargamiento

$$Ia = \frac{Lm}{l}$$

Tabla 27. Clasificación de índice de alargamiento

la	Característica
>1	Cuenca alargada
<1	Cuenca achatada y por tanto el cauce principal es corto

En la Tabla 28, se presenta los resultados de los índices de alargamiento por unidad hidrográfica de Nivel II

Tabla 28. Índice de alargamiento por unidad hidrográfica

Unidad hidrográfica	Índice de alargamiento (Ia)	Característica
Río Aves	2.90	Cuenca alargada
Quebrada Montique	6.14	Cuenca alargada

Fuente: UT LAPI, 2024

En conclusión, las unidades hidrográficas tienen una característica de cuenca alargada lo cual, indica que la cuenca tiene una forma más estrecha y extendida a lo largo del terreno, lo que sugiere una distribución más gradual del flujo de agua. Esta configuración reduce la velocidad de concentración de las aguas en un solo punto, lo que generalmente contribuye a una menor probabilidad de inundaciones repentinas o avenidas

## 5.4 CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJE

La caracterización de la red de drenaje se refiere al patrón de alineamiento, índice de drenaje y densidad de drenaje.

### 5.4.1 Índice de Sinuosidad y Patrón de Alineamiento

Con respecto a la sinuosidad se tiene la clasificación planteada por Schumm (1963) mediante la cual es clasificado el alineamiento de acuerdo a la relación entre la longitud del cauce principal y la longitud del valle que drena o longitud de cuenca que da cuenta del trazado o patrón de alineamiento de cauce.



Ecuación 6. Índice de sinuosidad

$$I_s = \frac{L_c}{L_a}$$

Tabla 29. Clasificación de cauces – Patrón de alineamiento

Tipo de Canal	Sinuosidad	Caracterización
Rectilíneo	1 – 1.2	Se caracterizan por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes. Muy baja sinuosidad.
Transicional	1.2 – 1.5	Baja sinuosidad.
Regular	1.5 – 1.7	Cambios direccionales importantes. Sinuosidad media.
Irregular	1.7 – 2.1	Cambios direccionales importantes con bahías.
Tortuoso	>2.1	Tendiente atrenzamiento del canal.

En la Tabla 30. Patrón de alineamiento, se presentan los resultados del índice de sinuosidad y el patrón de alineamiento de las unidades hidrográficas de Nivel II.

Tabla 30. Patrón de alineamiento

Unidad hidrográfica	Índice de sinuosidad	Patrón de alineamiento	Características
Río Aves	1.38	Transicional	Baja sinuosidad.
Quebrada Montuque	1.17	Rectilíneo	Se caracterizan por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes. Muy baja sinuosidad

Fuente: UT LAPI, 2024

Las dos unidades hidrográficas presentan un índice de sinuosidad bajo, lo que indica que presentan un curso de agua relativamente recto y flujo de agua más directo y menos serpenteante. Esta configuración generalmente facilita un drenaje más rápido y eficiente, ya que el agua sigue un trayecto más corto hacia la desembocadura. Sin embargo, un índice de sinuosidad bajo también puede aumentar la velocidad del flujo, lo que, en algunos casos, podría incrementar la susceptibilidad a eventos de avenidas en áreas específicas.

#### 5.4.2 Densidad de drenaje

La densidad de drenaje refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. Se representa como la sumatoria de los drenajes (Li) y el área de la cuenca (A).



Ecuación 7. Densidad de drenajes

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

Tabla 31. Clasificación de densidad de drenaje

Dd	Categoría
0,1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Moderada
<3.7	Alta

En la Tabla 32. Densidad de drenaje se presentan los resultados de la estimación de la densidad de drenaje de las unidades hidrográficas objeto de análisis.

Tabla 32. Densidad de drenaje

Unidad hidrográfica	$\sum$ Drenajes (km)	Densidad de drenaje	Categoría
Río Aves	462.44	4.58	Alta
Quebrada Montoque	24.92	3.15	Alta

Fuente: UT LAPI, 2024

Las unidades hidrográficas del Río Aves y la Quebrada Montoque presentan una alta densidad de drenaje lo que refleja una red fluvial densa y bien conectada, asociada a una escorrentía rápida y eficiente del agua. Este fenómeno es común en áreas con precipitaciones abundantes y suelos poco permeables, lo que puede generar un mayor riesgo de erosión y de inundaciones durante eventos pluviales intensos. Además, la alta densidad de drenaje suele asociarse con pendientes pronunciadas, lo que aumenta la velocidad de los flujos.

## 5.5 COBERTURAS VEGETALES Y USO DEL SUELO

Las coberturas son unidades delimitables que surgen a partir de análisis espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales diferenciales con respecto a la unidad próxima (IDEAM, 2014). Su análisis permite describir la vegetación, elementos naturales y antrópicos que se encuentran en una determinada zona.

A continuación, en la Tabla 33 se presenta la leyenda de la metodología Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia (IDEAM, 2010 utilizada para el área de estudio comprendida por la franja de 250 metros a ambos lados de la quebrada Montoque y el río Aves.



Tabla 33 Coberturas identificadas en el área de estudio

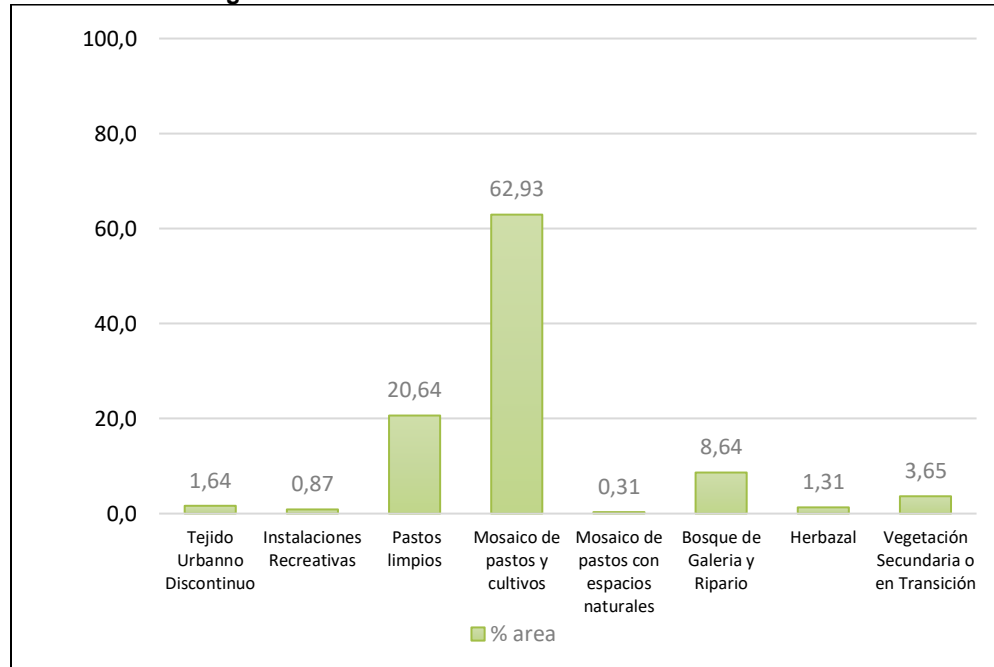
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	AREA (ha)	Porcentaje (%)
Territorios agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de pastos y cultivos	2.4.2	47,32	62,93
		Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.4	0,23	0,31
	Pastos	Pastos limpios	2.3.1	15,52	20,64
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	1.1.2	1,23	1,64
	Zonas Verdes Artificializadas, no Agrícolas	Instalaciones Recreativas	1.4.2	0,66	0,87
Bosques y áreas seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Herbazal denso	3.2.1.1	0,98	1,31
	Bosques	Bosque de galería y ripario	3.1.4	6,50	8,64
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación secundaria o en transición	3.2.3	2,74	3,65

Fuente: UT LAPI,2023

De acuerdo a la tabla anterior, se puede identificar que la mayor cobertura presente en el área de estudio, corresponde a mosaico de pastos y cultivos (62,93%), seguida de pastos limpios (20,64%) y en un tercer lugar se encuentra el Bosque de galería y ripario (8,64%).



Figura 36. Distribución de coberturas área de estudio



Fuente: UT LAPI,2023

Entre las coberturas menos representativas, se encuentra la de Mosaico de pastos con espacios naturales con el 0,31%, e instalaciones recreativas con un valor de 0,87%, lo que permite evidenciar un uso del suelo para actividades de tipo turísticas y/o comerciales por parte de la comunidad. A continuación, se hace la descripción y se muestran evidencias de las coberturas y uso del suelo mencionados anteriormente.

### 5.5.1 Territorios artificializados

- Zonas Urbanizadas

- Tejido Urbano discontinuo:

Hace referencia a los espacios conformados por edificaciones y zonas verdes; las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área se encuentra cubierta por vegetación.

Se incluyen las viviendas existentes en diferentes predios de manera aislada y las redes viales en esta cobertura, debido a que el total de las viviendas es menor a 5 Has y la red de carreteras cuenta con un ancho de la vía menor a 50 metros, al ser vías de comunicación de tipo rural.

Fotografía 1 Tejido urbano discontinuo y vías en la franja de estudio



Fuente: UT LAPI, 2023

- Zonas Verdes Artificializadas, no Agrícolas

- Instalaciones Recreativas:

Corresponde a los terrenos o áreas dedicadas a actividades deportivas, camping y demás de tipo recreativo o de esparcimiento que no se encuentren en zona urbana. Para el caso de la zona de estudio se evidenció establecimiento para el desarrollo de actividades deportivas tales como cabalgatas, camping y piscina termal.

Fotografía 2 Instalaciones recreativas



Fuente: UT LAPI, 2023

## 5.5.2 Territorios agrícolas

- Pastos

- Pastos limpios:

Se encuentra comprendido por áreas ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en la cual se llevan prácticas de mantenimiento o manejo de manera tal que se impide el crecimiento de otro tipo de coberturas.

Fotografía 3 Pastos limpios



Fuente: UT LAPI,2023

- Áreas agrícolas heterogéneas

- Mosaico de pastos y cultivos

Hace referencia a aquellas tierras o áreas ocupadas por pastos y cultivos en los cuales existen parcelas con una extensión menor a 25 ha y su distribución es confusa de manera tal que se dificulta su representación individual en la cartografía.

Fotografía 4 Mosaico de pastos y cultivos



Fuente: UT LAPI,2023

- Mosaico de pastos con espacios naturales:

Corresponde a las áreas donde los pastos ocupan principalmente el área y se combinan con áreas naturales tales como relictos de bosque natural, bosque ripario, pantanos u otras áreas que no han sido intervenidas o poco transformadas, permaneciendo en estado natural o casi natural.



Las coberturas de pastos representan entre el 30% y 70% de la superficie de área total de dicho mosaico.

Fotografía 5 Mosaico de pastos y espacios naturales en el área de estudio



Fuente: UT LAPI,2023

### 5.5.3 Bosques y áreas seminaturales

- Bosques
- Bosque de galería y ripario:

Consta de las coberturas con presencia de vegetación arbórea localizada sobre las márgenes de cuerpos de agua permanentes o temporales; estas coberturas son limitadas respecto de su amplitud al estar rodeando corrientes de agua o drenajes naturales. Cuando se evidencia este tipo de coberturas en zonas de sabana se denominan bosque de galería o cañadas, cuando se presentan en flujos de agua en zonas andinas se denominan bosque ripario.

Fotografía 6 Cobertura de vegetación bosque de galería o ripario.



Fuente: UT LAPI, 2023

- Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

- Herbazal denso:

Hace referencia a la cobertura representada por elementos típicamente herbáceos (plantas no lignificadas o apenas lignificadas) que se desarrollan de manera natural con diferentes densidades y sustratos, conformando una cobertura densa que corresponde a una ocupación mayor al 70% o cobertura abierta con ocupaciones entre 30% al 70%.

Fotografía 7 Cobertura de herbazal denso en franja de estudio.



Fuente: UT LAPI, 2023

- Vegetación secundaria o en transición:

Es aquella cobertura vegetal que se genera como proceso de sucesión posterior a la intervención o destrucción de la vegetación primaria, la cual puede estar en proceso de recuperación. Se presenta en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y zonas donde la vegetación natural fue destruida por eventos o fenómenos naturales. No se presentan elementos introducidos por el hombre.

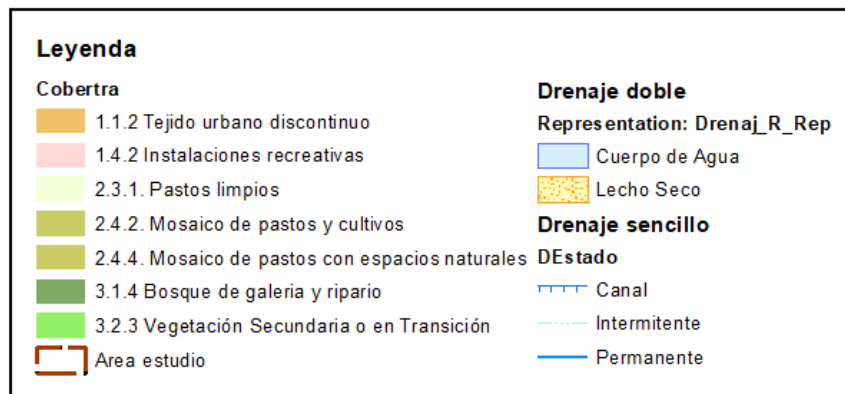
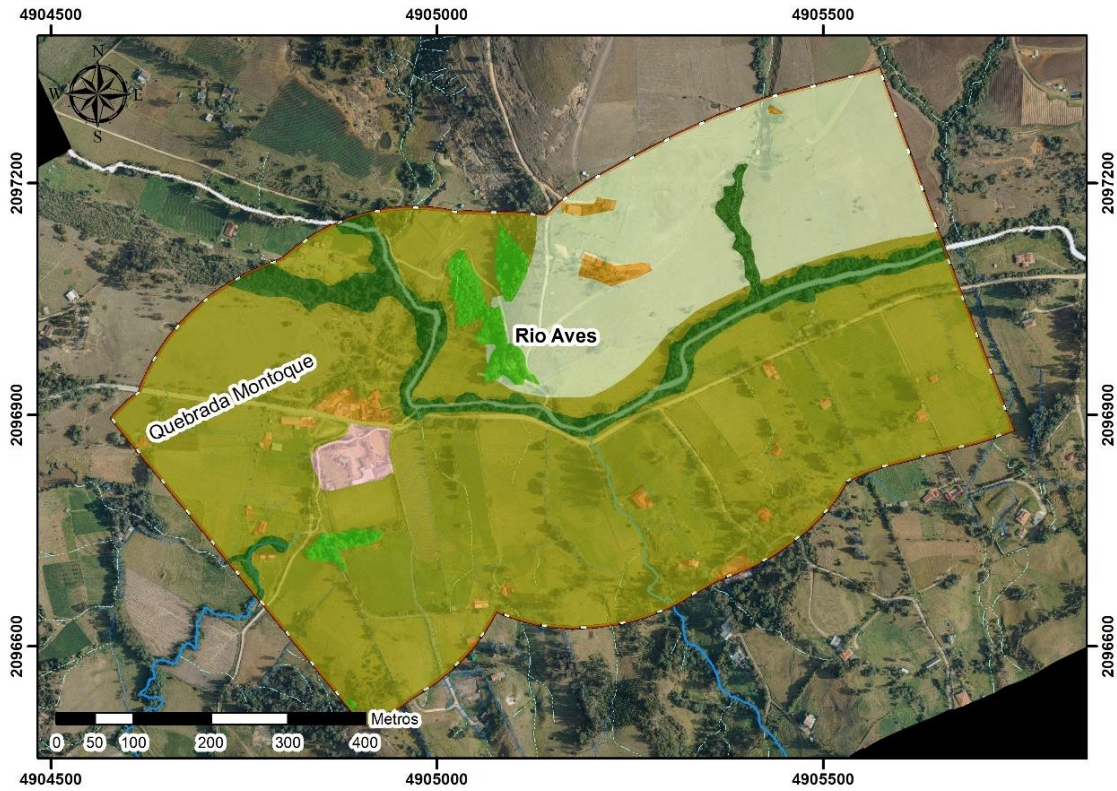
Fotografía 8 Zona de vegetación secundaria en franja de estudio



Fuente: UT LAPI, 2023

Una vez identificadas las coberturas en campo y corroboradas con la información secundaria, se procede a elaborar la caracterización de las mismas utilizando como insumos los recorridos realizados y la ortofoto, por ende, a continuación, se muestra la localización de cada tipo de coberturas y uso del suelo que presenta la franja de estudio para la quebrada Montuque.

Figura 37 Coberturas de la tierra Corine Land Cover



Fuente: UT LAPI,2023



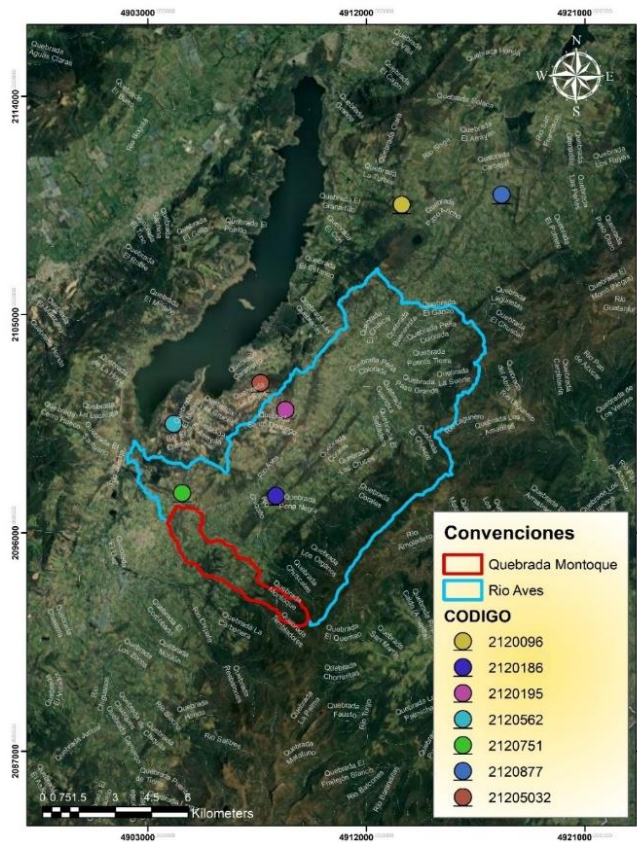
## 5.6 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

Tomando como base la localización de las unidades hidrográficas de nivel II del río Aves y la quebrada Montique, así como la información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) se seleccionaron las estaciones hidrometeorológicas localizadas la zona de estudio y su área de estudio.

### 5.6.1 Estaciones hidrometeorológicas área de influencia

Se identificaron dos estaciones meteorológicas operadas por la CAR en el área circúndate la unidad hidrográfica del río Aves y la quebrada Montique, las cuales cuentan con información de precipitación, así mismo se identificaron dos estaciones hidrológicas sobre el río Aves que registra información de caudales.

Figura 38. Estaciones hidrometeorológicas área de influencia



Fuente: CAR, IDEAM



Tabla 34. Estaciones Hidrometeorológicas

Código	Estación	Unidad hidrográfica	Tipo de estación	Fecha de instalación
2120096	El Consuelo	Embalse Tominé	Pluviométrica	01/03/1967
2120186	La María	Río Aves	Pluviográfica	01/06/1992
2120195	Montecillos	Río Aves	Pluviográfica	01/03/1996
2120562	Guatavita	Embalse Tominé	Climatológica Principal	01/11/1967
2120751	La Vega	Río Aves	Limnigráfica	01/11/1956
2120877	Cadillal	Embalse Sisga	Limnigráfica	01/05/1985
21205032	Guatavita-Los Monolitos	Río Bogotá	Climatológica Principal	01/06/2018

Fuente: CAR, IDEAM

Para el cálculo de caudales se utiliza la estación La Vega identificada con código 2120751 debido a que se localiza sobre el río Aves, aguas arriba del sitio de estudio. Los datos recopilados se sometieron a un proceso de retiro de datos anómalos, análisis de completitud y análisis de consistencia para reducir los porcentajes de error e incrementar la calidad del modelo hidrológico.

### 5.6.2 Datos Anómalos

Un dato anómalo o atípico es una observación que se desvía notablemente de las otras observaciones que conforman el conjunto estadístico (NIST 2013). La identificación de dichos potenciales valores atípicos radica en (V. Sanchez,2016):

- Un valor atípico puede indicar errores en los datos.
- En algunos casos, puede que no sea posible determinar los valores atípicos, ya que estos pueden deberse a la variación aleatoria del proceso, o en dado caso, pueden indicar algo científicamente interesante. En tal caso, el dato atípico no deberá eliminarse, pero deberán utilizarse técnicas estadísticas más robustas, en particular cuando los datos contienen valores extremos.

Las pruebas para la detección de datos anómalos pueden ser agrupadas de acuerdo a la distribución que siguen los datos que en general siguen el comportamiento normal (V. Sanchez,2016). En el presente proyecto se ejecutará la prueba de Grubbs, la cual siguió el siguiente procedimiento:

- Se disponen los datos en orden de menor a mayor.
- Se decide si el menor o el más grande es susceptible de ser discrepante.
- Se estima la desviación estándar "s" de todos los datos.
- Se selecciona el riesgo que se quiere tomar para un falso rechazo.



- Se calcula el valor correspondiente y se compara con el valor de tablas. Si el valor calculado es mayor que el valor tabulado se puede rechazar ese dato con el riesgo asumido.

### 5.6.2.1 Precipitación Máxima de 24 horas

Mediante la prueba de Grubbs se identifica que en la variable de precipitación máximo en 24 horas existe una estación con datos anómalos, la cual después de pasar por el análisis de completitud se someterá a un ajuste de datos mediante un polinomio de segundo grado y se asociarán a una prueba de homogeneidad.

Tabla 35. Datos anómalos Precipitación Máximo 24 horas

Estación		G (Valor observado)	G (Valor crítico)	alfa	Datos Anómalos
2120186	La María	5.09	2.771	0.05	SI
2120195	Montecillos	2.5	2.674	0.05	NO
2120562	Guatavita	1.33	2.615	0.05	NO
2120096	El Consuelo	1.75	2.65	0.05	NO

Fuente: UT LAPI,2023

### 5.6.2.2 Caudales

Mediante la prueba de Grubbs se identifica que la estación La Vega identificada con código 2120751 presenta datos anómalos para la serie de caudales máximos, medios y mínimos. Posterior al análisis de completitud se someterán en primera medida a un ajuste de datos mediante un polinomio de segundo grado y en segunda medida se asociarán a una prueba de homogeneidad.

Tabla 36. Datos Anómalos Caudales - Estación La Vega - 2120751

Prueba de Grubss	G (Valor observado)	G (Valor crítico)	Alfa	Datos Anómalos
Q. Máximos	3.080017507	3.659493927	0.05	NO
Q. Mínimos	3.623140702	3.659493927	0.05	NO
Q. Medios	3.52096765	3.659493927	0.05	NO

Fuente: UT LAPI,2023



### 5.6.3 Análisis de Completitud

Una vez realizado el ajuste de los datos anómalos de las variables usadas en el presente estudio se realiza el análisis de consistencia, el cual sigue las recomendaciones de los estándares sugeridos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2008) y el IDEAM. Las directrices implementadas en el caracterización temporal y espacial estipulan que solo se deben tomar series que presenten registros de hidrometeorológicos que presenten mínimo 15 años de registro y más del 80% de completitud.

#### 5.6.3.1 Precipitación Máxima en 24 horas

En la zona de influencia del área del proyecto se identificaron tres estaciones meteorológicas que cuentan con el registro constante de precipitación total mensual, las cuales se tomaron para desarrollar el análisis climatológico en este caso de precipitación máxima en 24 horas (Tabla 37).

Tabla 37. Análisis de completitud precipitación máxima en 24 horas

#	Estación		Longitud	Faltantes	Faltantes [%]	Completitud [%]	Cumple
1	2120186	La María	264	98	37.12	62.88	No cumple
2	2120195	Montecillos	264	3	1.14	98.86	Cumple
3	2120562	Guatavita	264	16	6.06	93.94	Cumple
4	2120096	El Consuelo	264	6	2.27	97.73	Cumple

Fuente: UT LAPI,2023

#### 5.6.3.2 Caudales

Se evidencia que la estación de La Vega identificada con código 2120751 cumple con los requerimientos establecidos por la OMM para los caudales mínimos, medios y máximos (Tabla 38).

Tabla 38. Análisis de completitud Caudales Estación La Vega -2120751

Caudal	Longitud	Faltantes	Faltantes [%]	Completitud [%]	Cumplimiento
Máximos	240	8	3.33	96.67	Cumple
Mínimos	240	19	7.92	92.08	Cumple
Medios	240	18	7.50	92.50	Cumple

Fuente: UT LAPI,2023



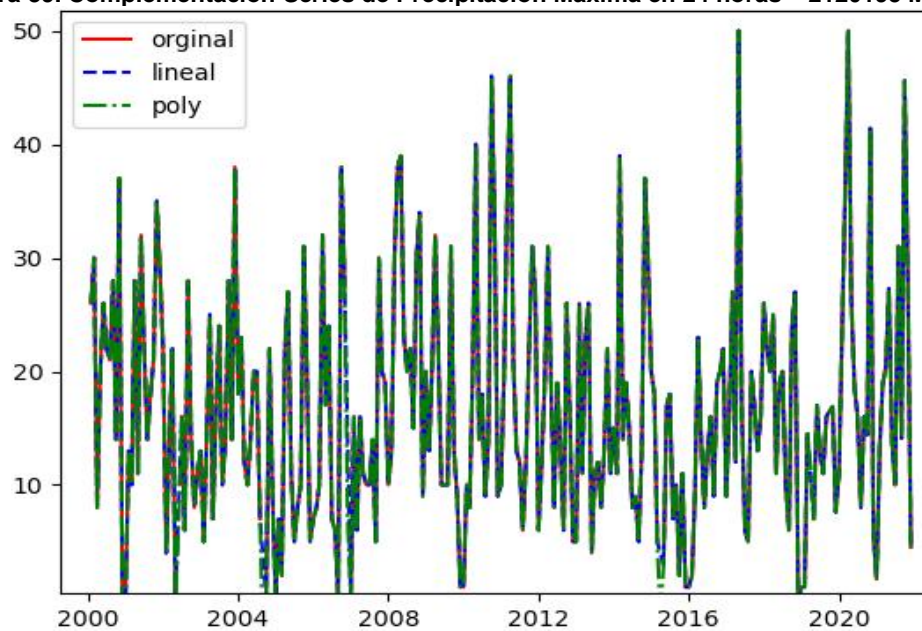
#### 5.6.4 Complementación de series

La complementación de los datos faltantes se hace a partir de un polinomio de segundo grado donde las variables utilizadas son predictores exógenos y endógenos producto de la autocorrelación. La complementación de series solo tiene lugar para los análisis que requieran de series completas como lo es la prueba de aleatoriedad, de manera que, para aquellos análisis que no requieren series completas el rellenado se evita disminuyendo así la incertidumbre.

##### 5.6.4.1 Precipitación Máxima en 24 horas

Para el procedimiento de llenado de datos faltantes de precipitación máxima en 24 horas, se usa un polinomio de segundo grado. En el anexo C.3 se presenta el correspondiente llenado de datos.

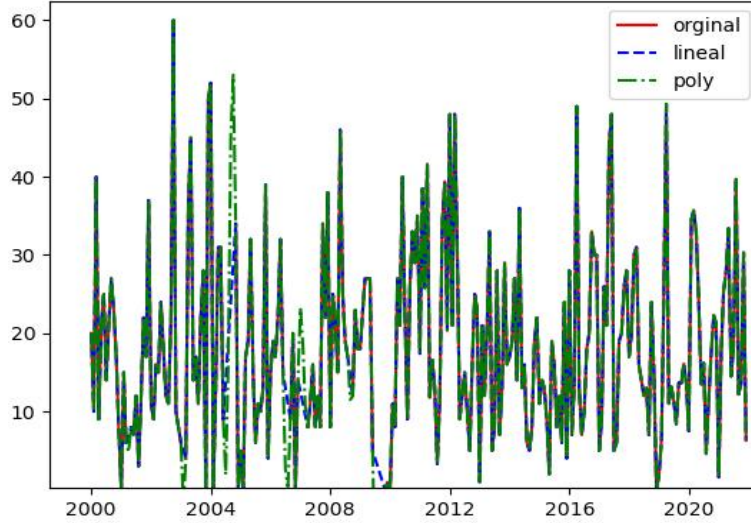
Figura 39. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120195 Montecillos



Fuente: UT LAPI, 2023

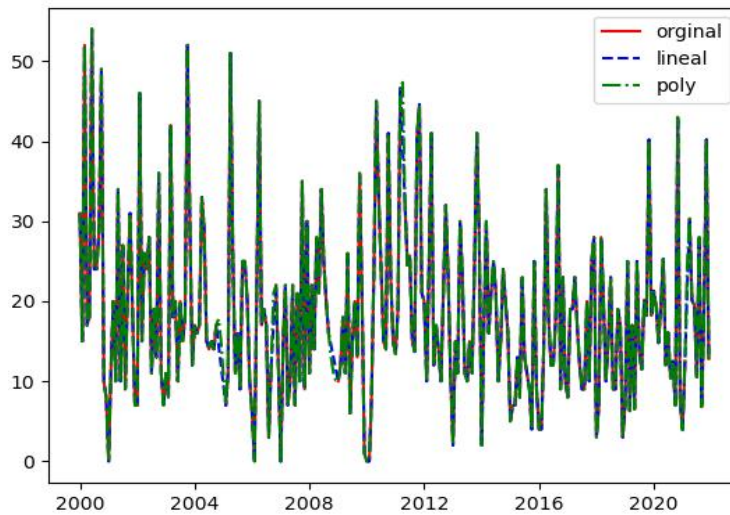


Figura 40. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120562 Guatavita



Fuente: UT LAPI,2023

Figura 41. Complementación Series de Precipitación Máxima en 24 horas – 2120096 El Consuelo



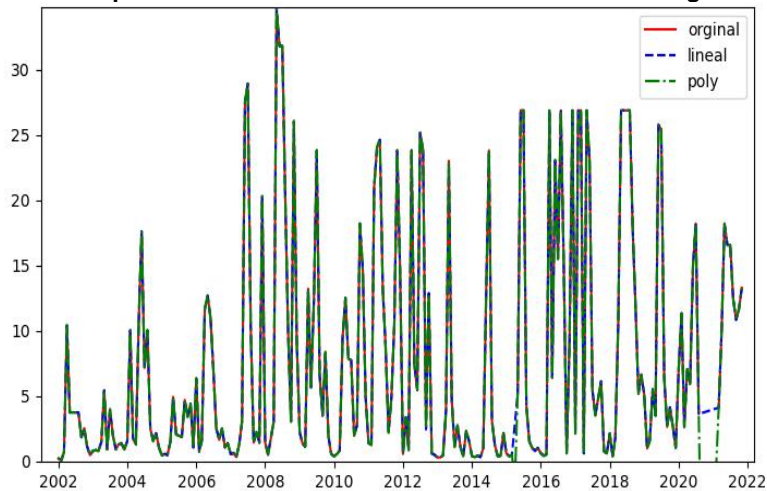
Fuente: UT LAPI,2023



### 5.6.4.2 Caudales

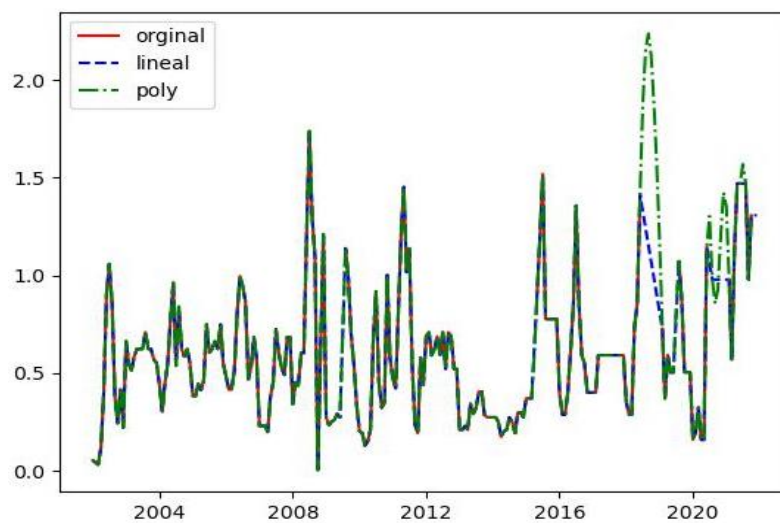
Para el llenado de datos faltantes de caudales, se utilizó un polinomio de segundo grado. En el anexo C.3 se presenta el llenado de datos.

Figura 42. Complementación series de Caudales Máximos - La Vega - 2120751



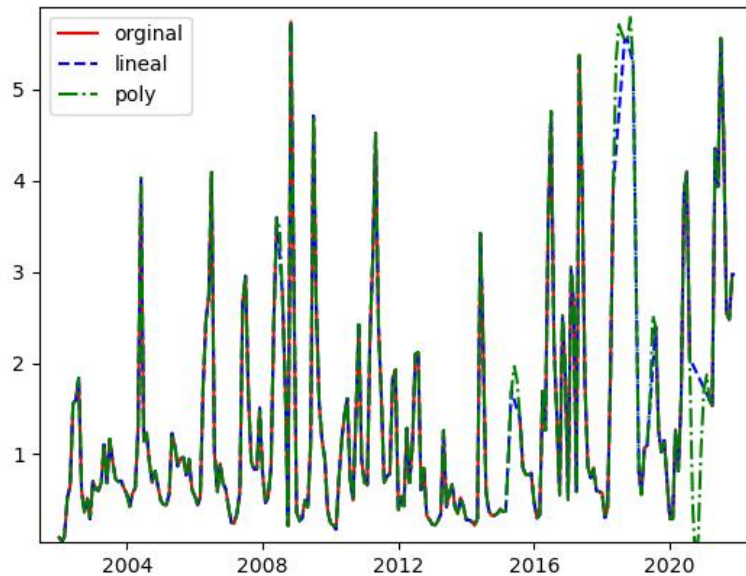
Fuente: UT LAPI, 2023

Figura 43. Complementación series de Caudales Mínimos - La Vega – 2120751



Fuente: UT LAPI, 2023

Figura 44. Complementación series de Caudales Medios - La Vega - 2120751



Fuente: UT LAPI, 2023

### 5.6.5 Análisis de Consistencia y Homogeneidad

Una serie homogénea es aquella, en la que, todos los datos hacen parte de a una misma población estadística, lo que indica, que se ajustan a una misma función de distribución de probabilidades, y por tal motivo parámetros estadísticos como la media y varianza no cambian en el tiempo (Marulanda Lopez, 2019).

Las pruebas empleadas en el presente estudio fueron el de homogeneidad normal estándar (SNHT), Pettit y Buishand, los cuales se describen a continuación junto con sus estadísticos de prueba de acuerdo a lo planteado por (Hainie A. & Mohd D., 2013):

- 1) Homogeneidad normal estándar (SNHT), compara el promedio de los primeros años registrados con los últimos. Un valor alto de T en un año d indica una variación “brusca”.
- 2) Pettitt, esta prueba es no paramétrica se basa en rangos y hace caso omiso de la normalidad de la serie, se basa en el orden de rangos de los valores y.
- 3) Buishand, por su origen bayesiano, puede ser empleada en variables con cualquier tipo de distribución y propone identificar un cambio en la media de la serie de datos.



Para todas las pruebas se utilizó un nivel de significancia del 5%, donde la  $H_0$  corresponde a datos homogéneos y la  $H_a$  corresponde a datos no homogéneos, es decir hay una fecha donde se presenta un cambio significativo en el comportamiento de los datos.

Posteriormente, se realizó un concentrado de resultados, que permitió realizar la clasificación de estaciones en tres clases (Guajardo, 2014):

- ✓ Clase 1: Cuando en una estación la prueba de hipótesis nula se rechaza a lo más una sola vez, la información se puede considerar como Útil.
- ✓ Clase 2: Cuando en una estación la prueba de hipótesis nula se rechaza a lo más dos veces, la información se puede considerar como Dudosa.
- ✓ Clase 3: Cuando en una estación la prueba de hipótesis nula se rechaza tres veces, la información se considera como Sospechosa.

#### 5.6.5.1 Precipitación máxima en 24 horas

Se realizó prueba de homogeneidad para los datos de precipitación máxima en 24 horas, los cuales en el caso de la prueba de Pettitt's rechaza la hipótesis de homogeneidad.

Tabla 39. Prueba de Pettitt - Precipitación Máxima en 24 horas

Prueba de Pettitt		U	K	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
2120195	Montecillos	0.0000000000000867	261	<b>0.5</b>	0.05	Datos homogéneos
2120562	Guatavita	0.00000000000009628	7	<b>0.5</b>	0.05	Datos homogéneos
2120096	El Consuelo	0.0000000000010232	20	<b>0.5</b>	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En el caso de la prueba de SNHT se rechaza la hipótesis de homogeneidad de los datos de precipitación máxima en 24 horas.

Tabla 40. Prueba de SNHT - Precipitación Máxima en 24 horas

Prueba SNHT		S	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
2120195	Montecillos	0	1	<b>0</b>	0.05	Datos no homogéneos
2120562	Guatavita	0	1	<b>0</b>	0.05	Datos no homogéneos
2120096	El Consuelo	0	1	<b>0</b>	0.05	Datos no homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la prueba de Buishand se rechaza la homogeneidad de los datos de precipitación máxima en 24 horas



Tabla 41. Prueba de Buishand - Precipitación Máxima en 24 horas

Prueba de Buishand		H	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
2120195	Montecillos	1.4298005716	240	<b>0.076387</b>	0.05	Datos homogéneos
2120562	Guatavita	1.2516558	123	<b>0.105347</b>	0.05	Datos homogéneos
2120096	El Consuelo	2.566143229	10	<b>0.05141</b>	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la Tabla 42, se presentan los resultados de las pruebas de homogeneidad, las cuales plantean el supuesto de tendencia y organización de datos.

Tabla 42. Resumen pruebas de homogeneidad Precipitación Máxima en 24 horas

Estaciones		Prueba de Pettitt	Prueba SNHT	Prueba de Buishand
2120195	Montecillos	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos
2120562	Guatavita	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos
2120096	El Consuelo	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

### 5.6.5.2 Caudal medio

Se realiza la prueba de homogeneidad para los datos de caudal medio, los cuales en el caso de la prueba de Pettitt's rechaza la hipótesis de homogeneidad.

Tabla 43. Prueba de Pettit - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves

Prueba de Pettitt		U	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0.0000000000000926	41	<b>0.5</b>	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En el caso de la prueba de SNHT se rechaza la hipótesis de homogeneidad de los datos de caudal medio.



Tabla 44. Prueba de SNHT - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves

Prueba SNHT		S	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0	1	0	0.05	Datos no homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la prueba de Buishand se rechaza la homogeneidad de los datos de caudal medio.

Tabla 45. Prueba de Buishand - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves

Prueba de Buishand		H	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0.569005	173	0.28	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la tabla 46, se presentan los resultados de las pruebas de homogeneidad, las cuales plantean el supuesto de homogeneidad excepto para la prueba SNHT, lo cual establece que los datos son homogéneos, pero no se asocian a una distribución normal.

Tabla 46. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Medios Estación La Vega Río Aves

Estaciones		Prueba de Pettitt	Prueba SNHT	Prueba de Buishand
La Vega	2120751	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

### 5.6.5.3 Caudal máximo

Se realiza la prueba de homogeneidad para los datos de caudal máximo, los cuales en el caso de la prueba de Pettitt's acepta la hipótesis de homogeneidad.

Tabla 47. Prueba de Petit - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves

Prueba de Pettitt		U	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0.000000000000539	6	0.5	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En el caso de la prueba de SNHT se acepta la hipótesis de homogeneidad de los datos de caudal máximo.



Tabla 48. Prueba de SNHT - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves

Prueba SNHT		S	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0	1	0	0.05	Datos no homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la prueba de Buishand se rechaza la homogeneidad de los datos de caudal máximo.

Tabla 49. Prueba de Buishand - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves

Prueba de Buishand		H	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	2.589631	65	0.48	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la tabla 50, se presentan los resultados de las pruebas de homogeneidad, las cuales plantean el supuesto de homogeneidad excepto para la prueba SNHT, lo cual establece que los datos son homogéneos, pero no se asocian a una distribución normal.

Tabla 50. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Máximos Estación La Vega Río Aves

Estaciones		Prueba de Pettitt	Prueba SNHT	Prueba de Buishand
La Vega	2120751	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

#### 5.6.5.4 Caudal mínimo

Se realiza la prueba de homogeneidad para los datos de caudal mínimo, los cuales en el caso de la prueba de Pettitt's rechaza la hipótesis de homogeneidad.

Tabla 51. Prueba de Petit - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves

Prueba de Pettitt		U	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0.0000000000000444	3	0.5	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En el caso de la prueba de SNHT se rechaza la hipótesis de homogeneidad de los datos de caudal mínimo.

Tabla 52. Prueba de SNHT - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves

Prueba SNHT		S	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0	1	0	0.05	Datos no homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023



En la prueba de Buishand se rechaza la homogeneidad de los datos de caudal mínimo.

**Tabla 53. Prueba de Buishand - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves**

Prueba de Buishand		H	k	valor-p (bilateral)	alfa	Resultado
La Vega	2120751	0.15441548	220	<b>0.43864</b>	0.05	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

En la tabla 54, se presentan los resultados de las pruebas de homogeneidad, las cuales plantean el supuesto de homogeneidad excepto para la prueba SNHT, lo cual establece que los datos son homogéneos, pero no se asocian a una distribución normal.

**Tabla 54. Resumen pruebas de homogeneidad - Caudales Mínimos Estación La Vega Río Aves**

Estaciones		Prueba de Pettitt	Prueba SNHT	Prueba de Buishand
La Vega	2120751	Datos homogéneos	Datos no homogéneos	Datos homogéneos

Fuente: UT LAPI,2023

## 5.7 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

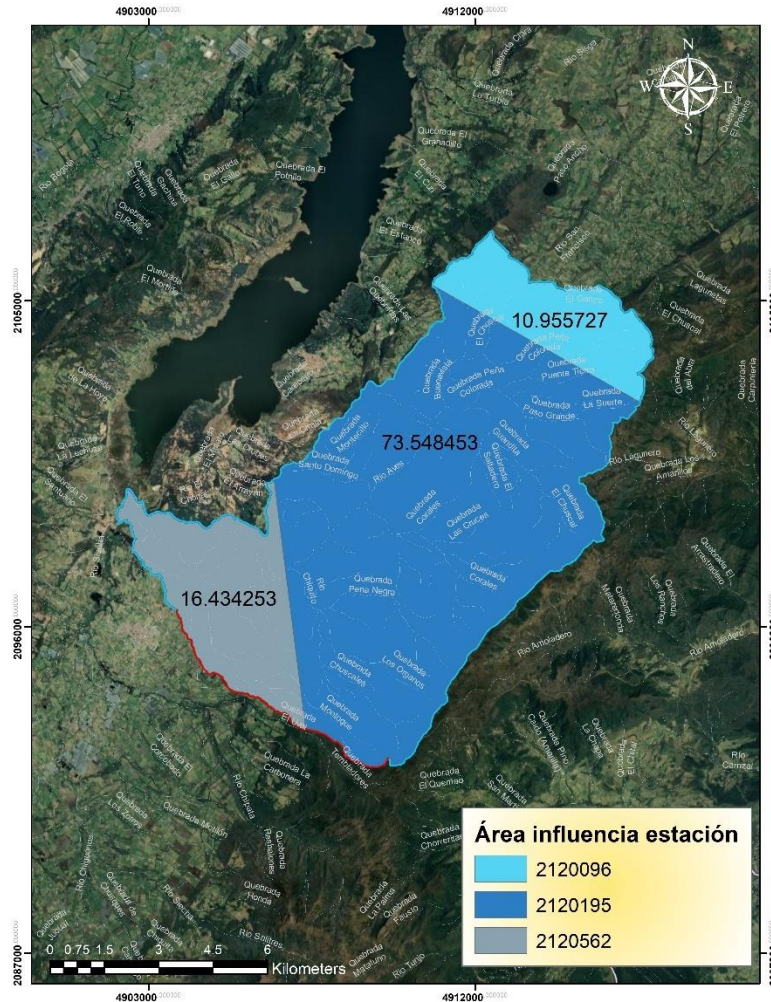
En el siguiente capítulo se desarrolla la caracterización hidrológica de la quebrada Montuque y el río Aves, lo cual contempla el análisis del comportamiento espacial y temporal de caudales para diferentes escenarios hidrológicos

### 5.7.1 Polígonos de Thiessen

Se procedió a implementar el método de polígonos de Thiessen como base para calcular el porcentaje de influencia de las estaciones de precipitación en la zona de estudio y su área de influencia, como insumo para establecer el valor de la intensidad de precipitación en las unidades hidrográficas de nivel II objeto de análisis.

Las estaciones de precipitación de referencia seleccionadas corresponden a El Consuelo (2120096), Montecillos (2120195) y la estación climatológica principal de Guatavita (2120562).

Figura 45. Área de influencia estaciones de Precipitación



Fuente: UT LAPI, 2023

### 5.7.2 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Las curvas IDF resumen los valores de la intensidad o la tasa temporal de precipitación, la frecuencia que se expresa en el periodo de retorno, el cual se define como la cantidad de años en los cuales el evento puede ser igualado o superado. Para el presente análisis las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia, se elaboraron con el fin de generar hietogramas que representen eventos determinados y se pueda realizar una modelación hidrodinámica representando la duración e intensidad de una tormenta local.

Para la elaboración de las curvas intensidad duración frecuencia, se empleará el método de la precipitación máxima probable, la cual a partir de registros de precipitación máxima en 24 horas



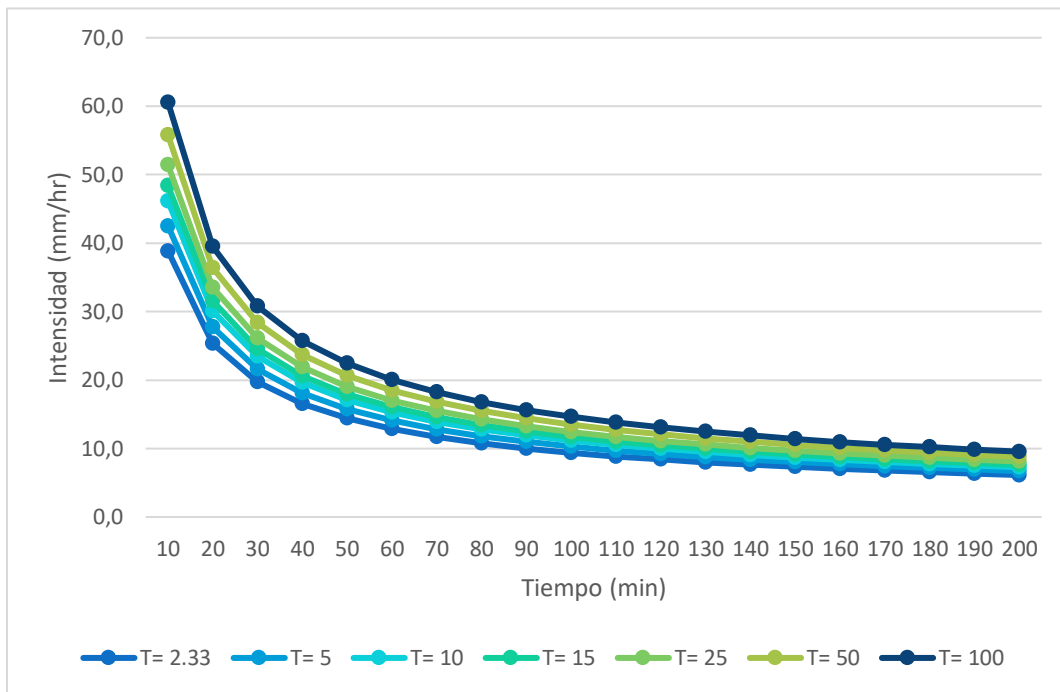
y el ajuste a diferentes distribuciones de probabilidad, se estiman intensidades asociadas a N duraciones. A partir de los registros pluviométricos y valores de precipitación máxima en 24 horas con un nivel histórico de más de 15 años, se construye la curva intensidad duración frecuencia. Se presenta la ecuación representativa para la cuenca que describe el comportamiento de la intensidad en función de la duración y el periodo de retorno.

**Ecuación 8. Ecuación Curva IDF**

$$I = \frac{0.121568 \cdot 143.1609 \cdot T}{t^{0.61639}}$$

- I = intensidad de precipitación (mm/hr)
- T = Periodo de retorno (años)
- t = tiempo de duración de la precipitación (min)

**Figura 46. Curvas IDF del área aferente a la bocatoma**



Fuente: UT LAPI,2023



### 5.7.3 Transposición de caudales

Para la caracterización del régimen hidrológico de las unidades hidrográficas del río Aves y la quebrada Montique se utilizó la metodología de transposición de caudales en cuencas homogéneas, en donde a a partir de la estación hidrológica de La Vega sobre el río Aves (2120751) se estimaron caudales aguas arriba y abajo del área de estudio. El método relaciona el área y la escurrimiento, con el fin de transferir información de una zona a otra deficiente de la misma. Considerando al área de influencia de la estación limnométrica o limnigráfica dentro del área de estudio, se plantea la siguiente ecuación:

#### Ecuación 9. Transposición de caudal

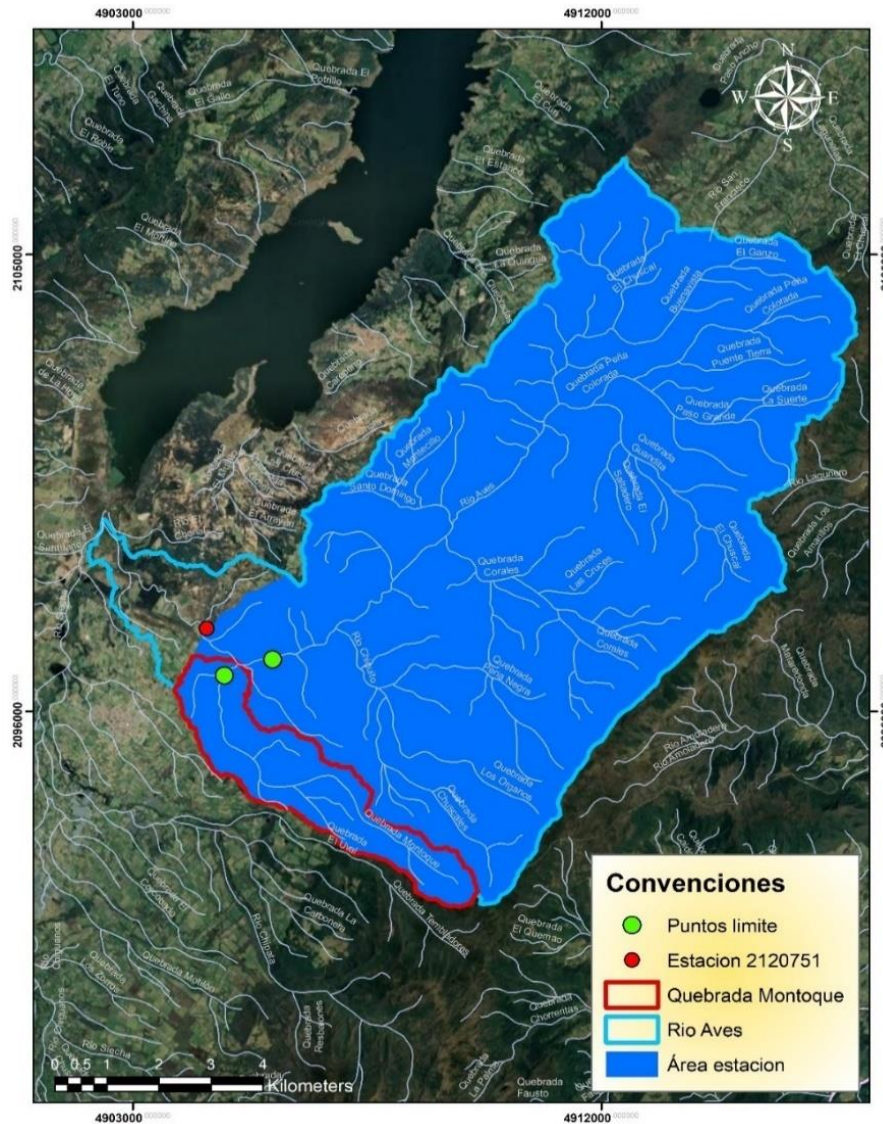
$$Qd = \frac{Qc \times Ad}{Ac}$$

Donde:

- Qd: Es el caudal desconocido en m<sup>3</sup>/s
- Qc: Es el caudal conocido en m<sup>3</sup>/s
- Ad: Es el área de la cuenca sin información
- Ac: Es el área de la cuenca con información

En la Figura 47, se presenta el área aferente de la estación La Vega sobre el río Aves, así como las áreas de drenaje de la cuenca de río Aves y la quebrada Montique.

Figura 47. Área de influencia estación La Vega - 2120751



Fuente: UT LAPI,2023

Para establecer los caudales aguas arriba y aguas abajo del área de estudio se delimitaron las áreas aferentes del río Aves y la Quebrada Montoque hasta el punto de inicio de la zona de estudio sujeto de acotamiento de la ronda hídrica.





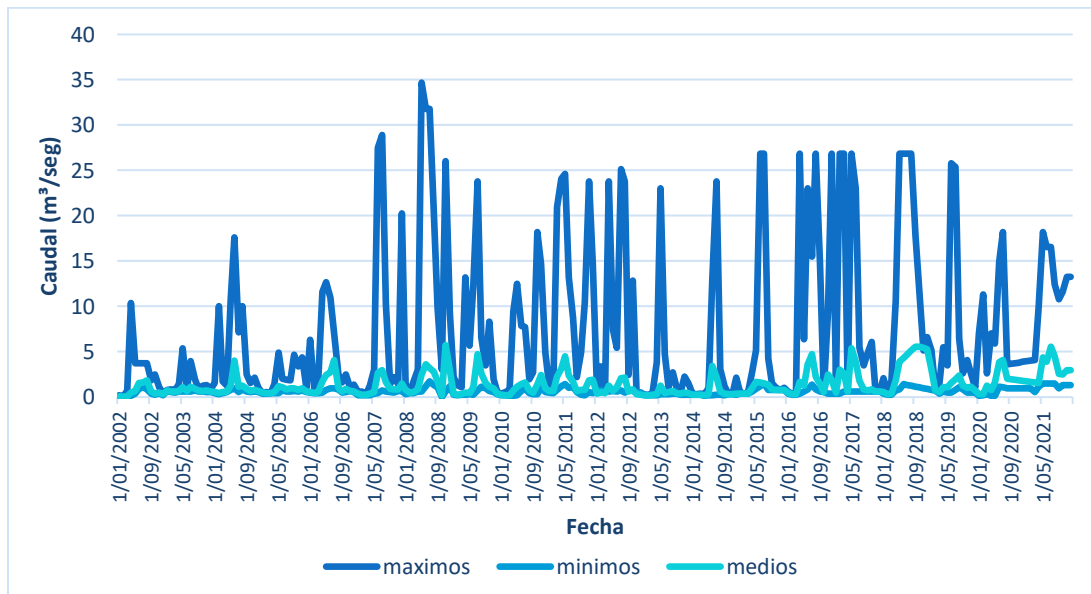
Tabla 55. Áreas Aferentes

Áreas Aferentes	Área (Km <sup>2</sup> )
Estación La Vega – río Aves	96.47
Unidad hidrográfica Q. Montoque	7.89
Unidad hidrográfica río Aves	87.2
Aguas arriba Q. Montoque	7.63
Aguas arriba río Aves	85.06

Fuente: UT LAPI,2023

Con base en la información registrada en la estación La Vega sobre el río Aves, se construyó el histograma de caudales mensuales desde el año 2002 hasta el 2021:

Figura 49. Caudales Mensuales - Estación La Vega río Aves (2120751)

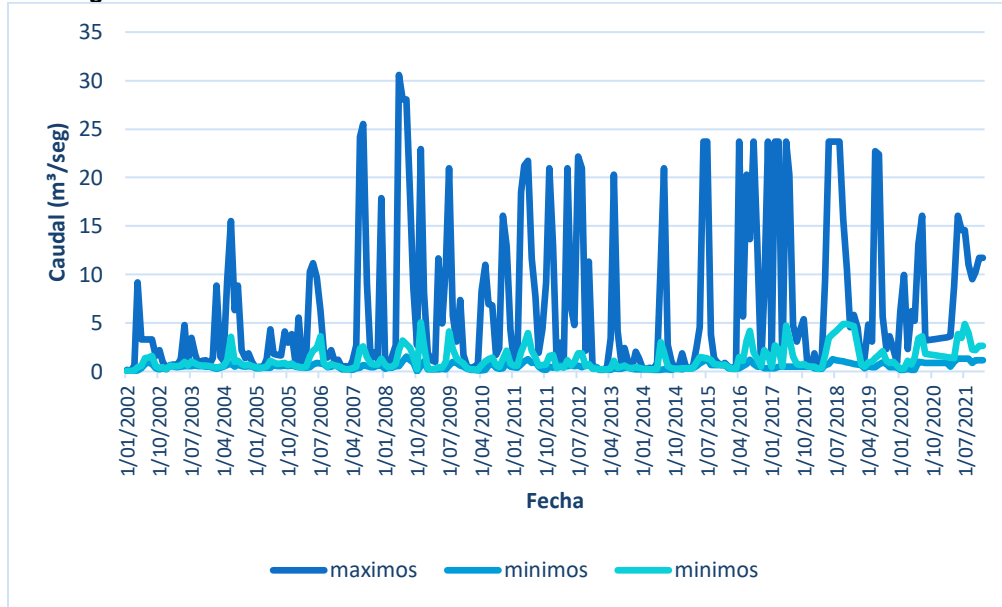


Fuente: UT LAPI,2023

A partir de la aplicación de la Ecuación 9, se realiza la transposición y generación de caudales a nivel mensual para el río Aves y la quebrada Montoque aguas arriba de los puntos de acotamiento de la ronda hídrica.

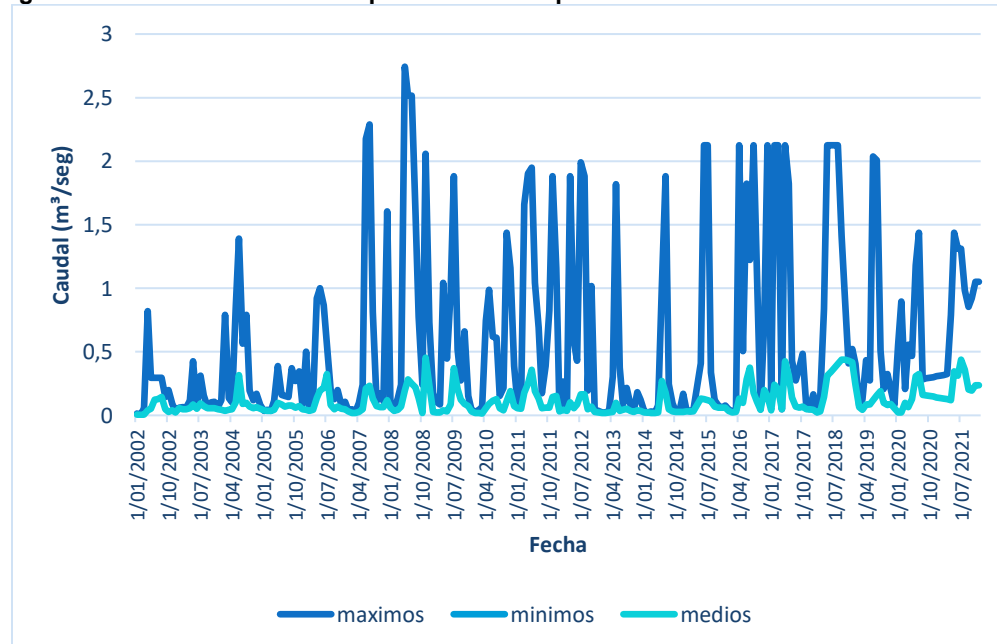


Figura 50. Caudales Mensuales río Aves - Punto de acotamiento ronda hídrica



Fuente: UT LAPI,2023

Figura 51. Caudales Mensuales quebrada Montoque – Punto de acotamiento ronda hídrica



Fuente: UT LAPI,2023



#### 5.7.4 Caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales

Con base en los caudales transpuestos se realiza el cálculo de caudales medios, máximos y mínimos aguas arriba de los puntos de acotamiento de la ronda hídrica, en donde para el Río Aves se estiman caudales con valores medios interanuales entre 0.51 y 2.3 m<sup>3</sup>/seg, valores máximos interanuales entre 1.66 y 13.64 m<sup>3</sup>/seg y valores mínimos entre 0.33 y 0.81 m<sup>3</sup>/seg.

Tabla 56. Caudales mensuales multianuales punto de acotamiento Río Aves (m<sup>3</sup>/seg)

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Medios</b>	0.56 5	0.51 6	0.61 3	0.890	1.650	2.162	2.303	1.605	1.104	0.992	1.408	1.132	<b>1.245</b>
<b>Máximos</b>	1.66 5	2.84 9	3.07 5	7.431	10.671	13.578	13.648	7.713	4.166	4.679	5.154	4.930	<b>13.648</b>
<b>Mínimos</b>	0.36 1	0.33 7	0.33 3	0.434	0.542	0.711	0.811	0.709	0.580	0.502	0.577	0.538	<b>0.333</b>

Fuente: UT LAPI,2023

A partir de la generación de caudales en el punto de inicio del acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Montique se identifican caudales con valores medios interanuales entre 0.046 y 0.2 m<sup>3</sup>/seg, valores máximos interanuales entre 0.14 y 1.22 m<sup>3</sup>/seg y valores mínimos entre 0.03 y 0.07 m<sup>3</sup>/seg.

Tabla 57. Caudales mensuales multianuales Punto de acotamiento Q.Montique (m<sup>3</sup>/seg)

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Medios</b>	0.051	0.046	0.055	0.080	0.148	0.194	0.207	0.144	0.099	0.089	0.126	0.102	<b>0.112</b>
<b>Máximos</b>	0.149	0.256	0.276	0.667	0.957	1.218	1.224	0.692	0.374	0.420	0.462	0.442	<b>1.224</b>
<b>Mínimos</b>	0.032	0.030	0.030	0.039	0.049	0.064	0.073	0.064	0.052	0.045	0.052	0.048	<b>0.030</b>

Fuente: UT LAPI,2023

#### 5.7.5 Análisis de frecuencias de Caudales máximos

A partir del análisis de frecuencia o probabilidad de ocurrencia de determinados eventos hidrológicos (Monsalve, 1995) se relacionan los eventos extremos de la información hidrológica con su frecuencia de ocurrencia, por medio del uso de distribuciones de probabilidad. Para el análisis de frecuencia se hizo uso del software Mini tab e Hidro Esta.

Se consideraron los periodos de retorno de 2,33, 5, 25, 50, y 100 años, estas funciones de distribución son: Normal, Log Normal, Gamma, Weibull, Exponencial, extremo y logística. Se aplicaron las pruebas de bondad de ajuste: Smirnov Kolmogorov. Este procedimiento se realiza para caudales medio, máximos y mínimos. En las Tablas 58 y 59 se presentan los resultados



para las series de datos medios, máximos y mínimos para el río Aves y la quebrada Montique, donde se establecen las distribuciones de mejor ajuste.

**Tabla 58. Estadísticos distribución de frecuencias de Caudales río Aves punto de acotamiento**

Distribución	Caudales medios			Caudales máximos			Caudales mínimos		
	AD	P	LRT P	AD	P	LRT P	AD	P	LRT P
Normal	0,306	0,515		0,314	0,503		0,449	0,228	
Lognormal	0,352	0,405		0,29	0,55		0,284	0,567	
Lognormal de 3 parámetros	0,367	*	0,901	0,25	*	0,595	0,297	*	0,803
Exponencial	0,963	0,116		1,302	0,045		0,374	0,656	
Exponencial de 2 parámetros	0,378	>0,250	0,013	0,54	0,247	0,012	0,298	>0,250	0,337
Weibull	0,297	>0,250		0,248	>0,250		0,266	>0,250	
Weibull de 3 parámetros	0,309	>0,500	0,542	0,364	0,457	0,377	0,296	>0,500	1
Valor extremo más pequeño	0,445	>0,250		0,571	0,131		0,632	0,087	
Valor extremo por máximos	0,328	>0,250		0,249	>0,250		0,369	>0,250	
Gamma	0,318	>0,250		0,249	>0,250		0,259	>0,250	
Gamma de 3 parámetros	0,31	*	1	0,286	*	1	0,349	*	1
Logística	0,325	>0,250		0,303	>0,250		0,456	0,207	
Loglogística	0,365	>0,250		0,285	>0,250		0,299	>0,250	
Loglogística de 3 parámetros	0,413	*	0,894	0,245	*	0,732	0,311	*	0,871

Fuente: UT LAPI,2023

**Tabla 59. Estadísticos distribución de frecuencias de Caudales Q. Montique punto de acotamiento**

Distribución	Caudales medios			Caudales máximos			Caudales mínimos		
	AD	P	LRT P	AD	P	LRT P	AD	P	LRT P
Normal	0,306	0,515		0,314	0,503		0,449	0,228	
Lognormal	0,352	0,405		0,29	0,55		0,284	0,567	
Lognormal de 3 parámetros	0,367	*	0,901	0,25	*	0,595	0,297	*	0,803
Exponencial	0,963	0,116		1,302	0,045		0,374	0,656	
Exponencial de 2 parámetros	0,378	>0,250	0,013	0,54	0,247	0,012	0,298	>0,250	0,337
Weibull	0,297	>0,250		0,248	>0,250		0,266	>0,250	
Weibull de 3 parámetros	0,309	>0,500	0,542	0,364	0,457	0,377	0,296	>0,500	1
Valor extremo más pequeño	0,445	>0,250		0,571	0,131		0,632	0,087	
Valor extremo por máximos	0,328	>0,250		0,249	>0,250		0,369	>0,250	
Gamma	0,318	>0,250		0,249	>0,250		0,259	>0,250	
Gamma de 3 parámetros	0,31	*	1	0,286	*	1	0,349	*	1



Logística	0,325	>0,250		0,303	>0,250		0,456	0,207	
Loglogística	0,365	>0,250		0,285	>0,250		0,299	>0,250	
Loglogística de 3 parámetros	0,413	*	0,894	0,245	*	0,732	0,311	*	0,871

Fuente: UT LAPI,2023

### 5.7.6 Caudales Máximos para diferentes períodos de retorno

Partiendo del ajuste de densidad de probabilidad de las variables simuladas se genera una aproximación de magnitudes con sus probabilidades, permitiendo obtener parámetros de comportamiento cercano a lo observado, estos también conocidos como momentos estadísticos, los cuales permiten describir la estacionalidad de la serie. En la Tabla 60 se presentan los caudales máximos asociados a los diferentes periodos de retorno para el río Aves en el punto de inicio del acotamiento de la ronda hídrica.

Tabla 60. Caudales máximos (m³/seg) para diferentes periodos de retorno - Río Aves

Periodo de retorno	2,33	5	10	15	25	50	100
Río Aves	7.93	11.44	13.79	15.14	16.81	19.07	21.32

Fuente: UT LAPI,2023

En la Tabla 61 se presentan los caudales máximos estimados para los diferentes periodos de retorno en la Quebrada Montoque en el punto de acotamiento

Tabla 61. Caudales máximos (m³/seg) para diferentes periodos de retorno - Quebrada Montoque

Periodo de retorno	2,33	5	10	15	25	50	100
Quebrada Montoque	0.71	1.03	1.23	1.36	1.51	1.71	1.91

Fuente: UT LAPI,2023

### 5.7.7 Modelación Hidrológica

Sobre el río Aves se encuentra la estación hidrométrica La Vega identificada con el código 2120751, información utilizada como referencia para la calibración de los caudales generados por el modelo HEC-HMS. La justificación de la calibración radica en la ausencia de una estación hidrométrica sobre la quebrada Montoques, lo que imposibilitó la medición directa de los caudales en esta área. Ante esta situación, se optó por utilizar el HEC-HMS para estimar los caudales diarios tanto en la quebrada Montoque como en el río Aves, garantizando la coherencia de los resultados con los caudales registrados en la estación de referencia.

Para el presente estudio, se utilizó el modelo HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System) como modelo precipitación-escorrentía para calcular los caudales

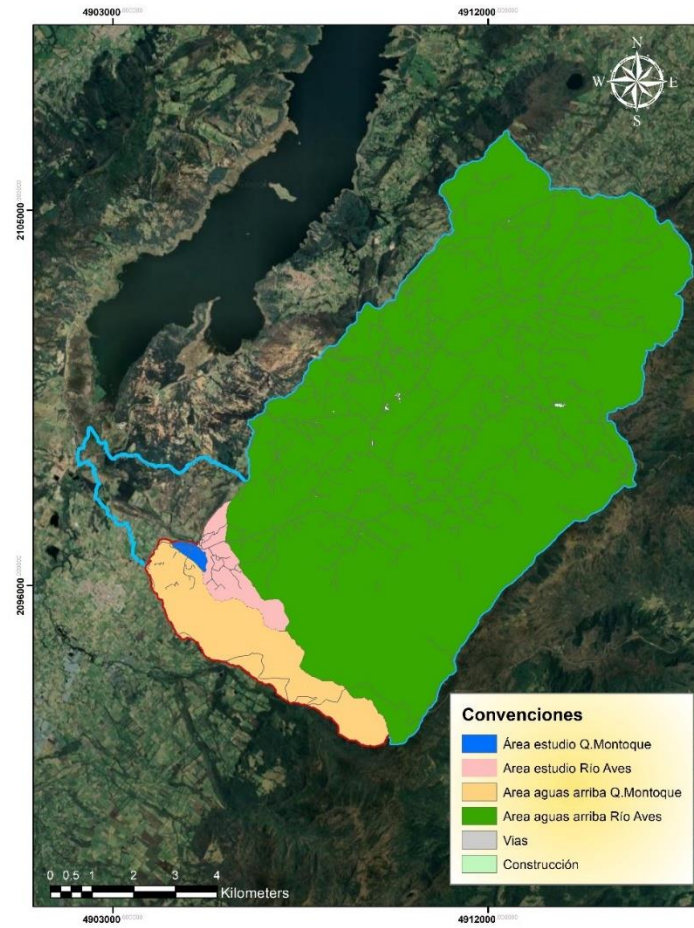


diarios generados por las precipitaciones en la cuenca. Este modelo hidrológico simula la respuesta de una cuenca hidrográfica a los eventos de precipitación, permitiendo estimar los caudales de escorrentía en función de las características de la cuenca y las condiciones meteorológicas.

Una vez calculados los caudales diarios a partir del modelo HEC-HMS, se utilizó el modelo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) para establecer el comportamiento del flujo en los cuerpos hídricos. HEC-RAS es un programa hidráulico que permite simular el flujo en ríos y canales, basándose en las ecuaciones de flujo unidimensional y considerando las características geomorfológicas y hidráulicas de los cauces. Utilizando los caudales generados por HEC-HMS como condiciones de frontera, HEC-RAS modela cómo el agua se desplaza a través del cauce, permitiendo predecir la distribución de caudales, velocidades y profundidades a lo largo del perfil del río.

Para el área de estudio, se utilizó la información obtenida a partir del levantamiento Lidar, identificando las áreas impermeabilizadas en las unidades hidrográficas, facilitando así el análisis de la escorrentía y el comportamiento del flujo superficial. Para la cuenca en general, se tomó como referencia la información del POMCA del río Bogotá de 2018, sin embargo, no se presentan territorios artificializados dentro de la zonificación del POMCA. Finalmente, se realiza uso de la información de vías y construcciones plasmadas en las planchas 228IB2, 228IB4, 228ID2, 228IIA1, 228A3 y 228IIC1 a escala 1:10.000 del IGAC y presentadas en la página de Colombia en mapas. Ver Tabla 52.

Figura 52. Áreas impermeabilizadas en las unidades hidrográficas



Fuente: UT LAPI,2023

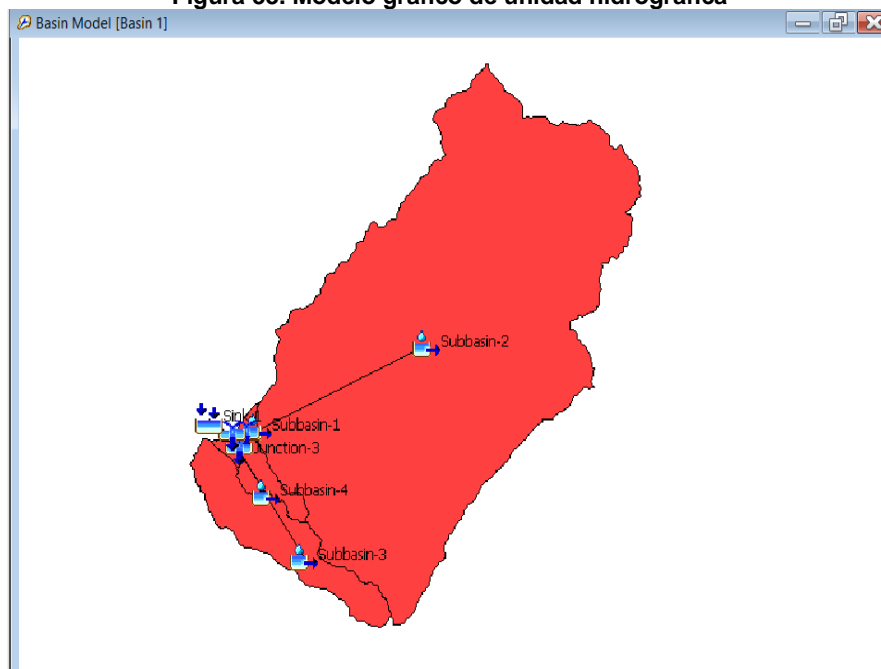
A partir de la generación de hidrogramas tomando como insumo los datos de curvas IDF, porcentaje de impermeabilización y área de unidad hidrográfica, se generaron caudales pico en el río Aves y la quebrada Montoque, es decir el hidrograma generado corresponde a la zona de aguas arriba de los cuerpos hídrico, en los puntos donde inician las áreas de estudio.

La estructura del modelo de cuenca en HEC-HMS se basó en la división de la cuenca en subcuencas, cada una representada por un conjunto de hidrogramas unitarios que permiten simular la respuesta hidrológica a las precipitaciones. En el modelo, la cuenca se subdividió en dos unidades hidrográficas, el río Aves y la quebrada Montoque.

La estructura del modelo meteorológico en HEC-HMS se basa en la utilización de hidrogramas generados a partir de las curvas IDF, las cuales se calcularon con base en los datos de precipitaciones máxima en 24 horas.

Las especificaciones de control en el modelo HEC-HMS incluyen parámetros como la duración temporal del modelo, la frecuencia de los intervalos de tiempo para la simulación, y el tipo de tiempo de simulación. En este caso, el modelo se ejecutó con un intervalo temporal de 10 minutos, con un tiempo de simulación de 24 horas, dependiendo del periodo de estudio

Figura 53. Modelo grafico de unidad hidrográfica



Fuente: UT LAPI,2023

A continuación, se presentan los hidrogramas estimados para diferentes periodos de retorno generados para los dos cuerpos de agua objeto de análisis:

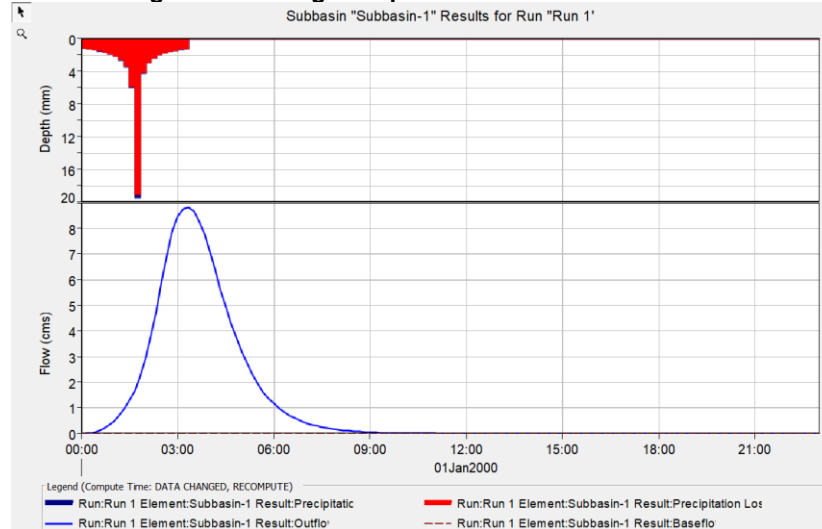
#### 5.7.7.1 Caudales Máximos río Aves

- Periodo de retorno 2.33 años

Para un periodo de retorno de 2.33 años se estima un caudal pico de 8.8m<sup>3</sup>/seg.



Figura 54. Hidrograma periodo de retorno 2.33 años

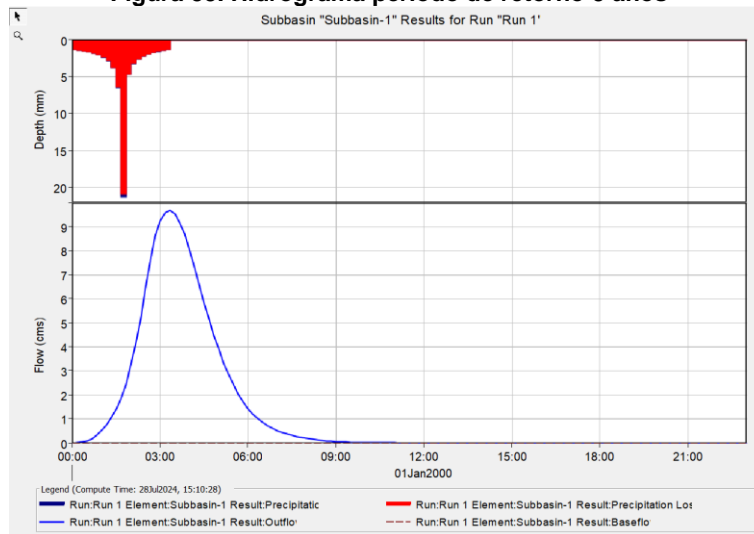


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 5 años

Para el periodo de retorno de 5 años se presenta un caudal pico 9.7m<sup>3</sup>/seg.

Figura 55. Hidrograma periodo de retorno 5 años



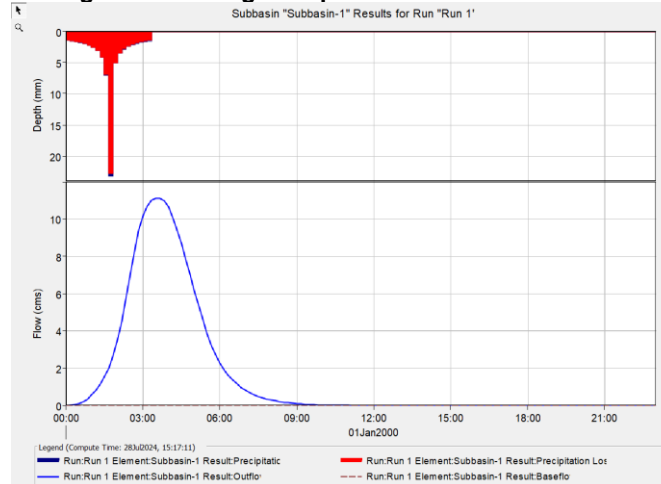
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 10 años

Se estima un caudal pircó para el periodo de retorno de 10 de 11.1m<sup>3</sup>/seg.



Figura 56. Hidrograma periodo de retorno 10 años

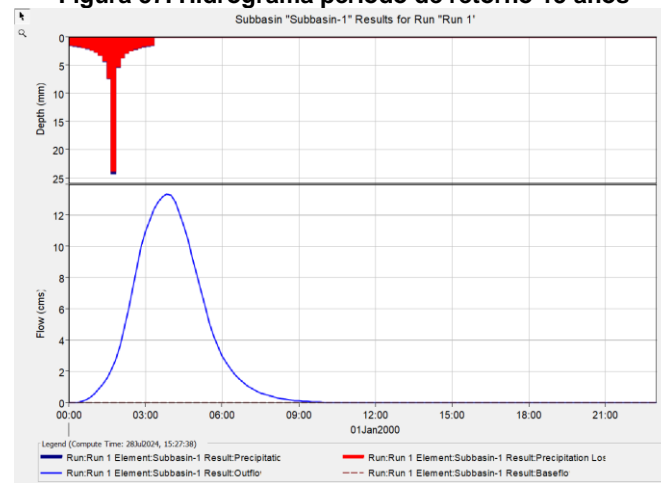


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 15 años

Para un período de retorno de 15 años se generó un caudal pico 13.4m<sup>3</sup>/seg.

Figura 57. Hidrograma periodo de retorno 15 años



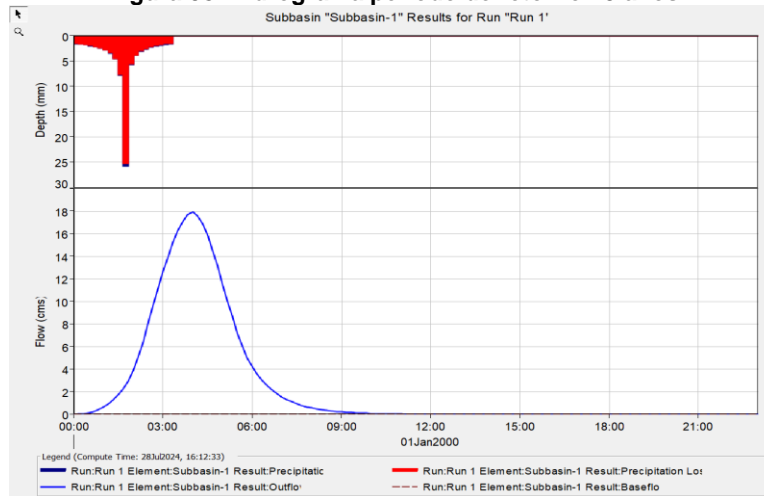
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 25 años

Para un periodo de retorno de 25 años se estima un caudal pico 17.9m<sup>3</sup>/seg.



Figura 58. Hidrograma periodo de retorno 25 años

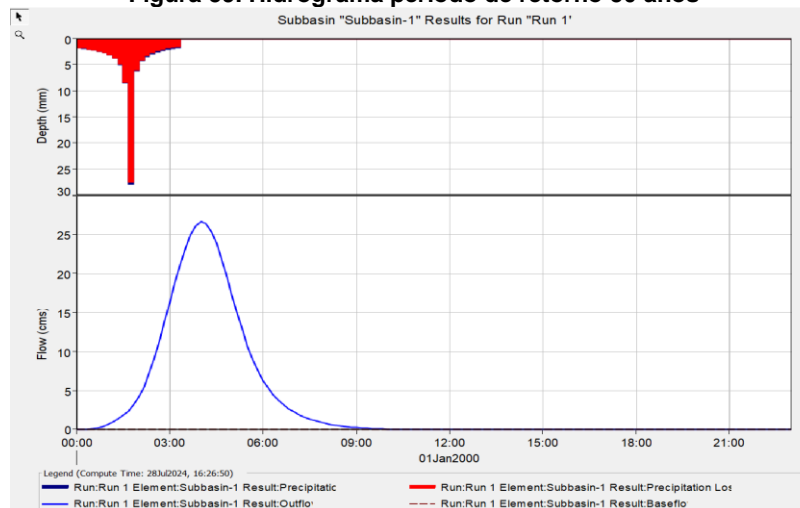


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 50 años

Se estima para un periodo de retorno de 50 un caudal pico de 26.7m<sup>3</sup>/seg.

Figura 59. Hidrograma periodo de retorno 50 años



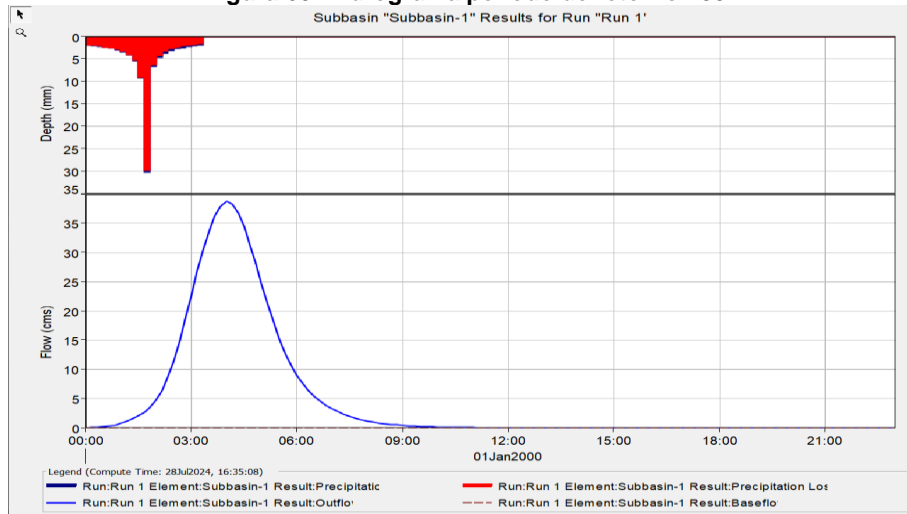
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 100 años

Para un periodo de retorno de 100 años se estima un caudal pico 38.8 m<sup>3</sup>/seg.



Figura 60. Hidrograma periodo de retorno 100



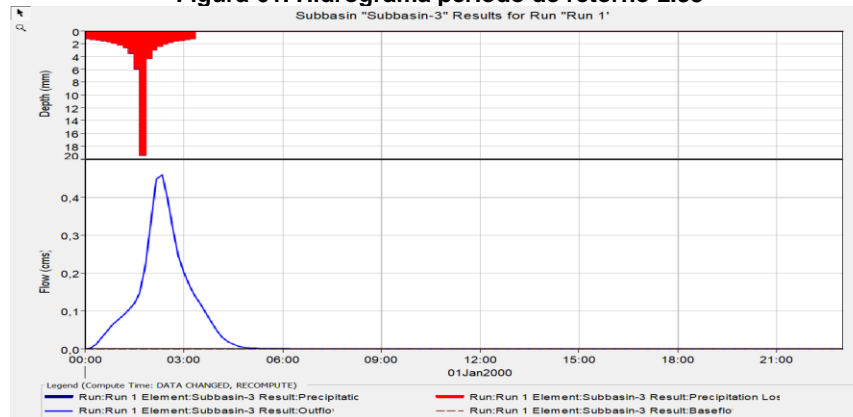
Fuente: UT LAPI,2023

### 5.7.7.2 Caudales Máximos quebrada Montoque

- Periodo de retorno 2.33 años

Se estima un caudal para el periodo de retorno de 2.33 años de 0.5m<sup>3</sup>/seg.

Figura 61. Hidrograma periodo de retorno 2.33



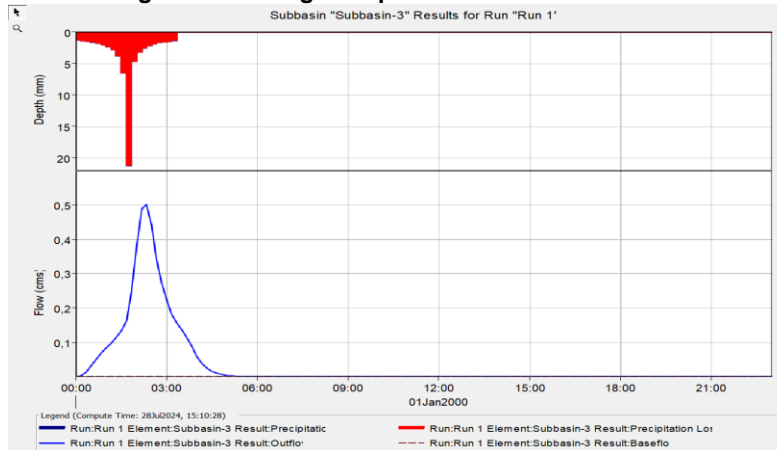
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 5 años

Se genera para un periodo de retorno de 5 años un caudal pico 0.5 m<sup>3</sup>/seg.



Figura 62. Hidrograma periodo de retorno 5 años

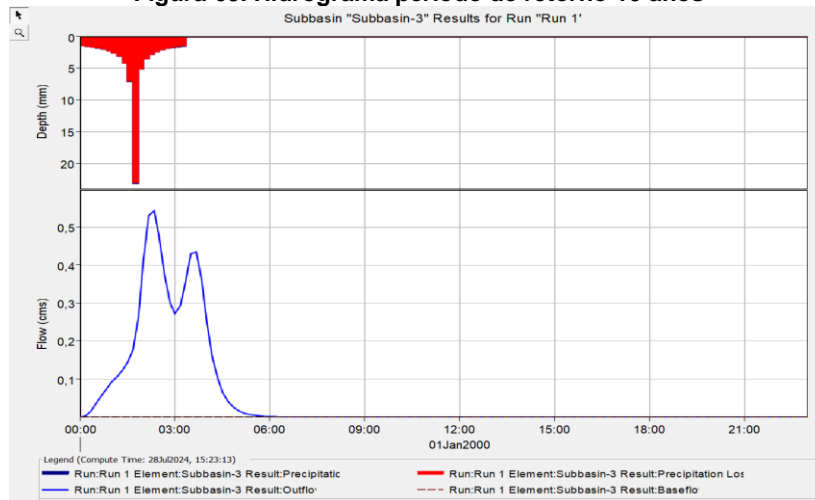


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 10 años

Para un periodo de retorno de 10 años se calculó un caudal pico 0.5m<sup>3</sup>/seg.

Figura 63. Hidrograma periodo de retorno 10 años



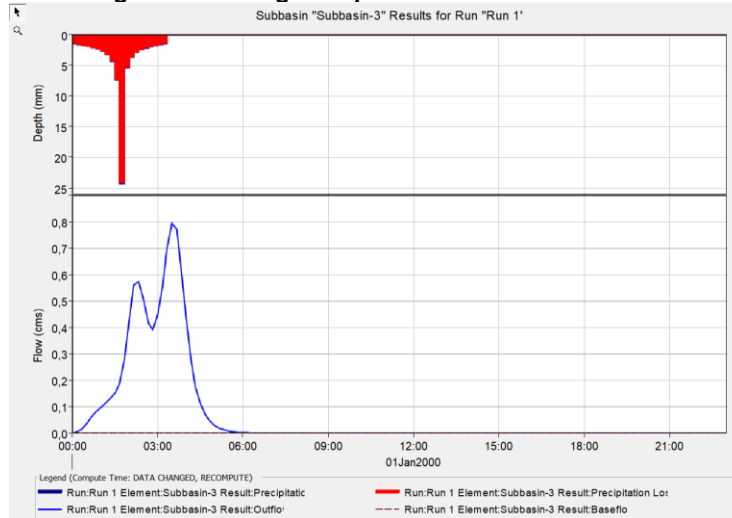
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 15 años

Se estima un caudal pico de 0.8 m<sup>3</sup>/seg para un periodo de retorno de 15 años.



Figura 64. Hidrograma periodo de retorno 15 años

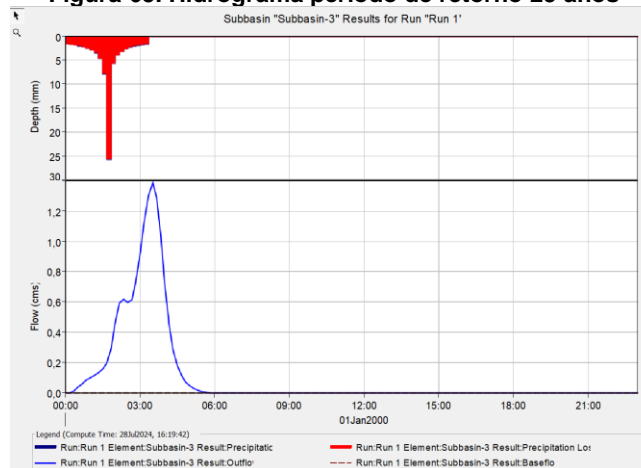


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 25 años

Se presenta el hidrograma generado para el periodo de retorno de 25 años y un caudal pico 1.4m<sup>3</sup>/seg.

Figura 65. Hidrograma periodo de retorno 25 años



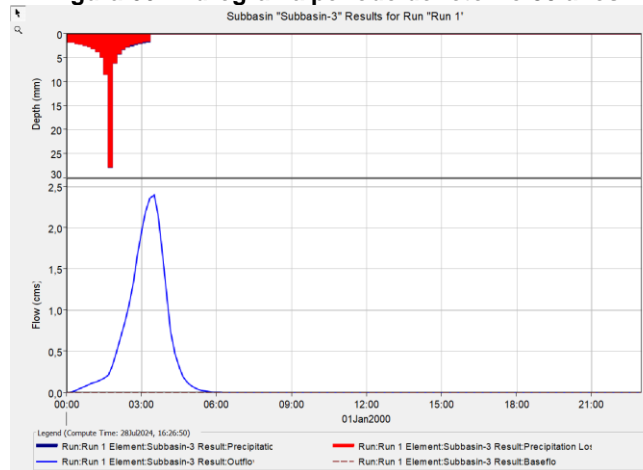
Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 50 años

Se estima para el periodo de retorno de 50 un caudal pico de 2.4m<sup>3</sup>/seg.



Figura 66. Hidrograma periodo de retorno 50 años

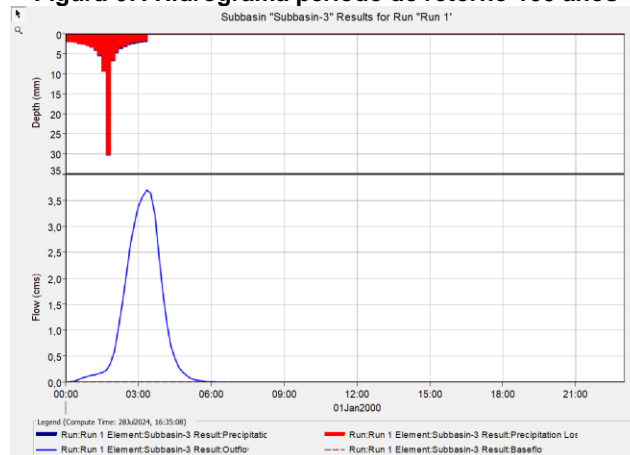


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 100 años

Se presenta el hidrograma del caudal generado para el periodo de retorno de 100 con valor de 3.7 m<sup>3</sup>/seg.

Figura 67. Hidrograma periodo de retorno 100 años



Fuente: UT LAPI,2023

### 5.7.8 Modelación Hidráulica

Al modelo HEC-RAS 6.0 se incorpora el módulo RAS Mapper, que está concebido como una herramienta GIS sirviendo de asistencia en la definición geométrica de los elementos a analizar tanto en 1D como en 2D, así como permitiendo la visualización de resultados de forma interactiva.



Al iniciar el uso de RAS Mapper, es imprescindible definir la georreferenciación del modelo a través de un archivo de proyección (formato “\*.prj” (ESRI projection File – compatible con ArcGIS). RAS Mapper admite más de 100 tipos diferentes de formato para ser introducidos en el modelo, siendo el más comúnmente utilizado el tipo ESRI grid files (\*.asc) en lo que se refiere a la importación del modelo del terreno. Cualquiera de los formatos elegidos para la modelización, finalmente serán convertidos en formato GeoTIFF (\*.tif),

A la hora de generar la malla computacional, HEC-RAS está diseñado para trabajar con mallas no estructuradas, aunque también admite mallas estructuradas. Las celdas de la malla pueden ser cualquier tipo de polígono de hasta 8 lados como máximo. HEC-RAS no permite actualmente editar la cota de los puntos de la malla (asociados al MDT), y por tanto, es necesario utilizar herramientas externas para ello (WSP,2021).

#### 5.7.8.1 Rugosidad

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) representa la resistencia que ofrece una superficie al fluido, es decir, de la rugosidad de esa superficie. Esto implica que, a mayor rugosidad de la superficie, mayor será la resistencia que ofrece al flujo y el valor de Manning será más alto.

La asignación de valores de Manning a distintos tipos de uso o aprovechamientos del suelo se resuelve por medio de estudios experimentales por lo que generalmente habrá que basarse en otras experiencias para decidir qué valores debemos asignar a cada aprovechamiento. A este respecto, la información de usos de suelo y las ortofotografías resultan de gran ayuda. El valor de n depende de una cantidad de factores entre los que se destacan:

- Rugosidad de la superficie: Se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo. En general, los granos finos resultan en un valor relativamente bajo de n y los granos gruesos dan lugar a un valor alto.
- Vegetación: Puede ser vista como una clase de rugosidad superficial. Este efecto depende principalmente de la altura, densidad, distribución y tipo de vegetación, y es muy importante en el diseño de canales pequeños de drenaje, ya que por lo común éstos no reciben mantenimiento regular.
- Irregularidad del canal: Se refiere a las variaciones en las secciones transversales de los canales, su forma y su perímetro mojado a lo largo de su eje longitudinal. En general, un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño y forma no produce efectos apreciables en el valor de n, pero cambios abruptos o alteraciones de secciones pequeñas y grandes requieren el uso de un mayor coeficiente n.

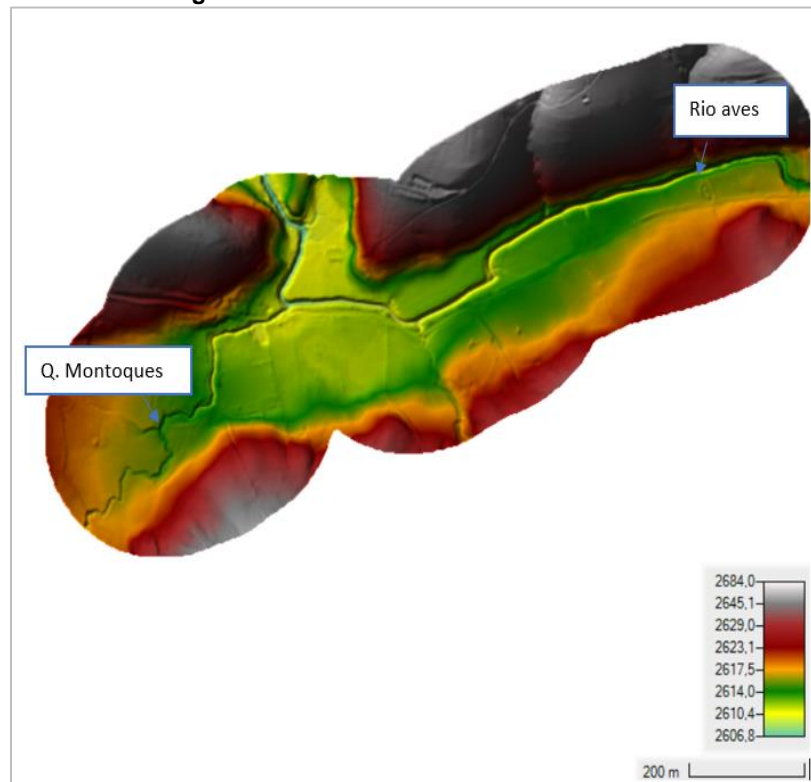
Para el estudio referente al río Aves y la quebrada Montique, se utilizó un coeficiente de Manning de 0.035. Este valor ha sido determinado considerando las características específicas de los cauces, los cuales corresponden a ríos en planicie, caracterizados por ser limpios, rectos, con piedras y maleza, y con zonas de inundación ocasionales. La rugosidad del lecho depende

principalmente del tamaño de las partículas y/o de la vegetación presente en la zona. En este caso, el tamaño de las partículas está relacionado con las dimensiones del flujo, y dado que los caudales manejados en este proyecto tienen dimensiones mayores a un metro, se puede modelar sin problemas utilizando el número de Manning.

### 5.7.8.2 Elevación del modelo

En la Figura 68 se presenta el mapa de elevación del terreno en el dominio del modelo, donde, se evidencian el cauce de los cuerpos hídricos presentes en el área de estudio.

Figura 68. Modelo de Elevación del Terreno

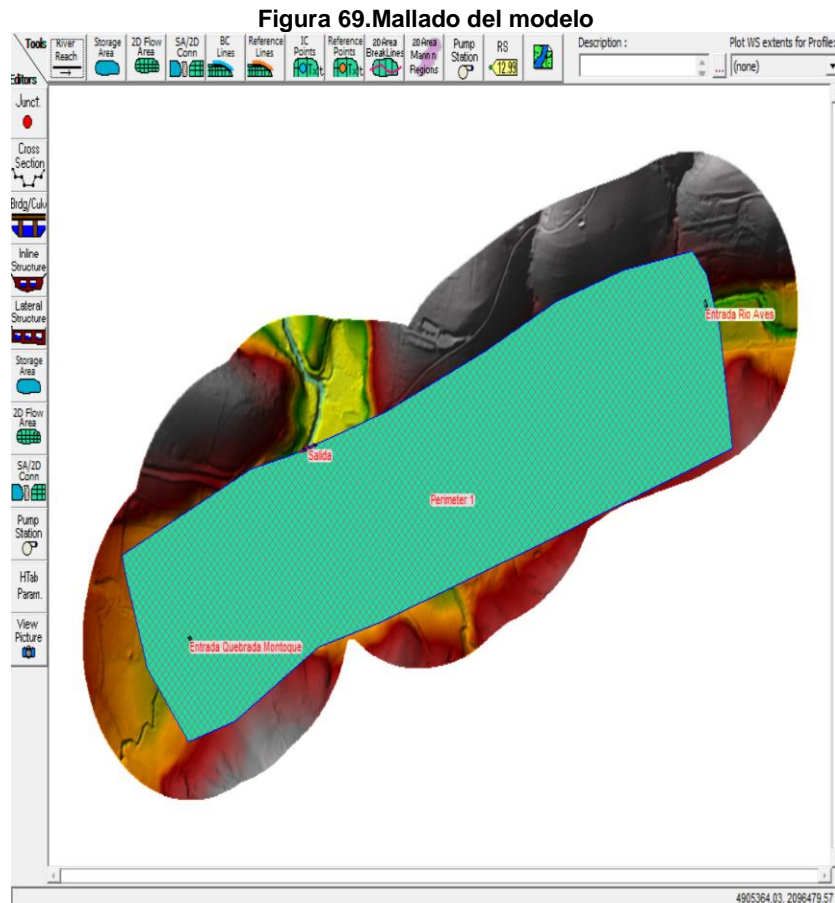


Fuente: UT LAPI, 2023

### 5.7.8.3 Mallado del modelo

La capacidad de modelado 2D HEC-RAS utiliza un esquema de solución de volumen finito. Este algoritmo fue desarrollado para permitir el uso de una malla computacional estructurada o no estructurada. Esto significa que la malla computacional puede ser una mezcla de celdas computacionales de 3 lados, 4 lados, 5 lados, etc. (HEC-RAS tiene un máximo de 8 lados en una celda computacional).

En la Figura 69 se presenta el mallado de las superficies presentes en el modelo, en donde para el presente análisis se definió un tamaño de malla de 0.5x0.5 m en el área de escorrentía directa (afluentes), esto con el objetivo de que se presentara un mayor detalle en la superficie que abarca el flujo directo del agua mientras que en el área de las superficies aledañas, áreas potencialmente inundables, se estableció un tamaño de malla de 1x1.

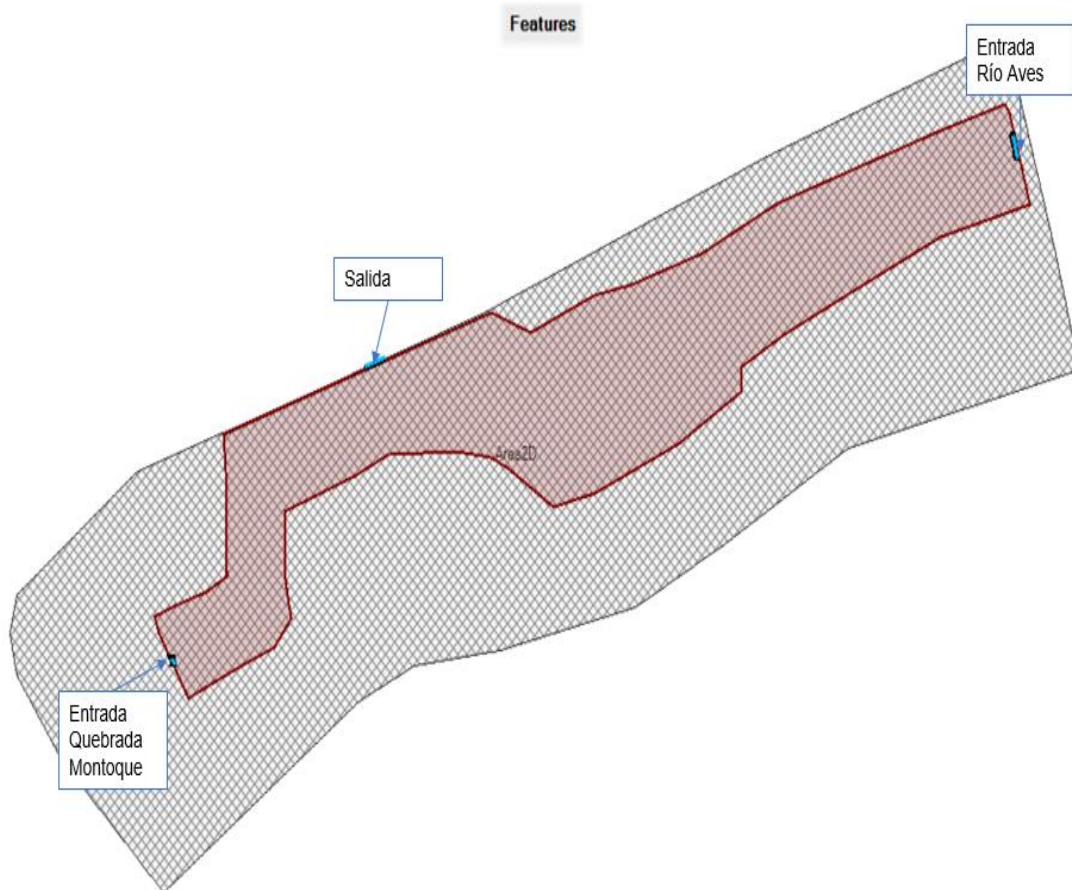


Fuente: UT LAPI, 2023

#### 5.7.8.4 Condiciones de frontera del modelo

Se presentan los puntos donde se localiza la entrada y salida del modelo. Se resalta que las condiciones de entrada corresponden a los hidrogramas presentados en el numeral 5.2.8, por otro lado, para las condiciones de salida el software Hec Ras realizara el cálculo de salida. La condición frontera del modelo corresponde a la ronda hídrica de la quebrada Montique desde la coordenada E: 1.024.201 m N: 1.030.802 m hasta su desembocadura en el río Aves y, el río Aves desde la coordenada E: 1.025.128 m N: 1.031.118 m hasta la desembocadura de la quebrada Montique.

Figura 70. Condiciones hidrológicas del modelo



Fuente: UT LAPI, 2023

#### 5.7.8.5 Resultados de modelación Hec Ras

A continuación, se presentan los resultados de modelación para los periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años, así como para los parámetros de profundidad y caudal. En el anexo D.4, se presentan los resultados de la modelación de Hec Ras.

- Periodo de retorno 2.33 años río Aves

En el periodo de retorno de 2.33 años, se presentan cotas de inundación entre 2607.84 y 2611.75 m.s.n.m, profundidades entre 0.1 y 1.39 m, velocidades entre 0.01 y 3.73 m/seg y caudales máximos a la salida de 4.87 m<sup>3</sup>/seg.

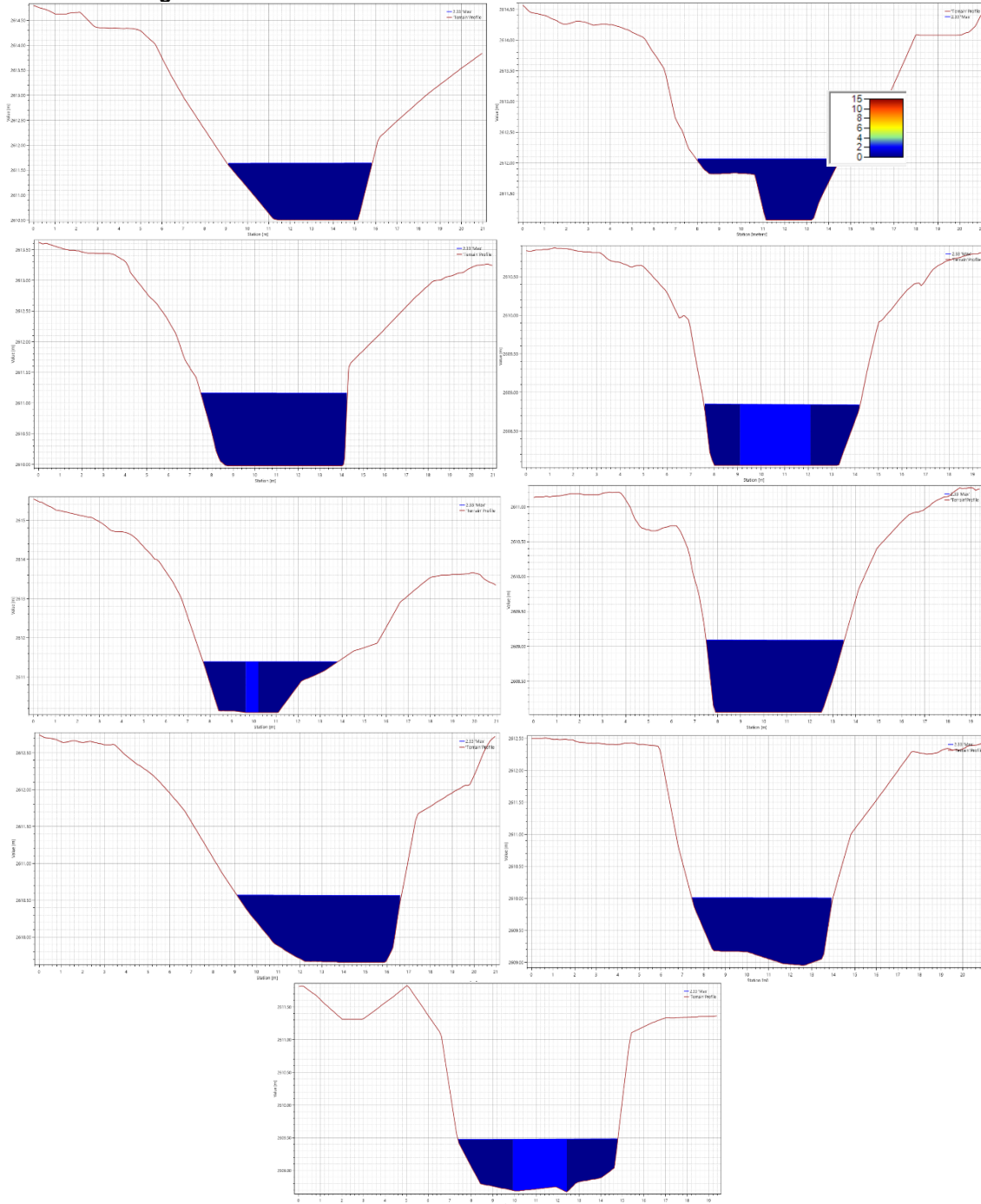
**Figura 71. Mancha de inundación periodo de retorno 2.33 años - Rio Aves**



Fuente: UT LAPI,2023



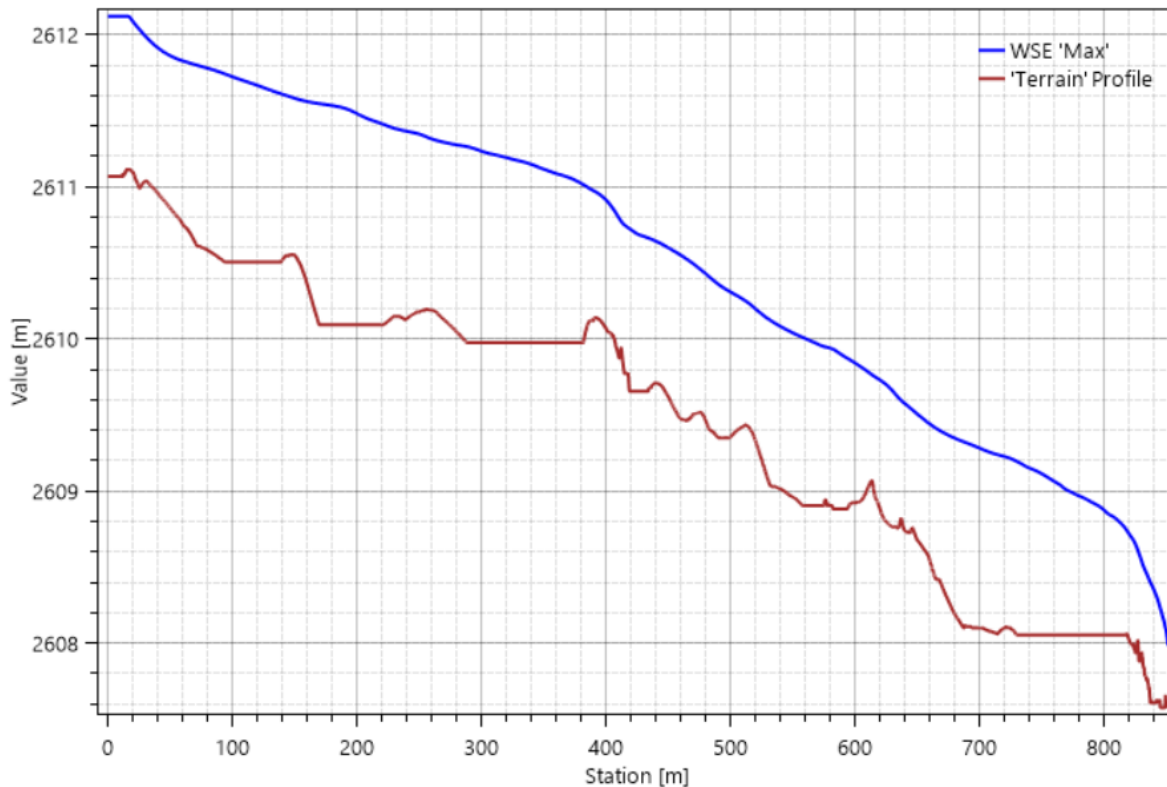
Figura 72. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 2.33 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 73. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 2.33 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 2.33 años quebrada Montique

Para el periodo de retorno de 2.33 años, los resultados de la modelación presentan cotas de inundación entre 2607.84 y 2613.27 m.s.n.m, profundidades de la lámina de agua entre 0.02 y 0.799 m, velocidades entre 0.01 y 4.60 m/seg y caudales máximos a la salida de la zona de estudio de 3.33 m<sup>3</sup>/seg. Los resultados de las manchas de inundación para un escenario hidrológico de 2.33 años se presentan en la Tabla 74.

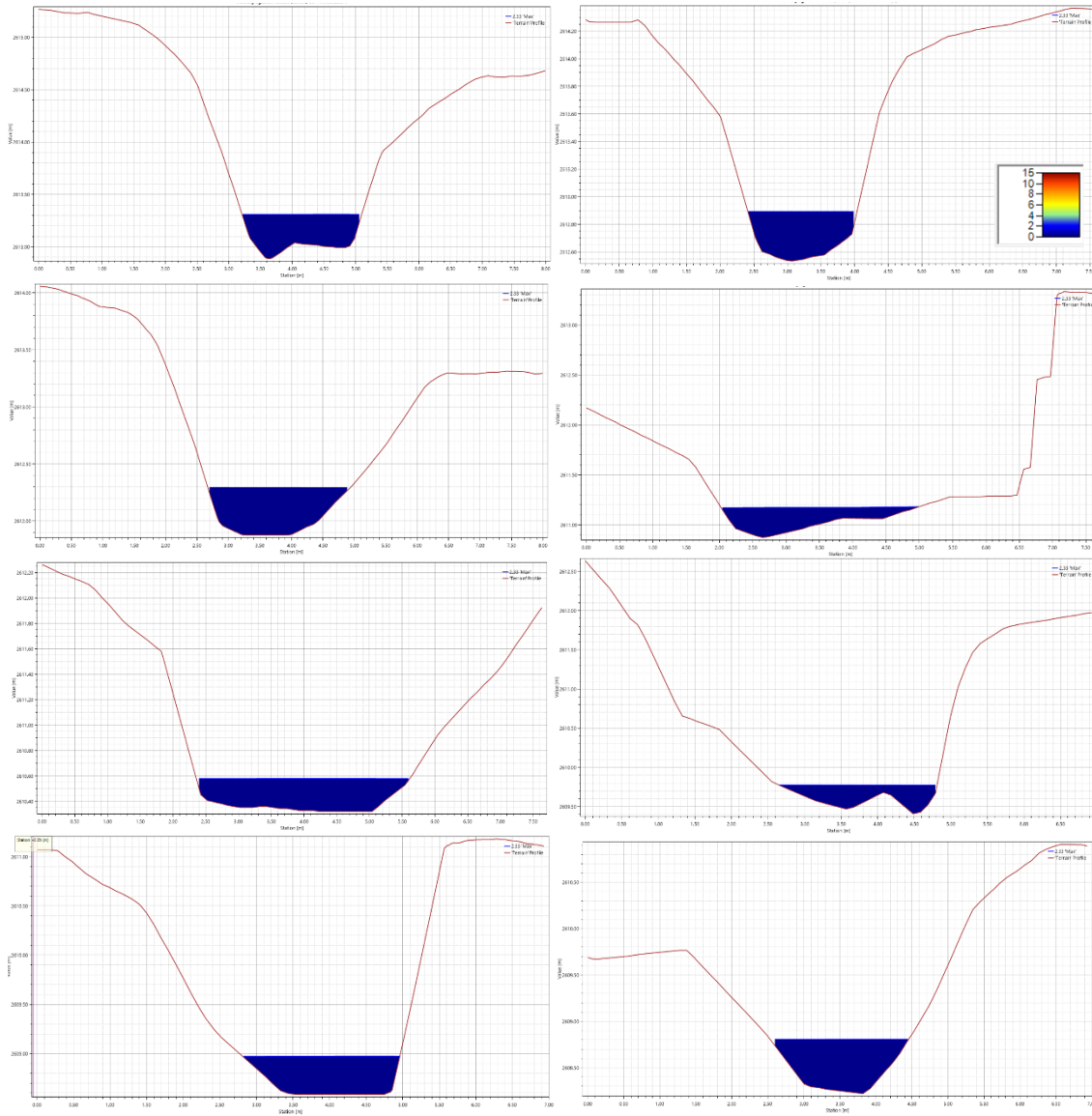
Figura 74. Mancha de inundación periodo de retorno 2.33 años – Quebrada Montique



Fuente: UT LAPI, 2023



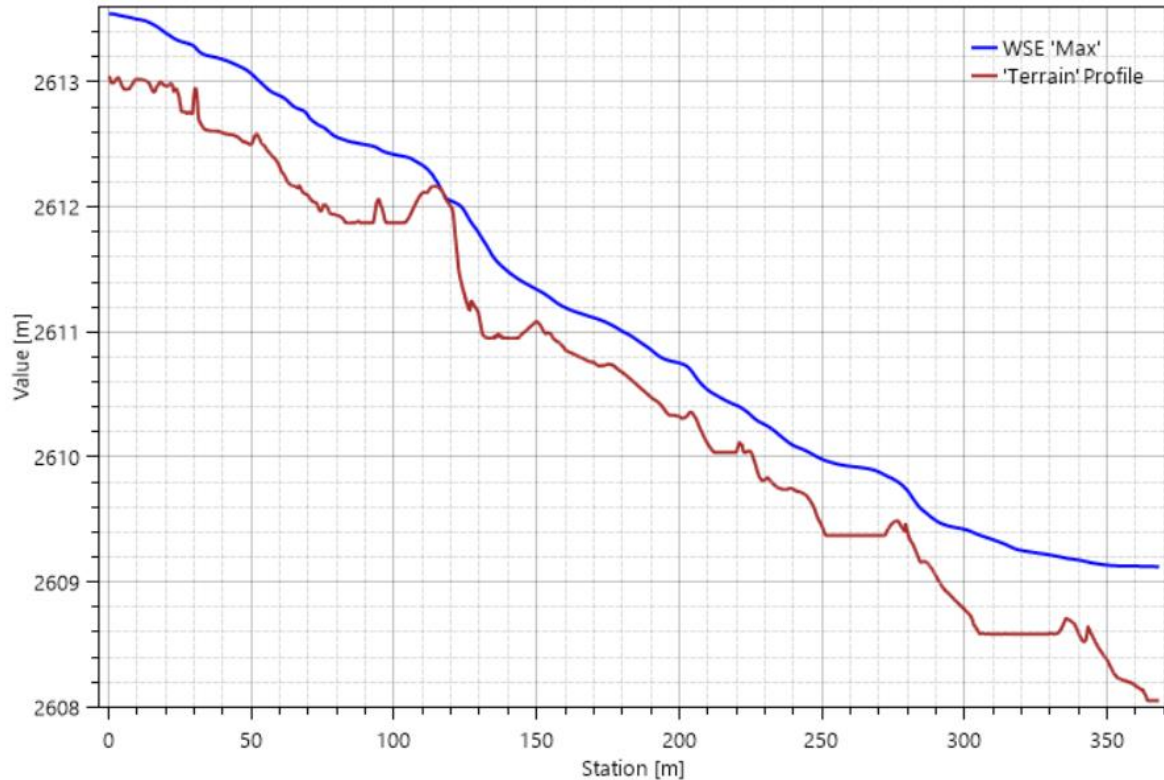
Figura 75. Secciones hidráulicas Quebrada Montoque - Periodo de retorno 2.33 años



Fuente: UT LAPI, 2023



Figura 76. Perfil longitudinal quebrada Montique - Periodo de retorno 2.33 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 5 años río Aves

Para el escenario hidrológico para un periodo de retorno de 5 años, se presentan cotas de inundación entre 2607.84 y 2612.12 m.s.n.m, con profundidades del cuerpo hídrico entre 0.1 y 1.45 m, velocidades entre 0.01 y 3.78 m/seg y caudales máximos a la salida del área de acotamiento de la ronda hídrica de 5.3 m<sup>3</sup>/seg.

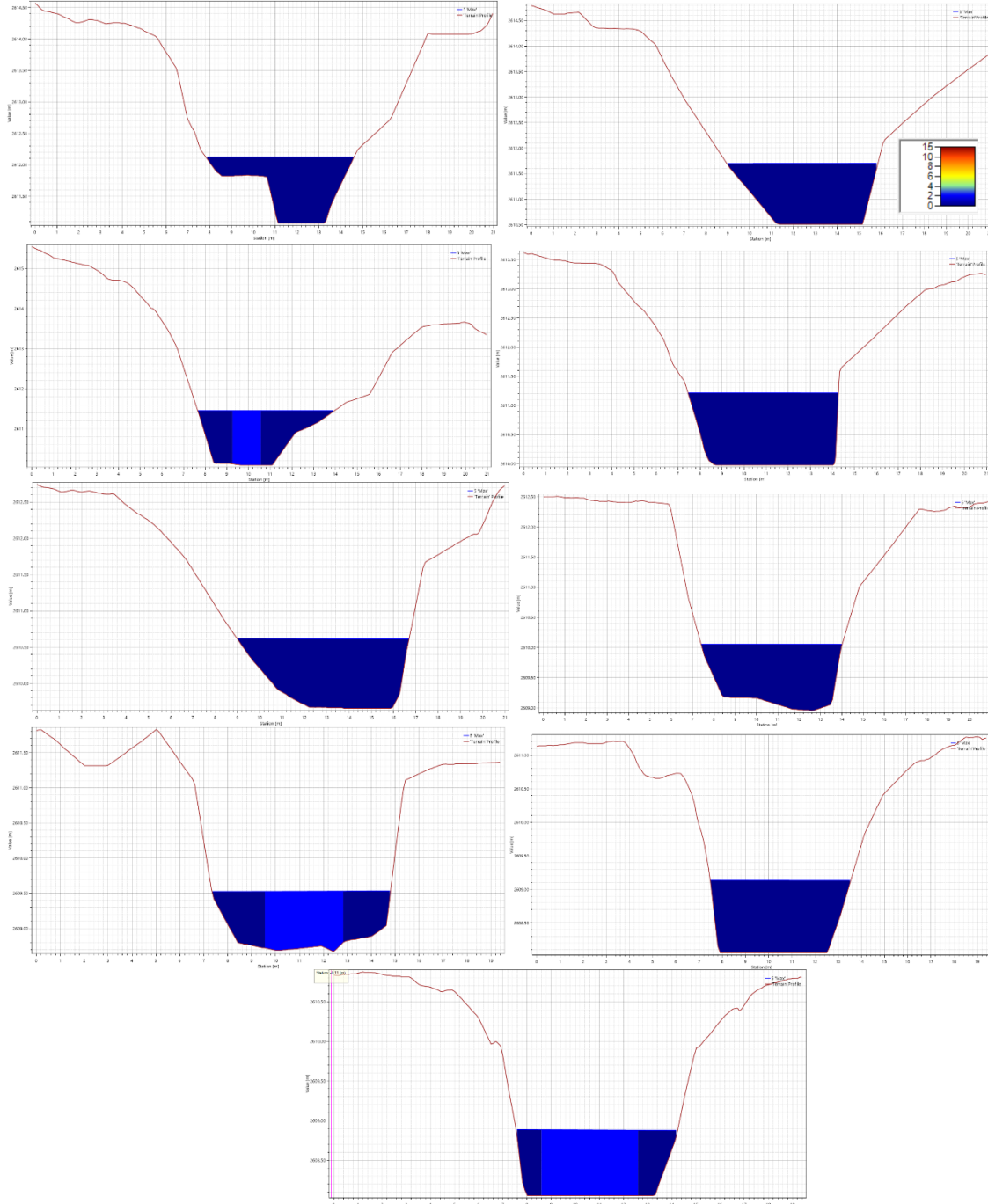
Figura 77. Mancha de inundación periodo de retorno 5 años - Rio Aves



Fuente: UT LAPI,2023



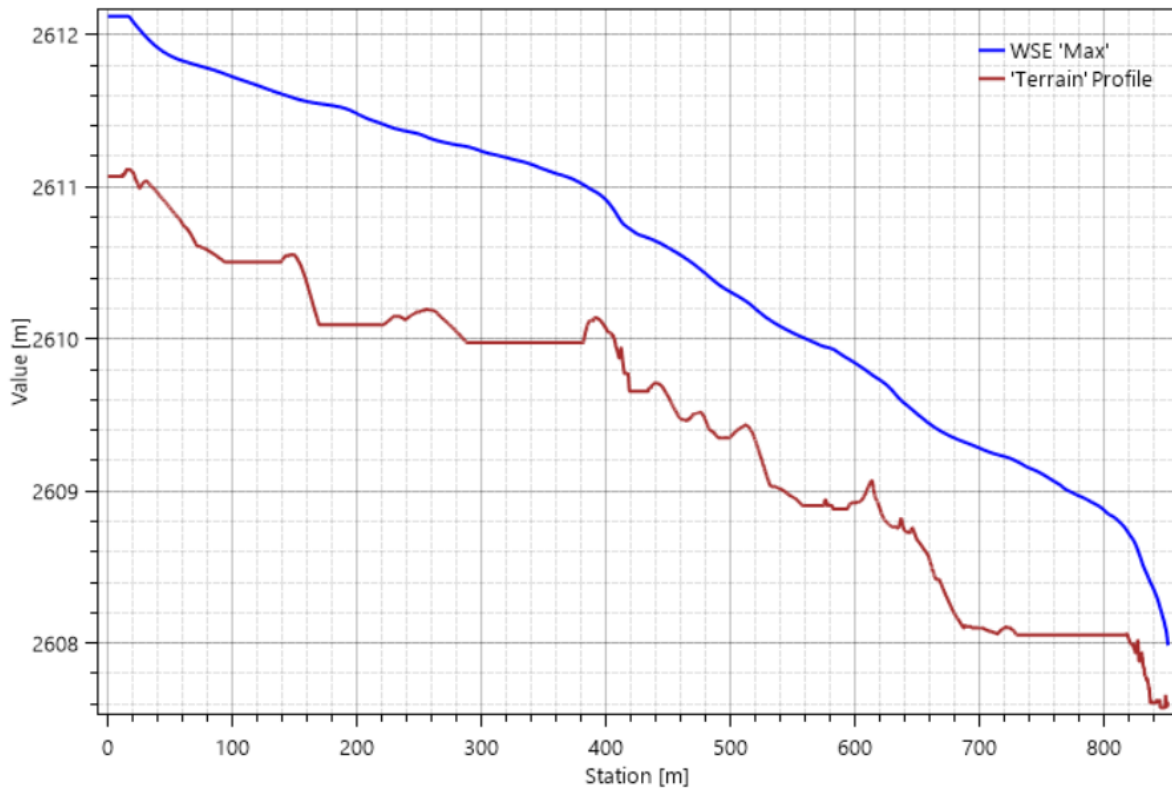
Figura 78. Secciones hidráulicas del río Aves - Periodo de retorno 5 años



Fuente: UT LAPI, 2023



Figura 79. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 5 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 5 años Quebrada Montique

Para el periodo de retorno de cinco (5) años, el modelo indica que se presentan cotas de inundación entre 2607.84 y 2613.31 m.s.n.m, profundidades entre 0.001 y 0.829 m, velocidades entre 0.01 y 4.78 m/seg y caudales máximos a la salida de 3.66 m<sup>3</sup>/seg, es decir en la desembocadura en el río Aves.

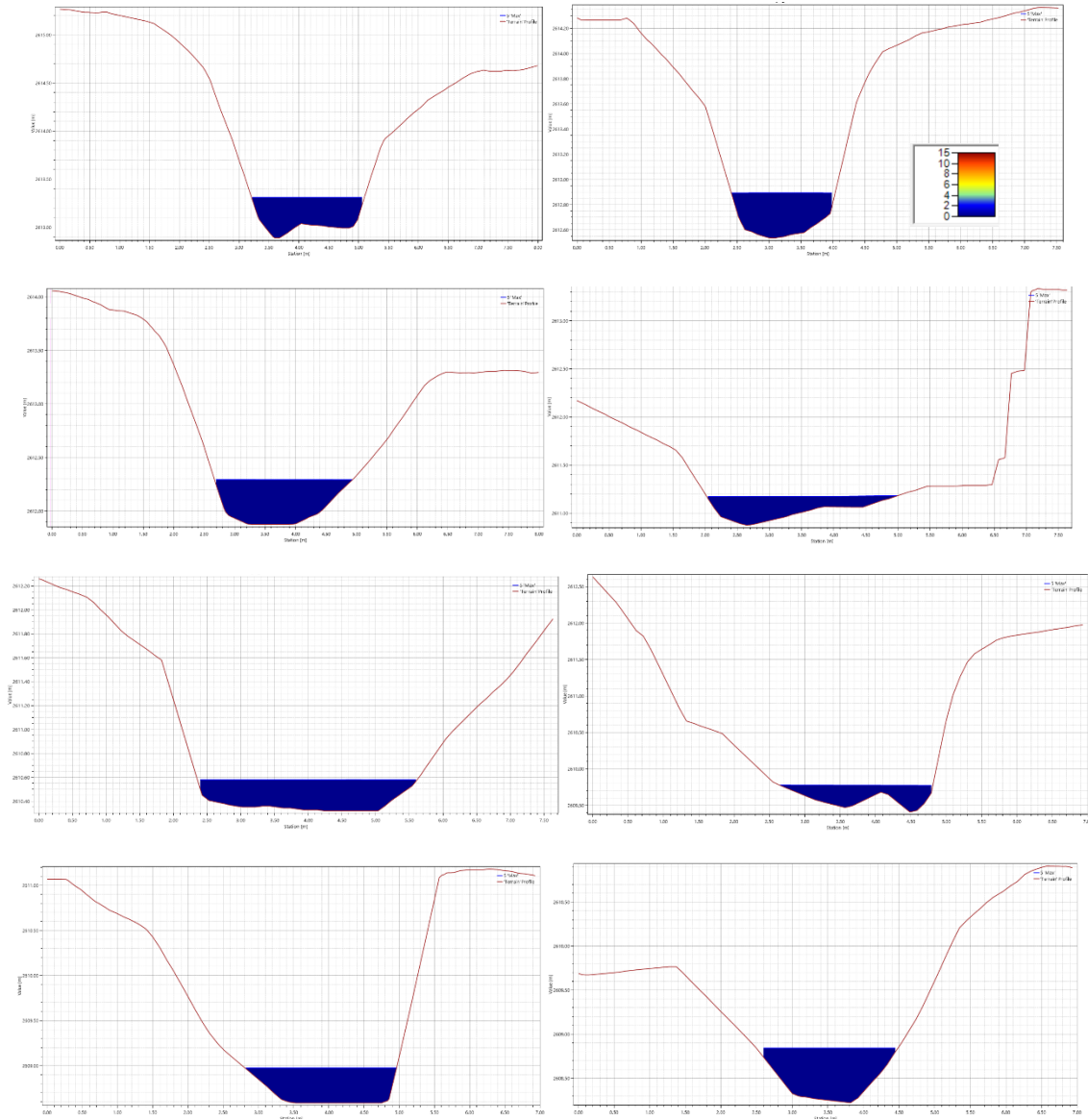
Figura 80. Mancha de inundación periodo de retorno 5 años - Quebrada Montoque



Fuente: UT LAPI,2023



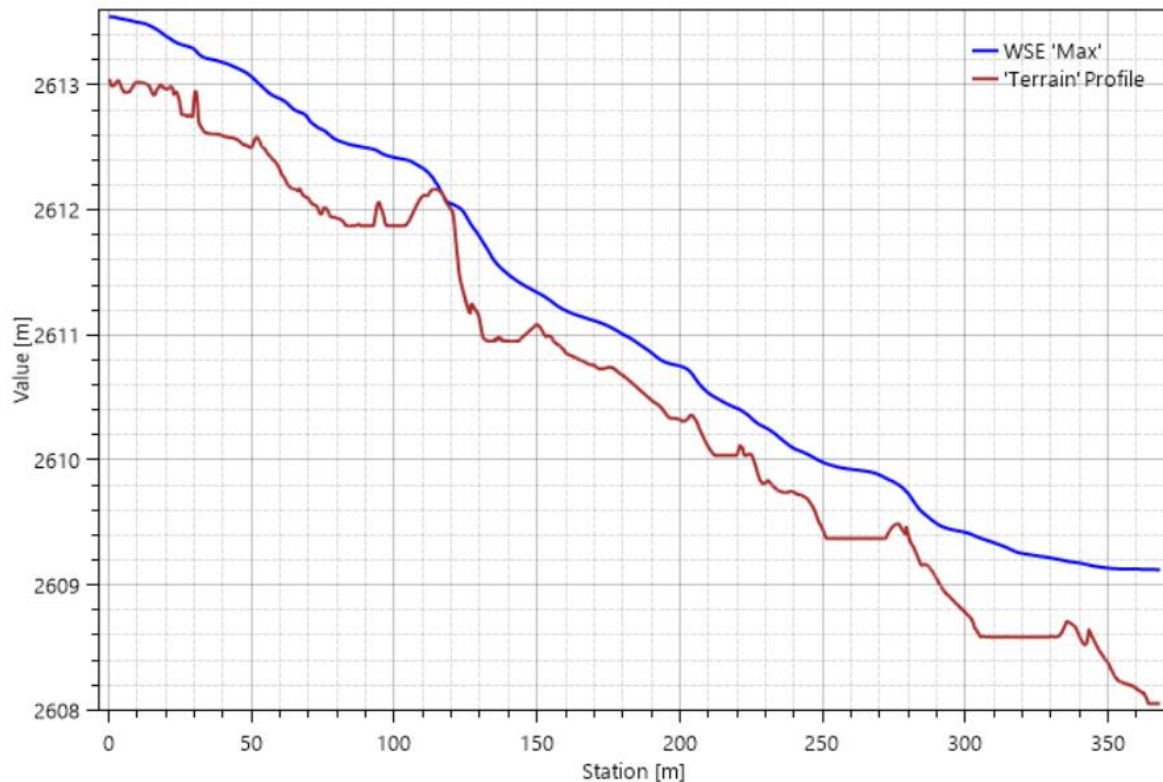
Figura 81. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 5 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 82. Perfil longitudinal quebrada Montuque - Periodo de retorno 5 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 10 años Río Aves

Para el periodo de retorno de 10 años, se estiman cotas de inundación entre 2607.84 y 2612.21 m.s.n.m, profundidades del cuerpo hídrico entre 0.1 y 1.54 m, velocidades del flujo de agua entre 0.01 y 3.84 m/seg y caudales máximos a la salida del área de estudio de 6.1 m<sup>3</sup>/seg.

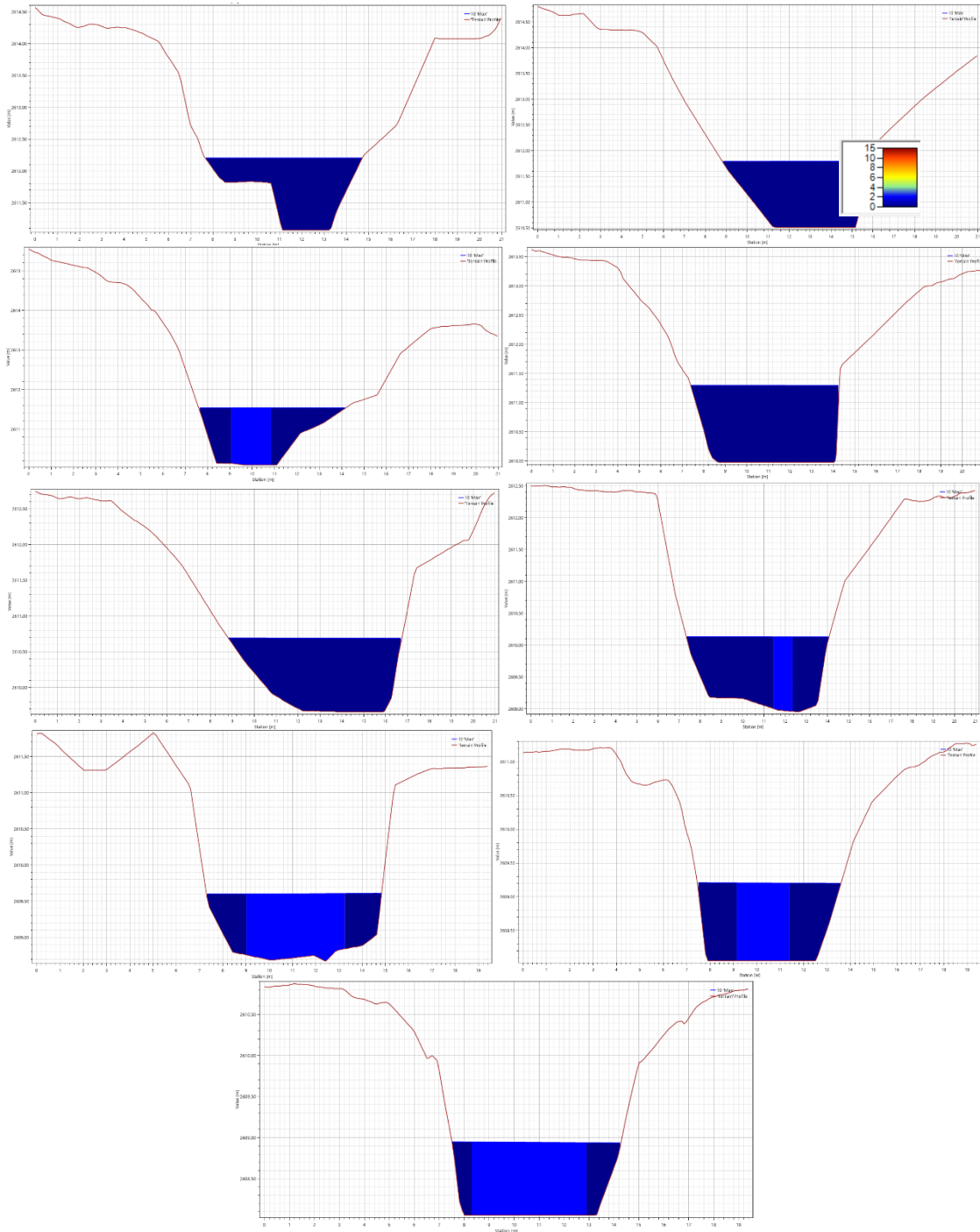
Figura 83. Mancha de inundación periodo de retorno 10 años - Río Aves



Fuente: UT LAPI,2023



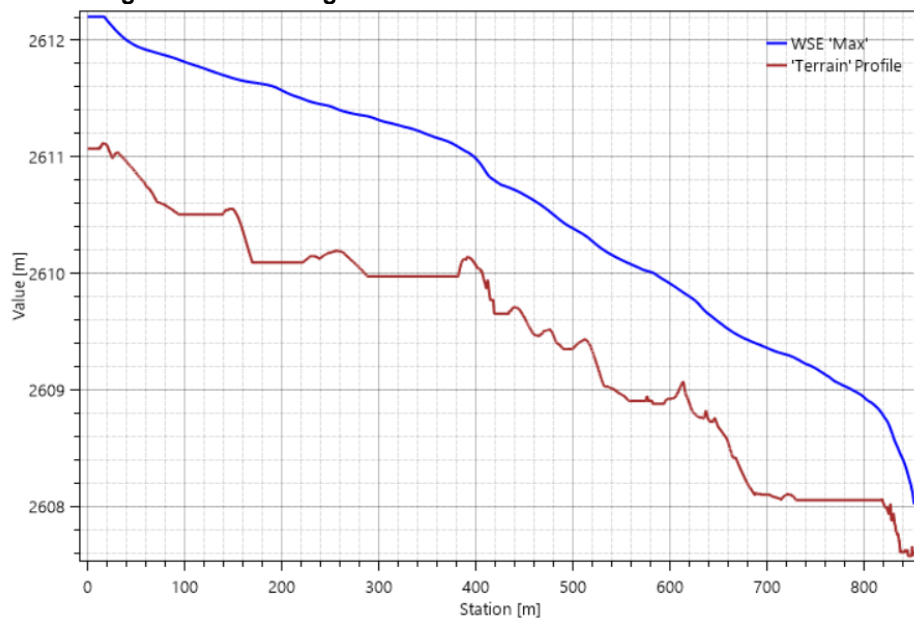
Figura 84. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 10 años





Fuente: UT LAPI,2023

Figura 85. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 10 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 10 años Quebrada Montique

De acuerdo a los resultados de la modelación para el periodo de retorno de 10 años, se presentan cotas de inundación entre 2607.84 y 2613.31 m.s.n.m, profundidades del cauce entre 0.01 y 0.891 m, velocidades de flujo entre 0.01 y 5.08 m/seg y caudales máximos en la desembocadura del río Aves es de 4.17 m<sup>3</sup>/seg.

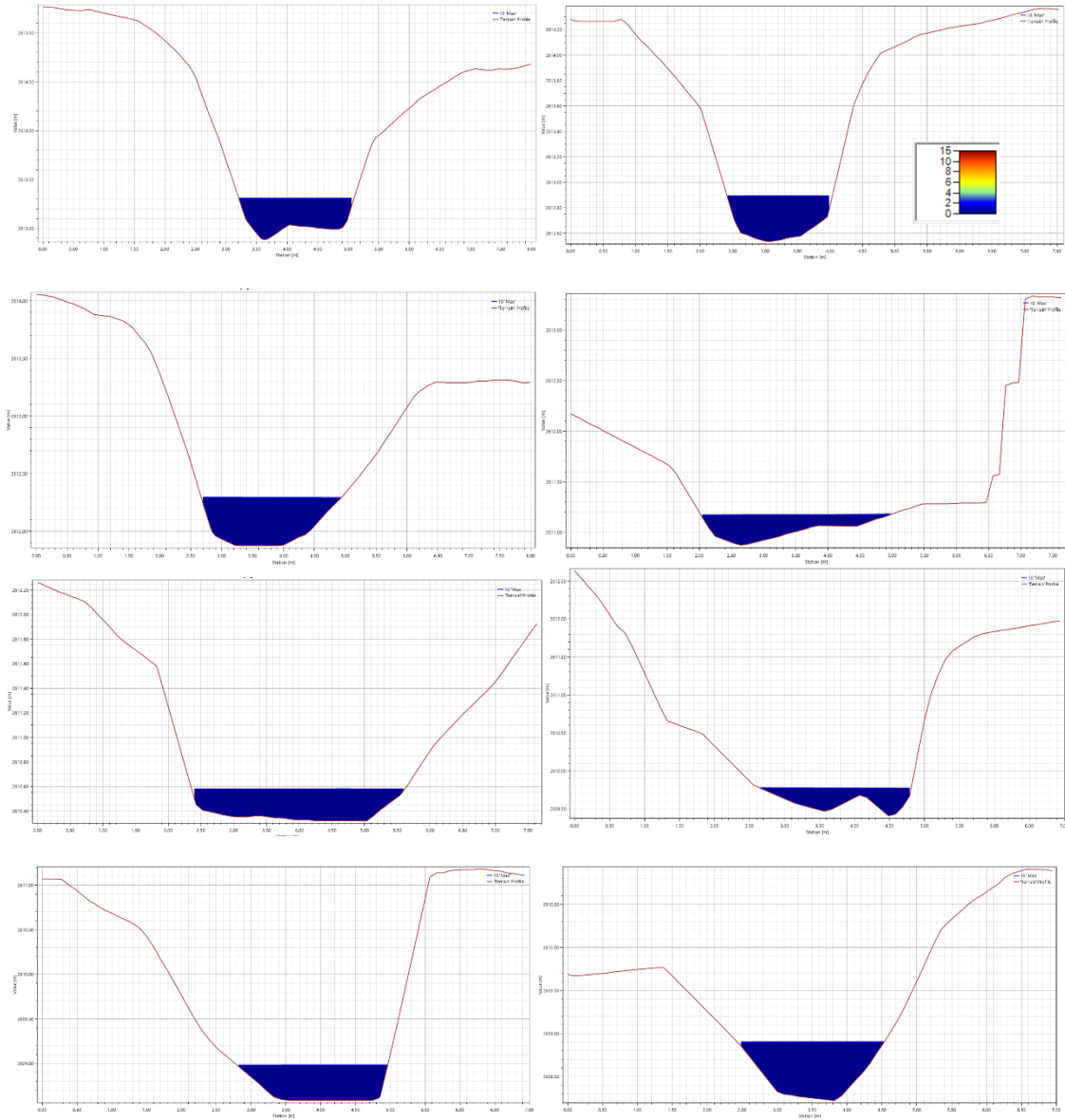
Figura 86. Mancha de inundación periodo de retorno 10 años – Quebrada Montique



Fuente: UT LAPI,2023



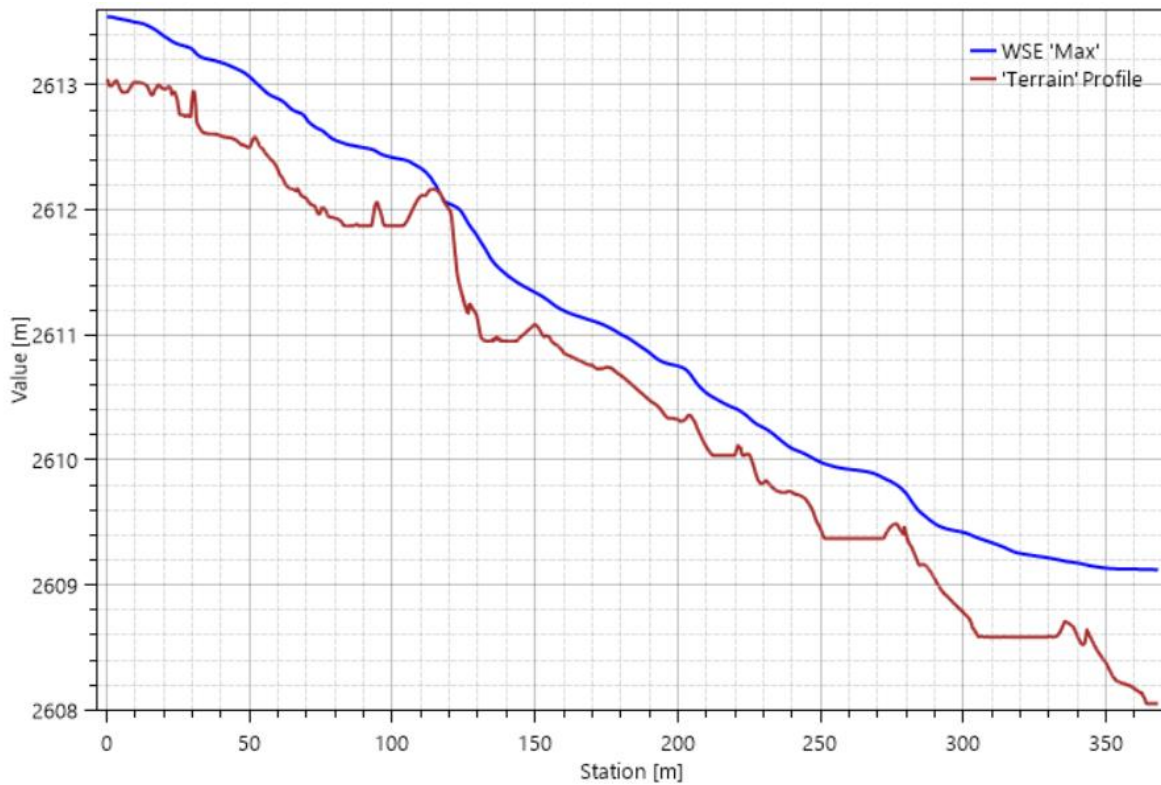
Figura 87. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 10 años



Fuente: UT LAPI, 2023



Figura 88. Perfil longitudinal quebrada Montoque - Periodo de retorno 10 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 15 años Río Aves

Para un periodo de retorno de 15 años, en el río Aves se estiman cotas de inundación variando entre 2607.92 y 2612.33 msnm, profundidades del cuerpo hídrico entre 0.1 y 1.67 m, velocidades de flujo entre 0.01 y 5.49 m/seg y caudales máximos a la salida del área de estudio de 7.2 m<sup>3</sup>/seg.

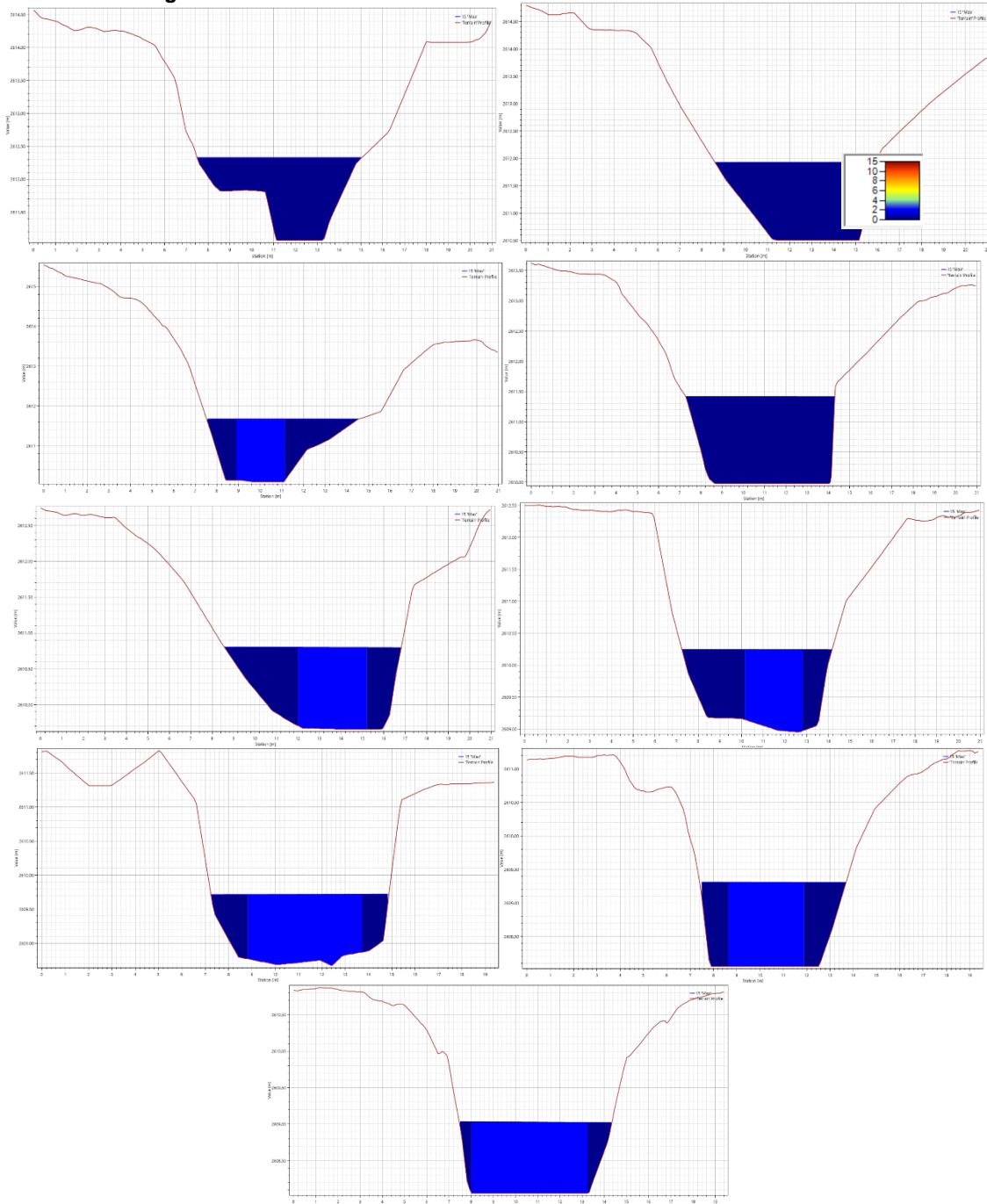
Figura 89. Mancha de inundación periodo de retorno 15 años – Río Aves



Fuente: UT LAPI,2023



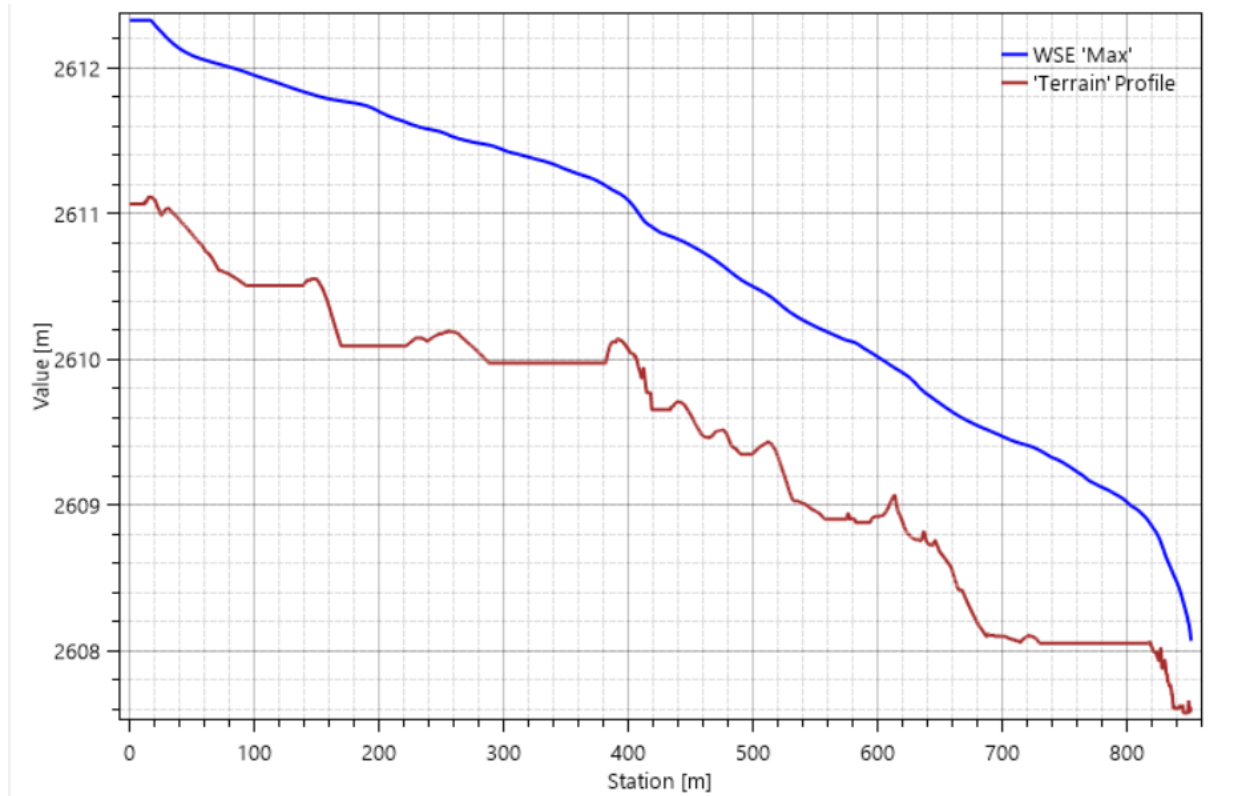
Figura 90. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 15 años



Fuente: UT LAPI, 2023



Figura 91. Perfil longitudinal río Aves - Periodo de retorno 15 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 15 años Quebrada Montique

Para periodo de retorno de 15 años, el modelo hidráulico e hidrológico estima cotas de inundación entre 2607.92 y 2613.40 msnm, profundidades del cauce entre 0.01 y 0.833 m, velocidades de flujo entre 0.1 y 3.87 m/seg y caudales máximos antes de su desembocadura en el río Aves de 5.01 m<sup>3</sup>/seg.

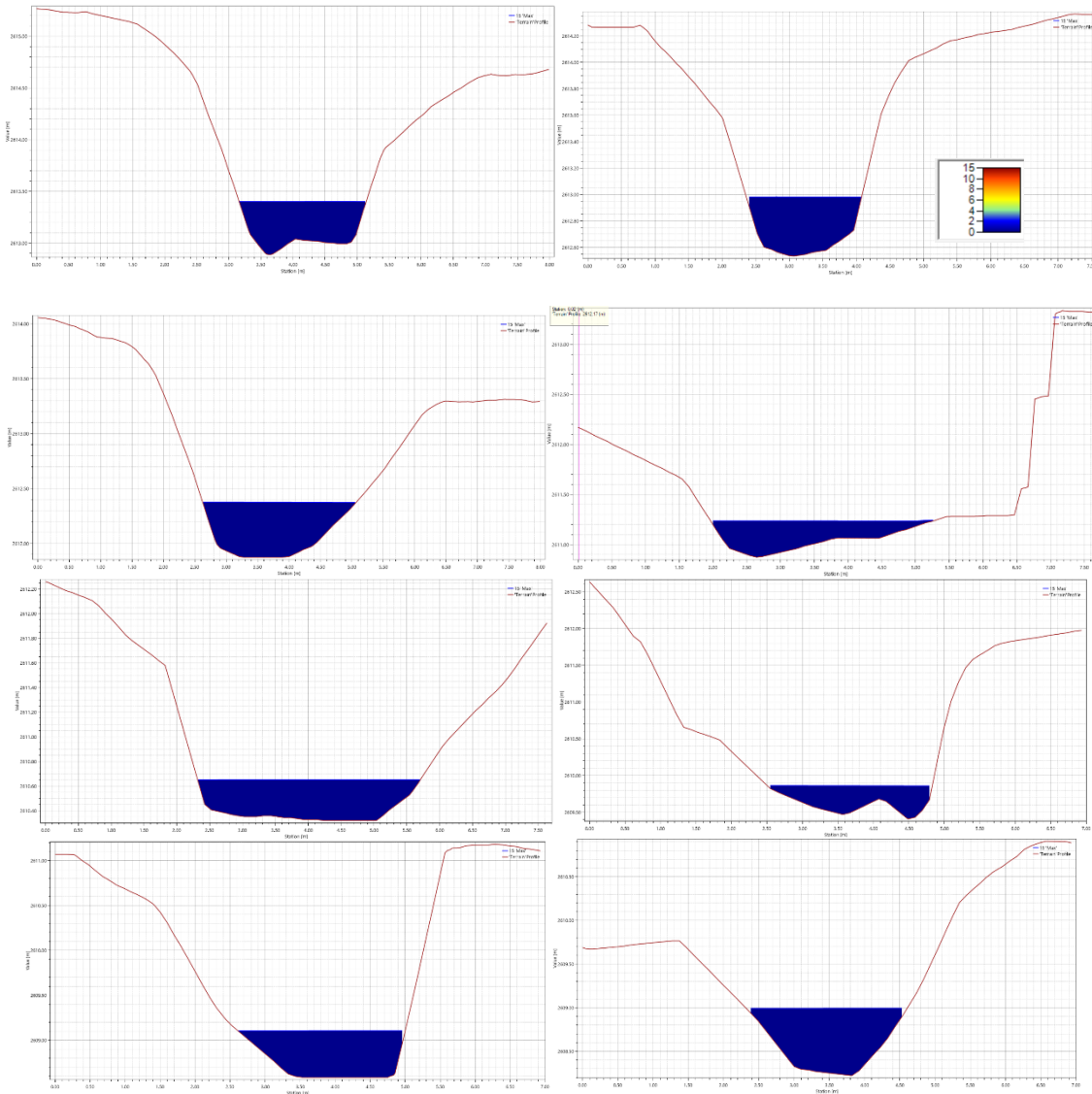
Figura 92. Mancha de inundación periodo de retorno 15 años – Quebrada Montique



Fuente: UT LAPI,2023



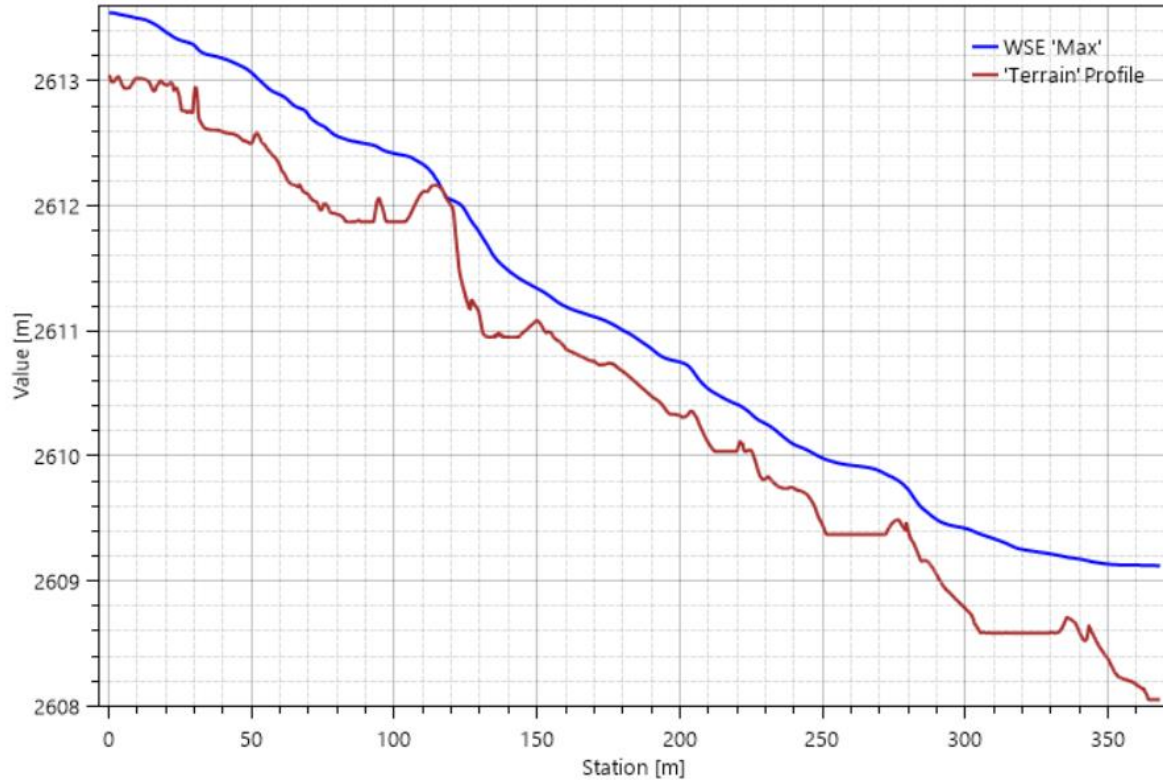
Figura 93. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 15 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 94. Perfil longitudinal quebrada Montoque - Período de retorno 15 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 25 años Río Aves

Para un periodo de retorno de 25 años, en el río Aves en el área de estudio se presentan cotas de inundación entre 2607.92 y 2612.55 msnm, profundidades del cuerpo hídrico entre 0.1 y 1.91 m, velocidades de flujo entre 0.01 y 4.07 m/seg y caudales máximos a la salida de 9.4 m<sup>3</sup>/seg.

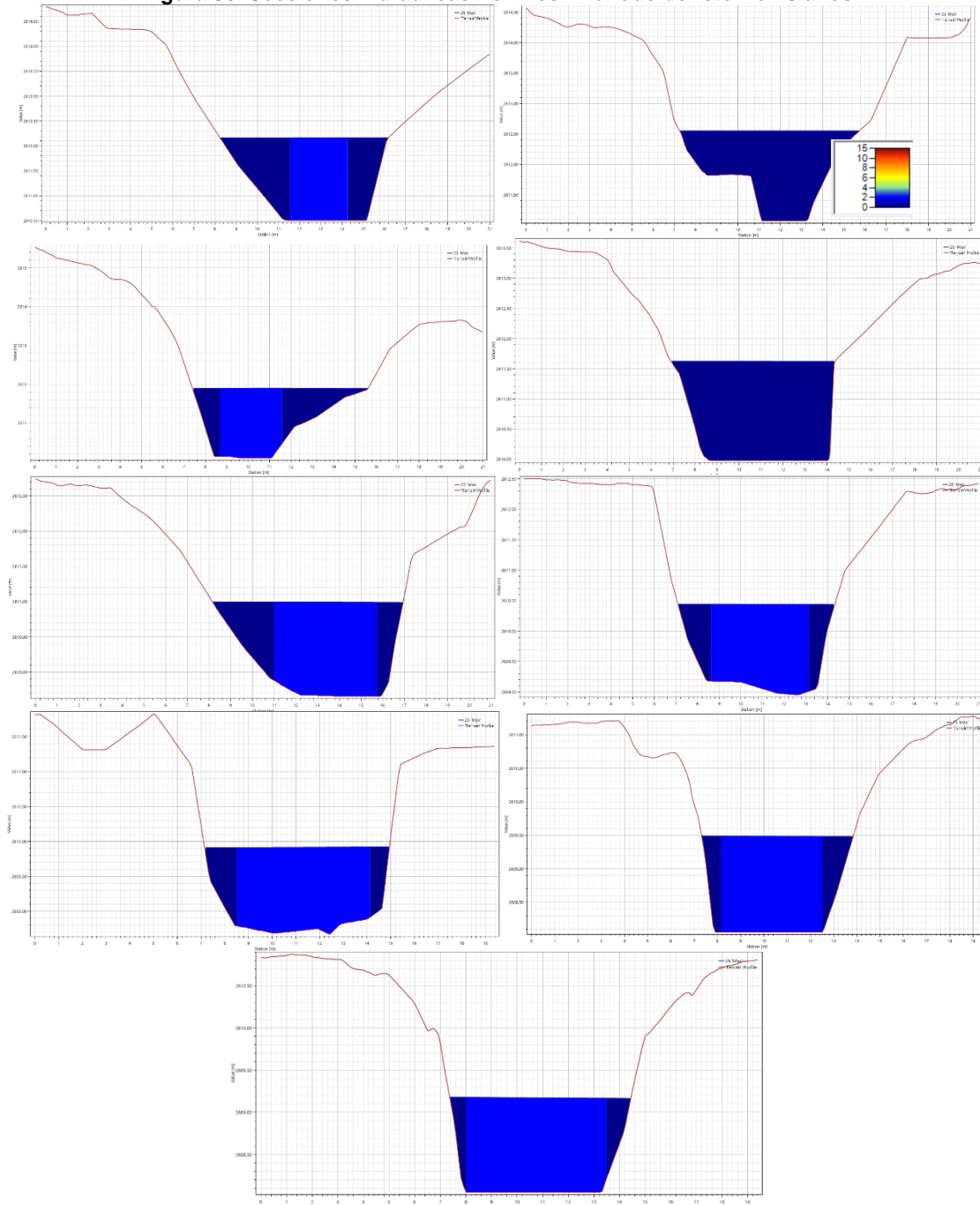
Figura 95. Mancha de inundación periodo de retorno 25 años – Río Aves



Fuente: UT LAPI,2023



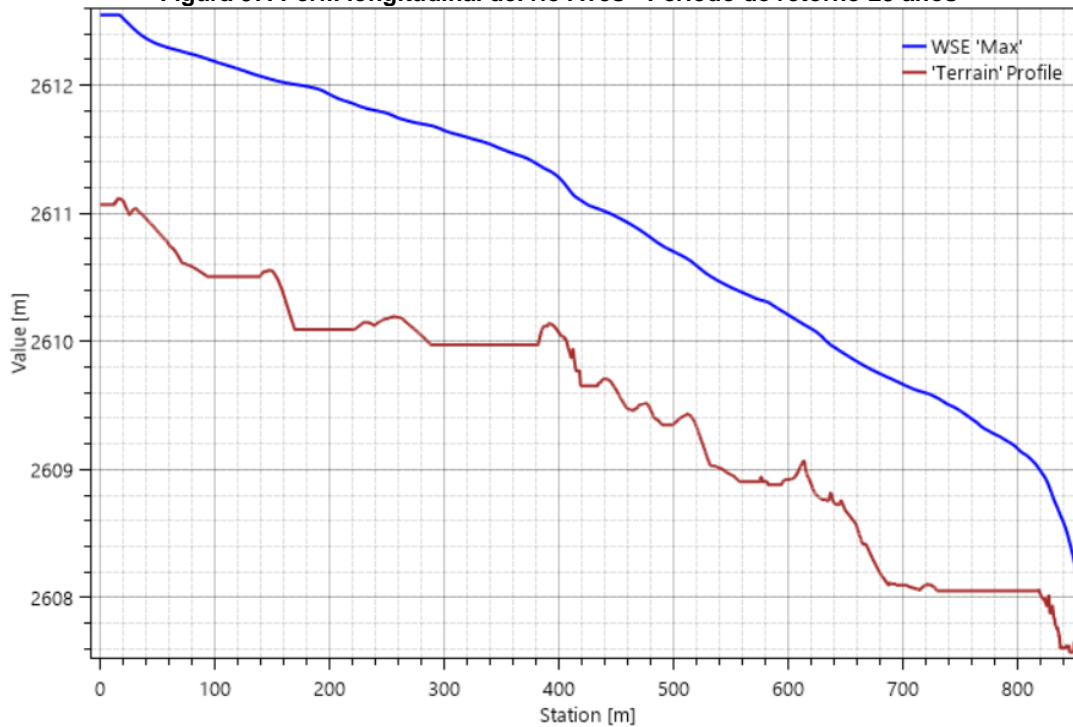
Figura 96. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 25 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 97. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 25 años

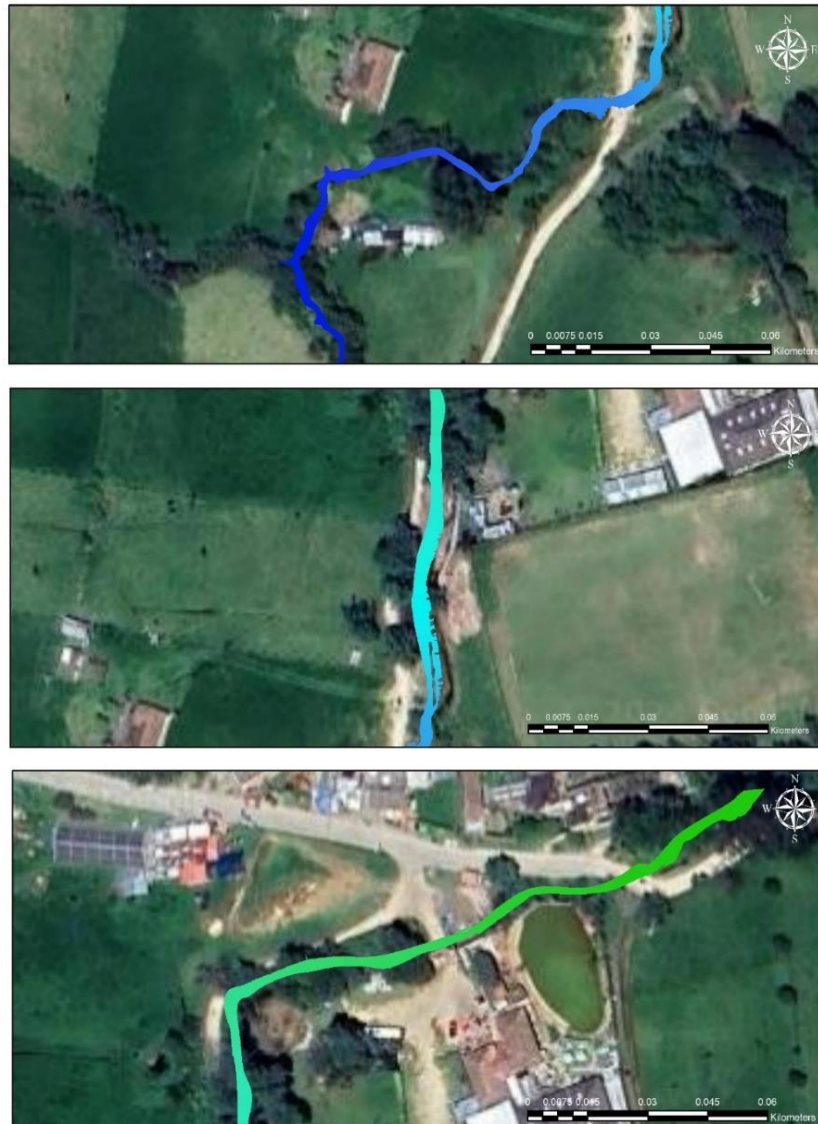


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 25 años Quebrada Montuque

Para el periodo de retorno de 25 años, se infieren cotas de inundación entre 2607.92 y 2613.55 msnm, profundidades de cauce entre 0.01 y 0.956 m, velocidades de flujo entre 0.1 y 4.32 m/seg y caudales máximos de la quebrada Montuque en la desembocadura del río Aves de 6.76 m<sup>3</sup>/seg.

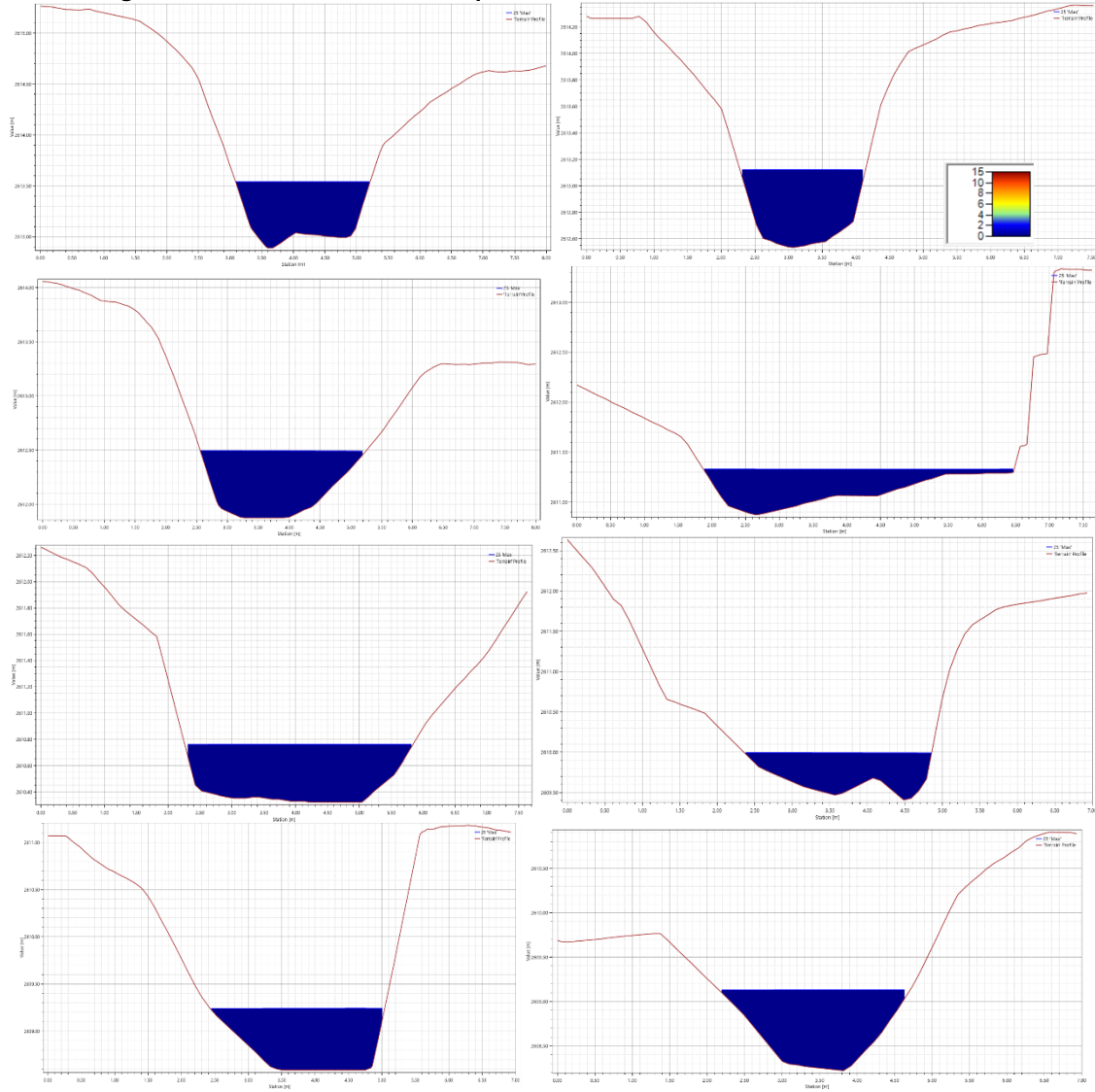
Figura 98. Mancha de inundación periodo de retorno 25 años – Quebrada Montique



Fuente: UT LAPI, 2023



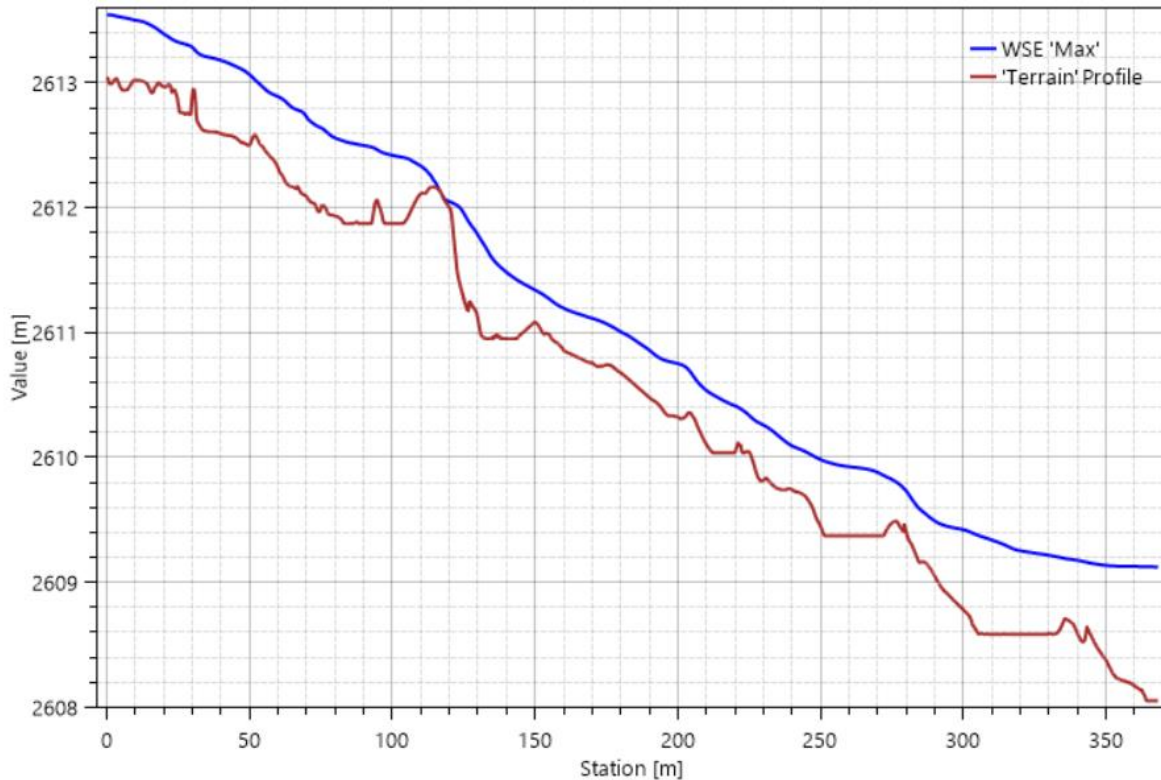
Figura 99. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Período de retorno 25 años



Fuente: UT LAPI, 2023



Figura 100. Perfil longitudinal de la quebrada Montuque - Periodo de retorno 25 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 50 años Río Aves

De acuerdo a los resultados de la modelación. para el periodo de retorno de 50 años, se estiman cotas de inundación entre 2608.03 y 2612.92 msnm, profundidades del cuerpo hídrico entre 0.1 y 2.28 m, velocidades de flujo entre 0.01 y 4.30 m/seg y caudales máximos a la salida del área de estudio de 13.32 m<sup>3</sup>/seg.

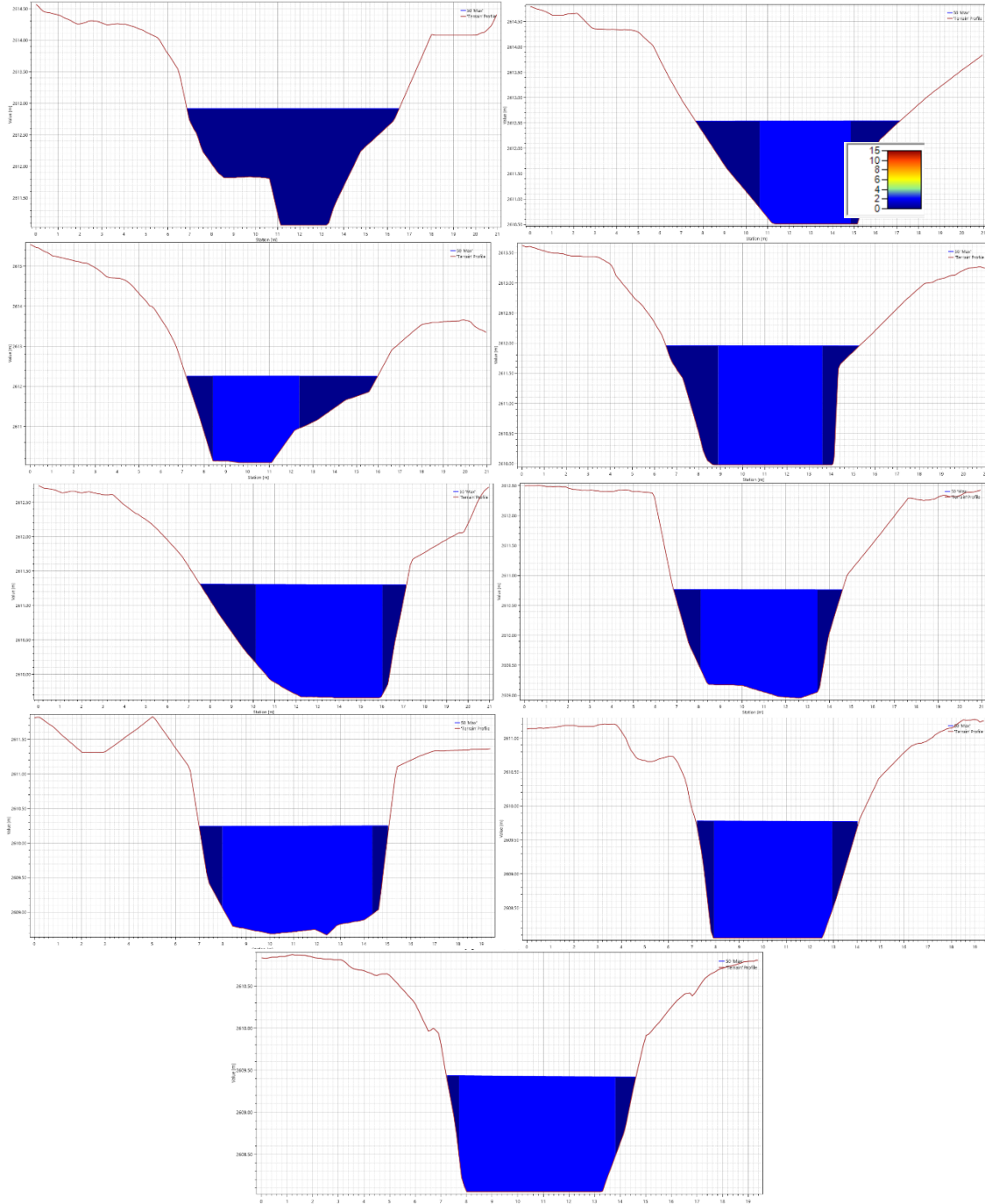
Figura 101. Mancha de inundación periodo de retorno 50 años – Río Aves



Fuente: UT LAPI, 2023



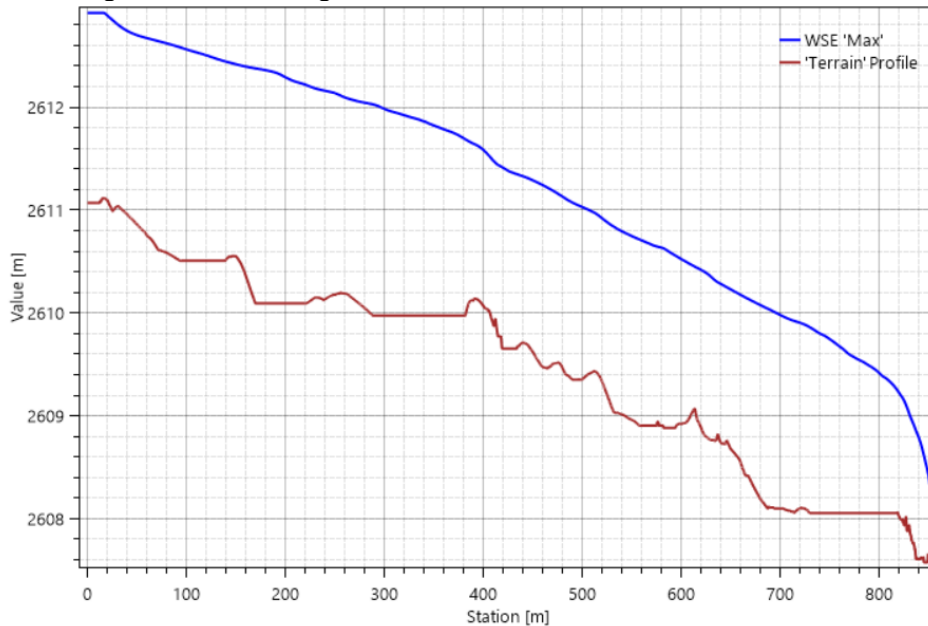
Figura 102. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 50 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 103. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 50 años

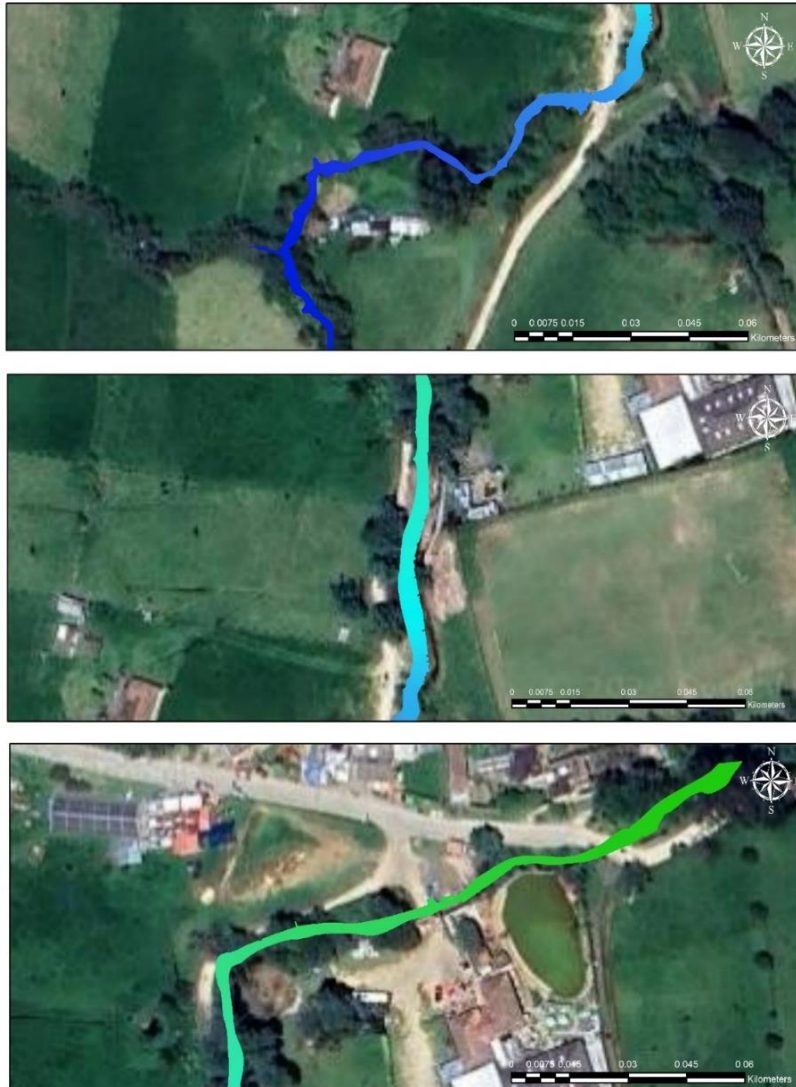


Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 50 años Quebrada Montuque

De acuerdo a los resultados del modelo en el área de estudio, para el periodo de retorno de 50 años, se presentan cotas de inundación entre 2608.03 y 2613.73 msnm, profundidades del cauce entre 0.1 y 0.982 m, velocidades de flujo entre 0.01 y 4.85 m/seg y caudales máximos en la desembocadura al río Aves de 10 m<sup>3</sup>/seg.

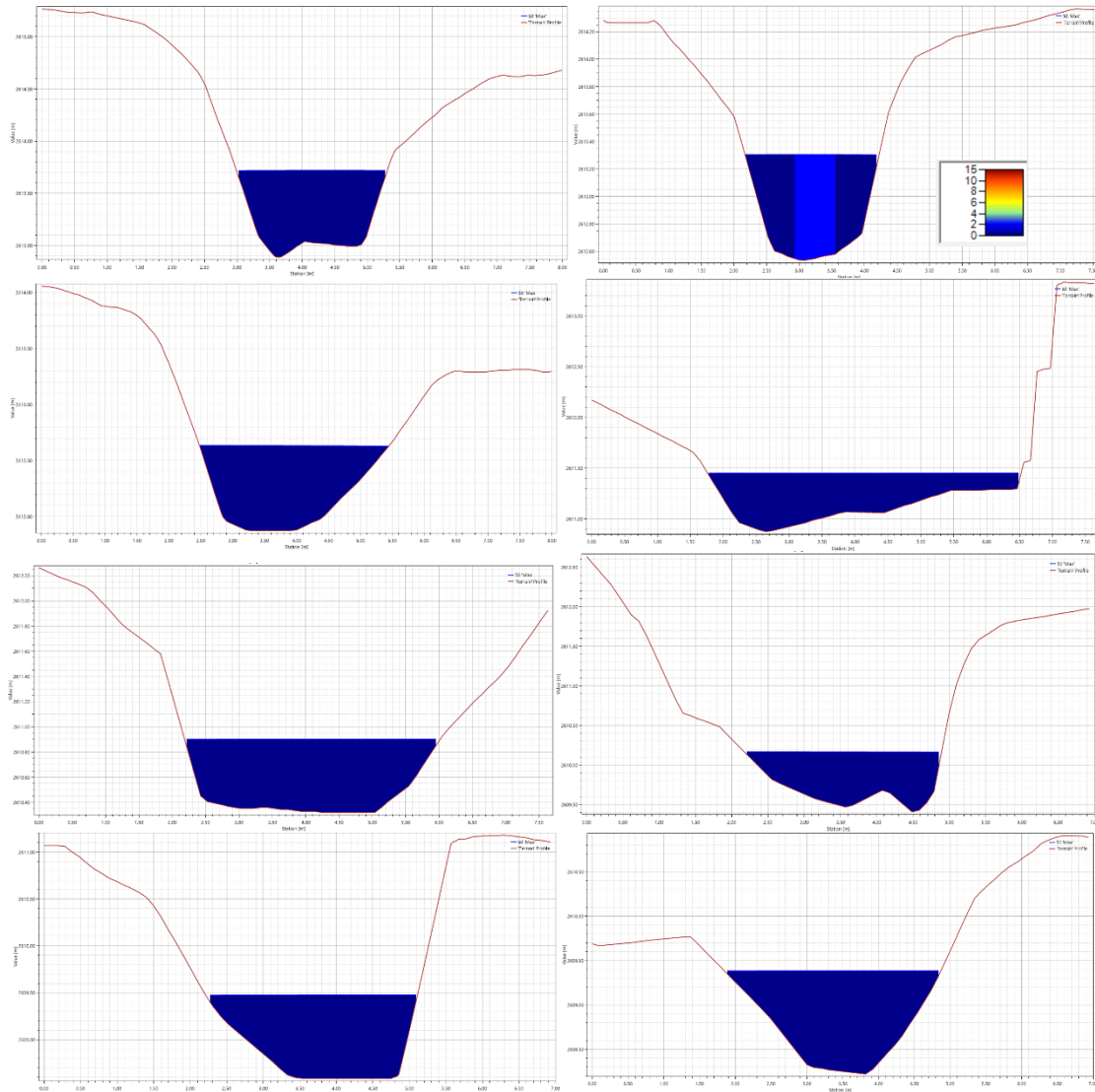
Figura 104. Mancha de inundación periodo de retorno 50 años – Quebrada Montique



Fuente: UT LAPI,2023



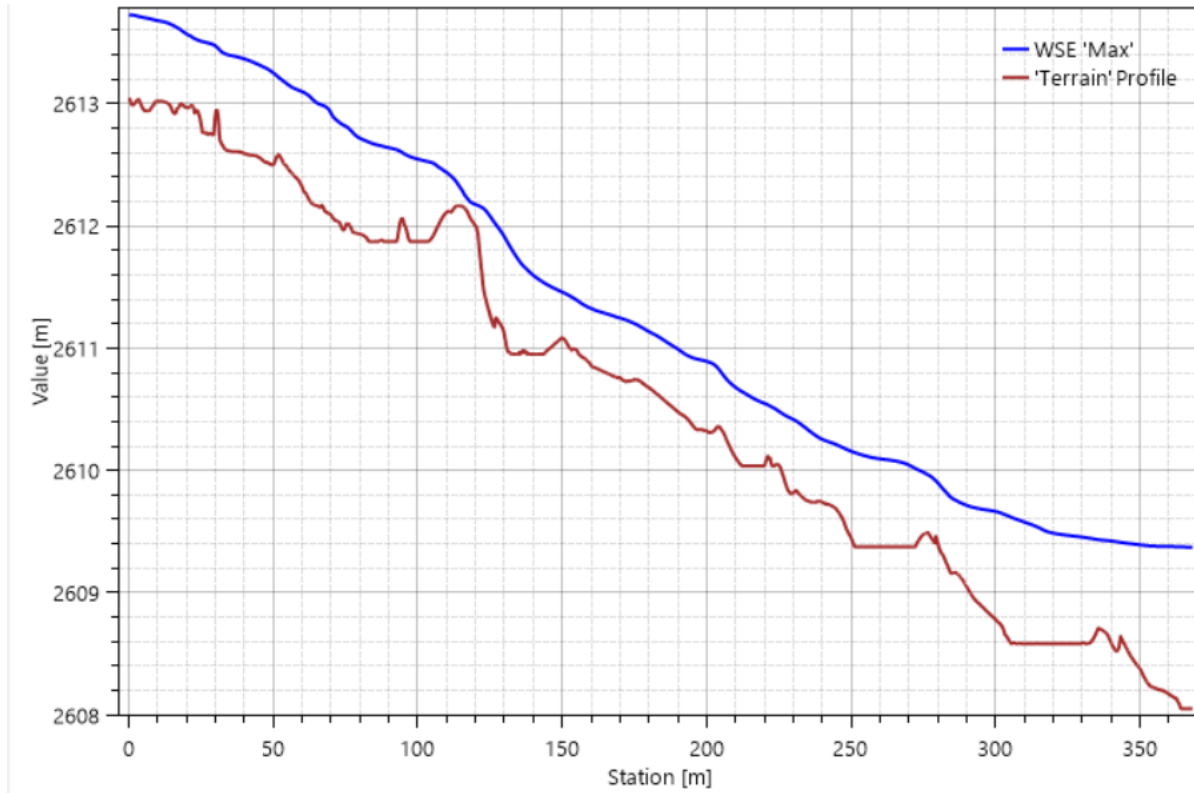
Figura 105. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 50 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 106. Perfil longitudinal de la quebrada Montique - Periodo de retorno 50 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 100 años Río Aves

Para el periodo de retorno de 100 años, la modelación indica cotas de inundación oscilando entre 2608.12 y 2614.73 msnm, profundidades del cauce entre 0.1 y 2.68m, velocidades de flujo entre 0.01 y 8.613 m/seg y caudales máximos a la salida del área de estudio de 16.2 m<sup>3</sup>/seg.

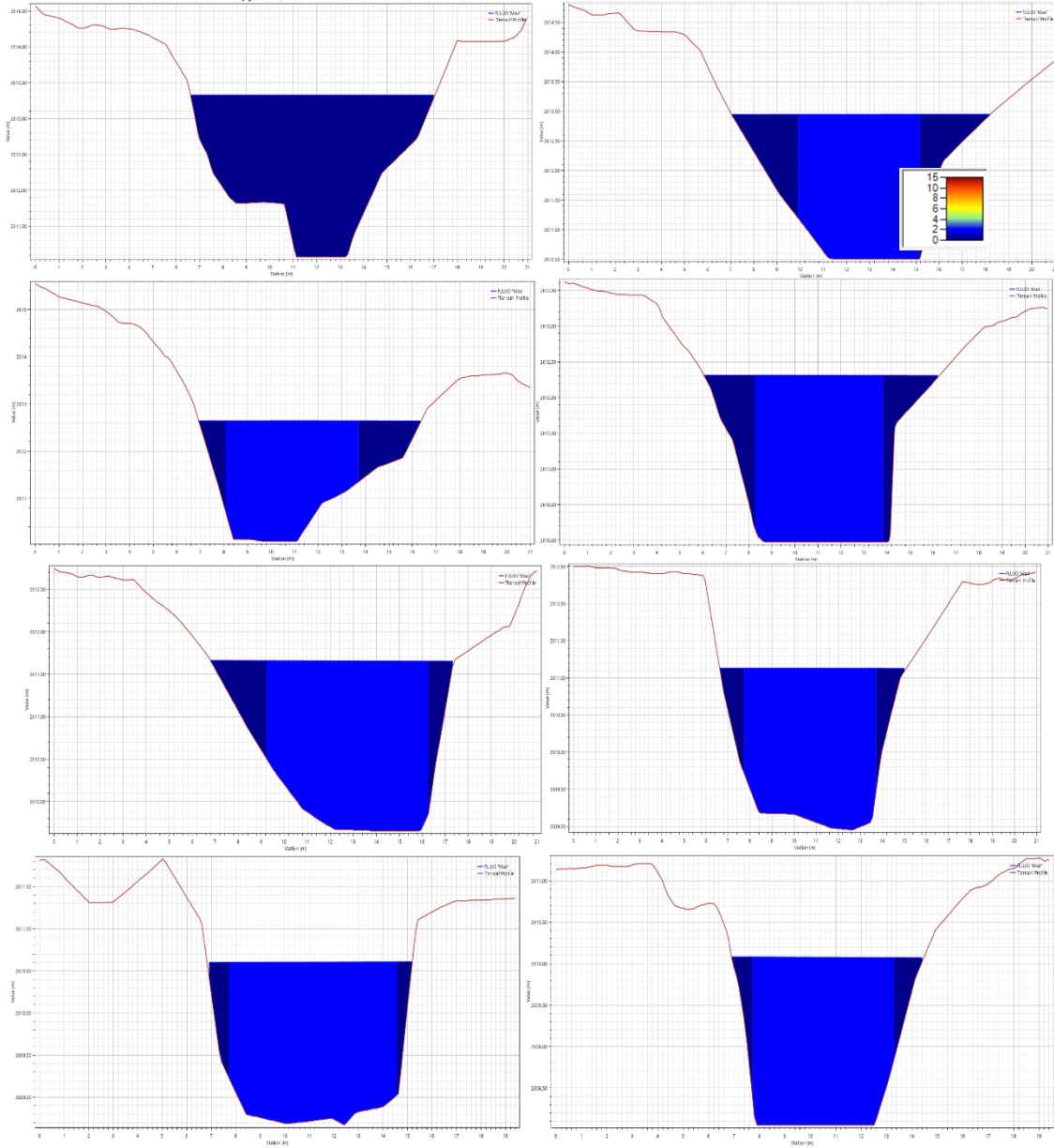
Figura 107. Mancha de inundación periodo de retorno 100 años – Río Aves

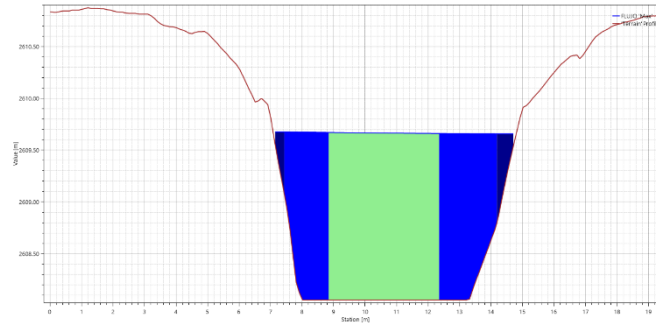


Fuente: UT LAPI,2023



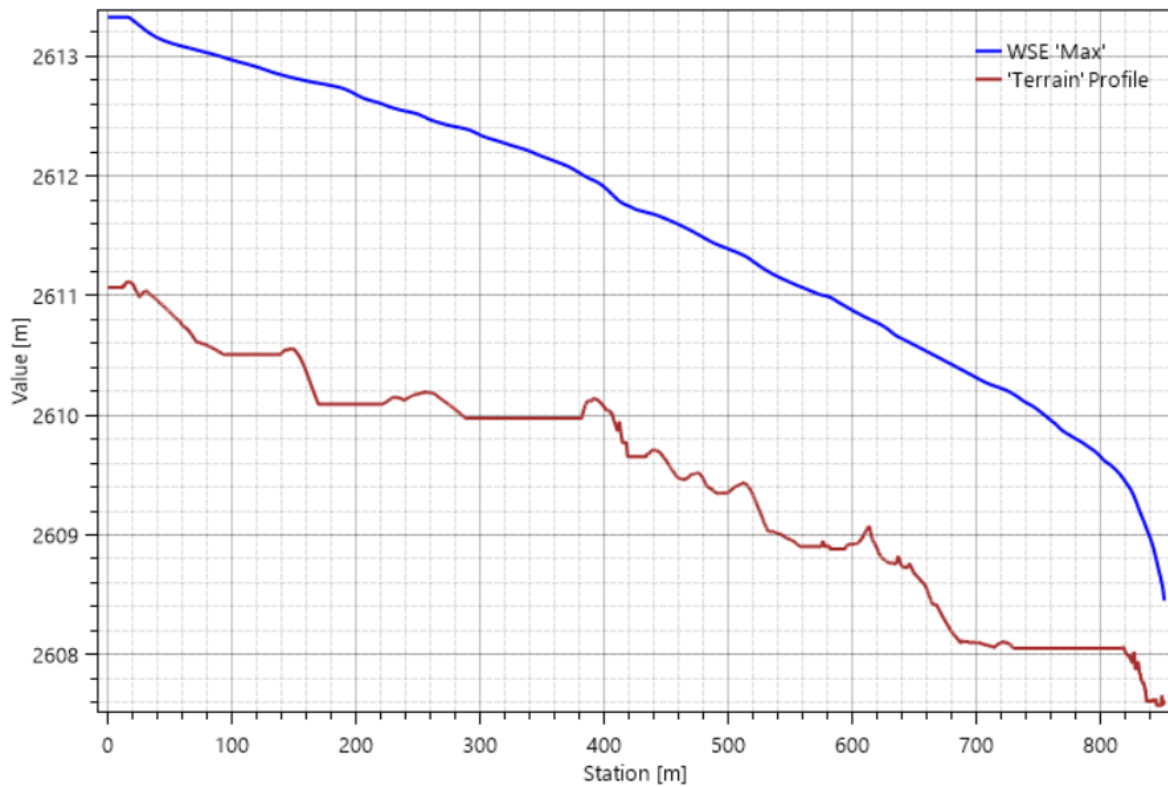
Figura 108. Secciones hidráulicas río Aves - Periodo de retorno 100 años





Fuente: UT LAPI,2023

Figura 109. Perfil longitudinal del río Aves - Periodo de retorno 100 años



Fuente: UT LAPI,2023

- Periodo de retorno 100 años Quebrada Montuque

Para un periodo de retorno de 100 años, se tiene como resultado de la modelación cotas de inundación variando entre 2608.12 y 2613.91 msnm, profundidades de cauce entre 0.1 y 1.19 m, velocidades del flujo entre 0.01 y 5.59 m/seg y caudales máximos antes de la desembocadura de la quebrada Montuque en el río Aves de 14.9 m<sup>3</sup>/seg.

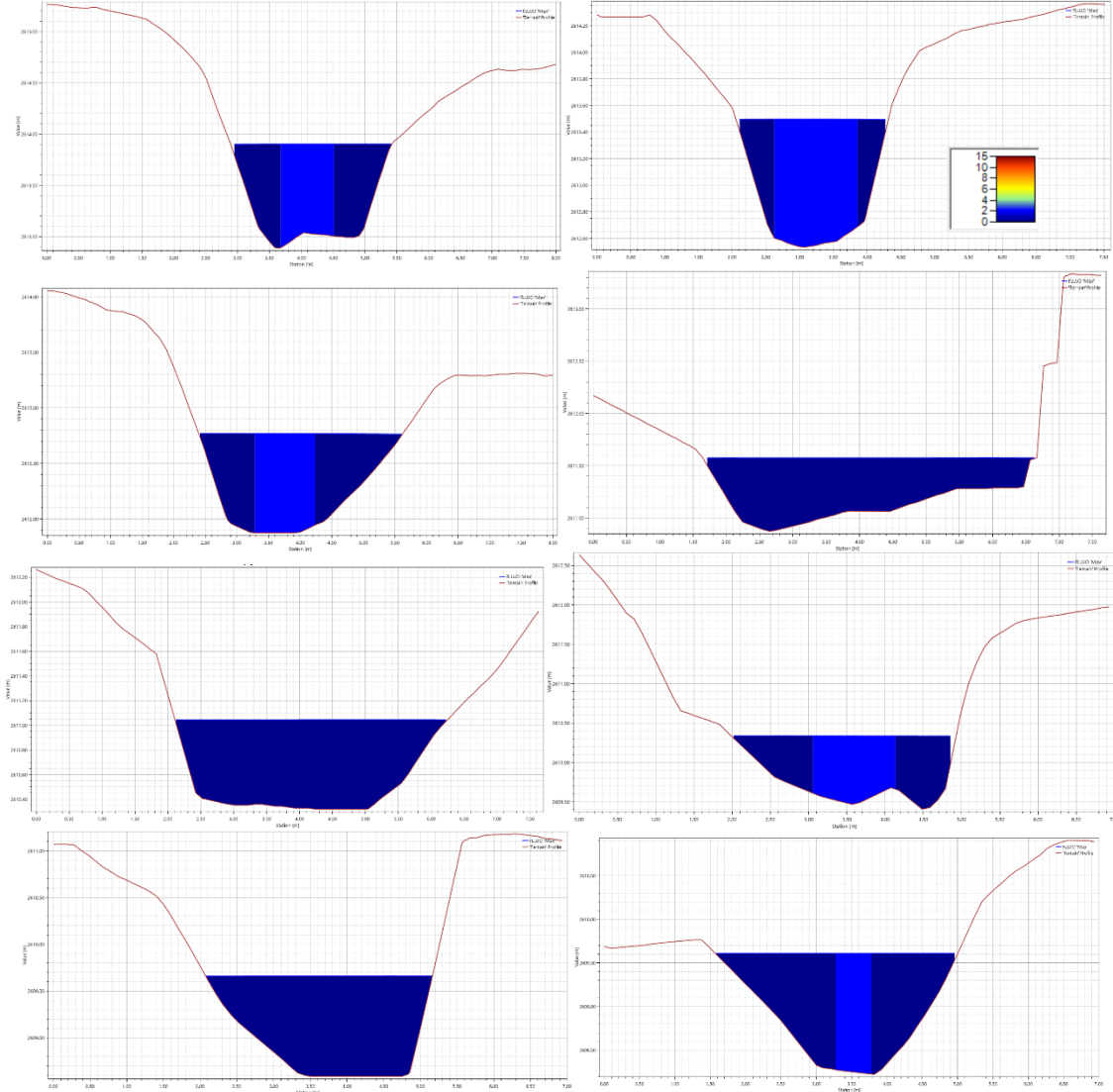
Figura 110. Mancha de inundación periodo de retorno 100 años – Quebrada Montuque



Fuente: UT LAPI, 2023



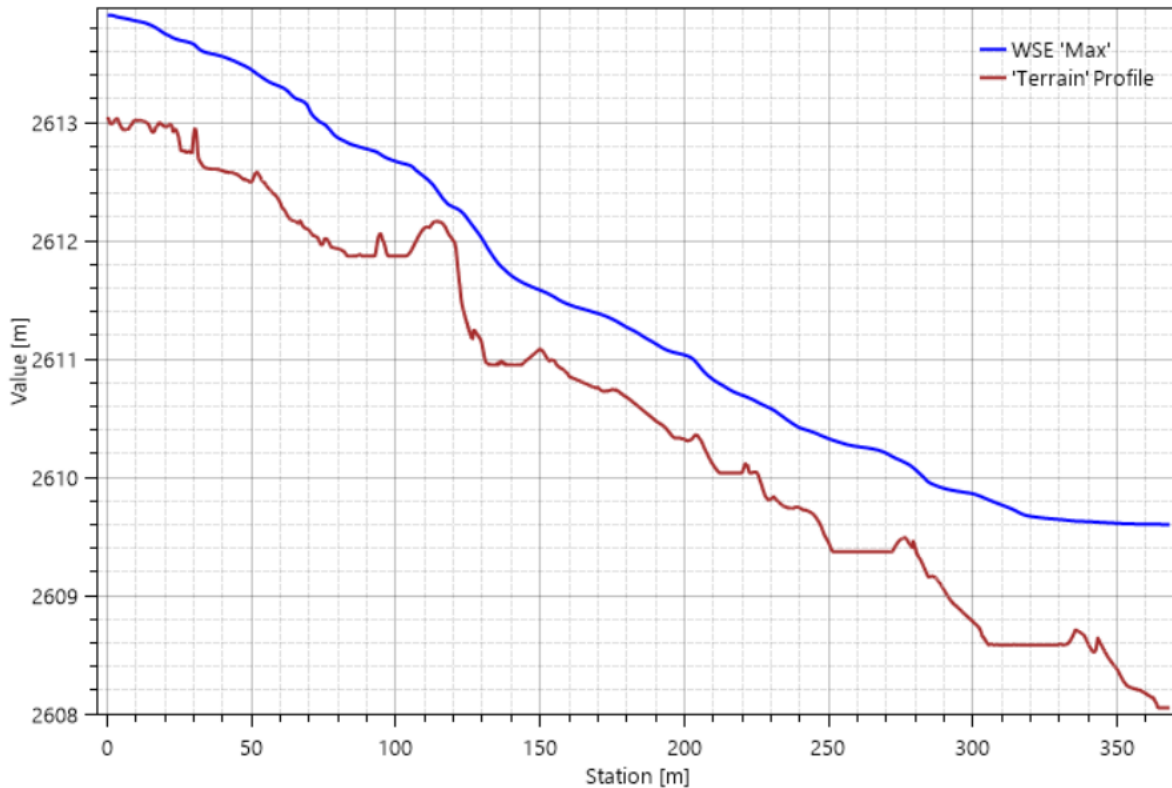
Figura 111. Secciones hidráulicas quebrada Montoque - Periodo de retorno 100 años



Fuente: UT LAPI,2023



Figura 112. Perfil longitudinal de la quebrada Montoque - Periodo de retorno 100 años



Fuente: UT LAPI, 2023

#### 5.7.8.6 Análisis de resultados de la modelación Hidráulica

Acorde con el tiempo de duración del evento de precipitación generado a partir de las curvas IDF, se establece de 200 minutos como duración de evento de máxima precipitación para cada periodo de retorno simulado.

La cota más alta a la que llega la lámina de agua presentado en un evento lluvia con tasa de retorno de hasta 100 años, es de 2631.91 msnm con un transporte de caudal de hasta 38.8 m<sup>3</sup>/s. Por último, se concluye lo siguiente.

Así mismo, dentro de la zona de modelación, se evidencia un único riesgo, asociado a la infraestructura de las termas de Guasca, ya que pueden presentar un ingreso de agua proveniente de la quebrada Montoque durante un evento pico. Por lo anterior, se debe incrementar su cota por encima de los 2160 m.s.n.m. para evitar riesgos de inundación.

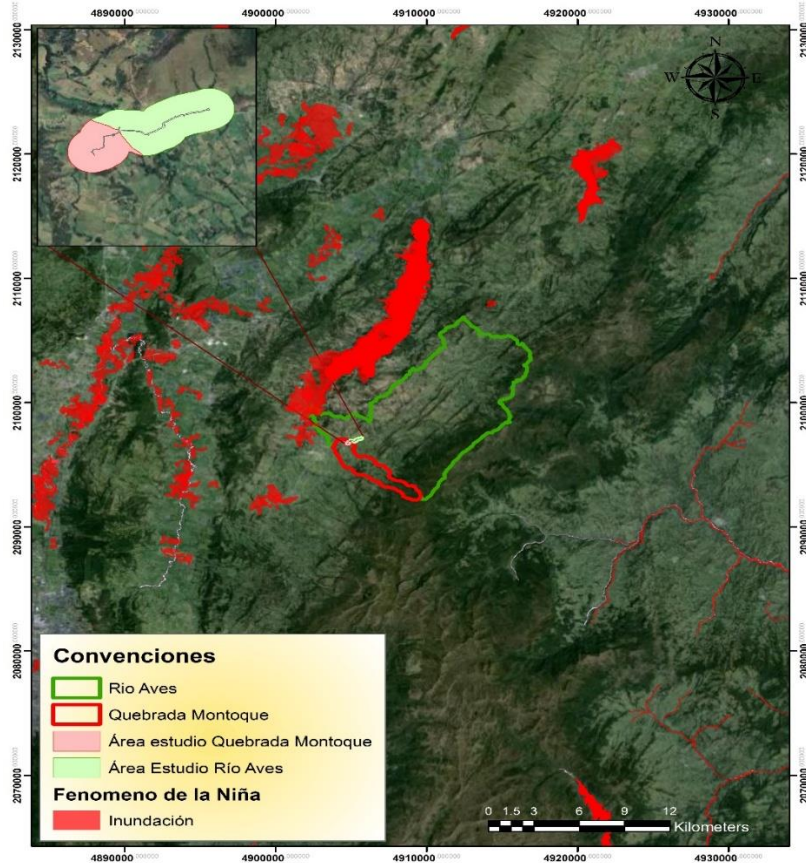


Se resalta que en la zona de confluencia entre la quebrada Montique y el río Aves, se presenta un incremento en el ancho del cuerpo hídrico, sin embargo, acorde con la morfología del cuerpo hídrico, no se presentaran inundaciones en el punto de confluencia.

### 5.8 RESULTADOS MODELACIÓN HIDRÁULICA CON EVENTOS DE INUNDACIÓN

Dentro de la modelación hidráulica, no se evidencia un riesgo de desborde representativo, lo cual corresponde con la información reportada por el IDEAM en el registro fenómenos de inundación asociados al fenómeno de La Niña. Como se evidencia, no se han presentado eventos de inundación en el área de estudio del río Aves y la quebrada Montique, lo cual corresponde con la información presentada en la modelación hidráulica.

Figura 113. Modelación hidráulica asociados a fenómenos de inundación



Fuente: UT LAPI,2023



## 6 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE

### 6.1 INTRODUCCIÓN

En el marco de la realización del acotamiento de la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves, en la fase de Delimitación del cauce permanente, se realizó un análisis geomorfológico e hidrológico del cauce. Este estudio tiene como objetivo identificar la zona de terreno sobre la cual fluye la corriente de agua y sus sedimentos en condiciones normales, sin llegar a desbordar sus márgenes naturales.

Esta delimitación se hizo mediante el análisis de fotografías aéreas que comprenden al área de estudio, en busca de identificar las geoformas asociadas al cauce permanente.

Adicionalmente con el análisis hidráulico – hidrológico, complementado con el trabajo de campo se complementó la definición del margen natural sin que se llegue a producir desbordamiento.

La definición precisa del cauce permanente es esencial no solo para la gestión y conservación del medio ambiente, sino también para la planificación y desarrollo sostenible de las áreas circundantes.

### 6.2 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

#### 6.2.1 Análisis multitemporal del cauce de la quebrada Montique y el río Aves

El objetivo principal es identificar la dinámica del cauce del río Aves y la quebrada Montique en tres momentos diferentes, para nuestro caso se utilizaron imágenes aéreas del año 1985, 2003 y 2024, para tal fin se realizó una sobreposición de polígonos de la cobertura de interés que es el cauce de la ronda hídrica, y se analizaron los cambios en los tres momentos seleccionados.

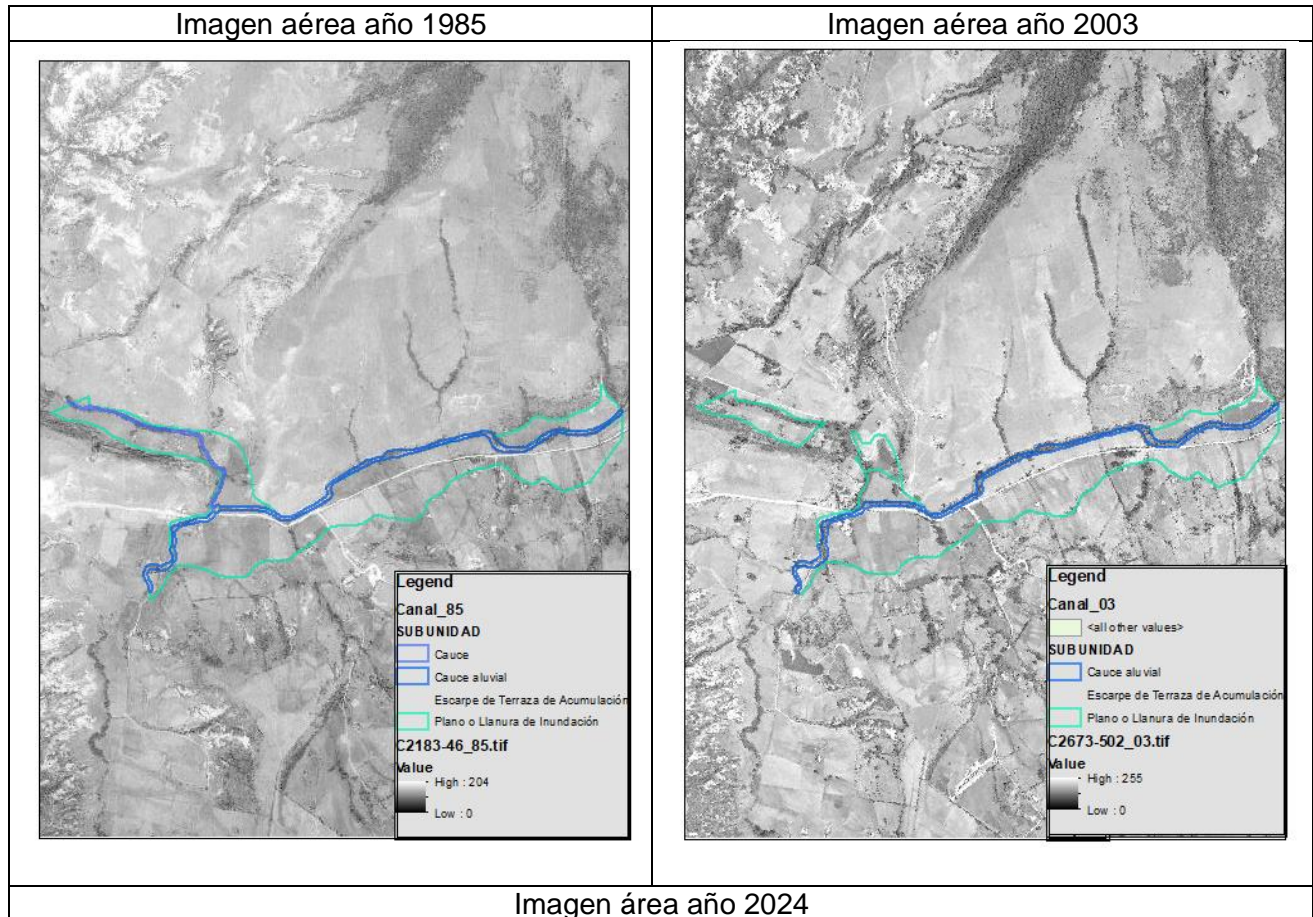
Para el análisis se tienen en cuenta variables tales como cobertura vegetal, crecimiento poblacional, aumento de actividades agrícolas, aumento de la probabilidad e inundaciones entre otros.

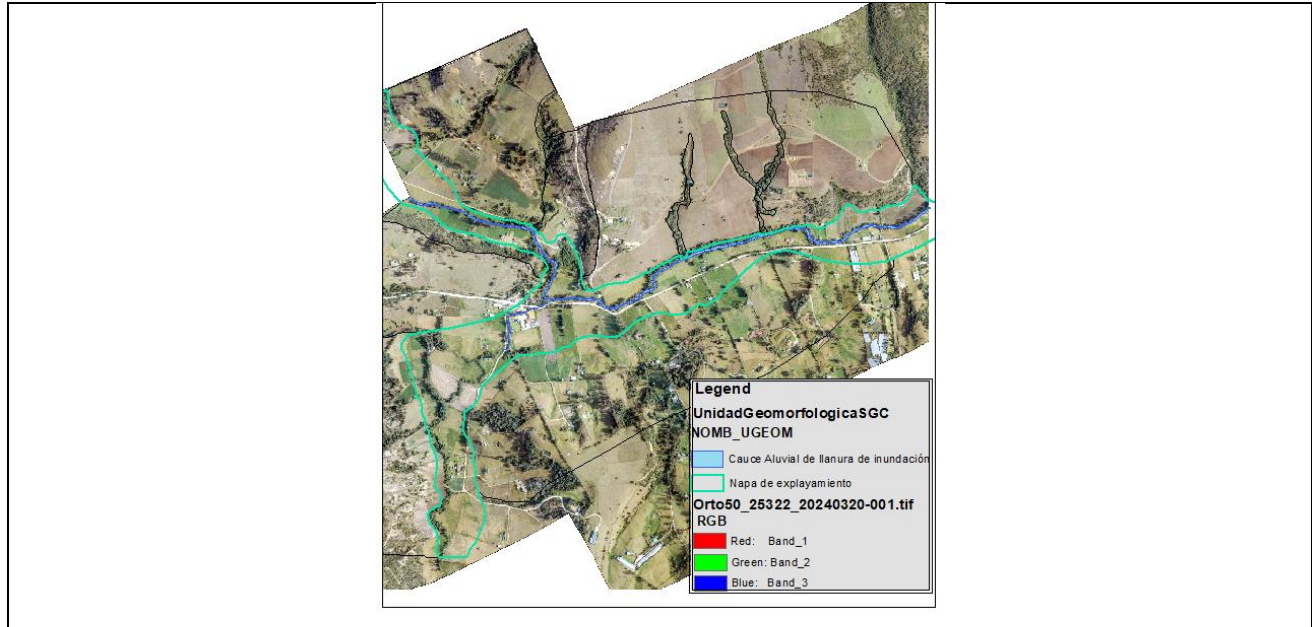
Cabe aclarar que las imágenes aéreas obtenidas del año 1985 y 2003 cuentan con una resolución espacial de 0.5 m, es decir una escala 1:50.000, con una resolución espectral muy baja. Comparada con la imagen aérea actual (2024) que cuenta con una resolución espacial de 0.05 m y una resolución espectral muy alta.

En la Figura 114 se presentan las imágenes aéreas con los cauces y planos de inundación identificadas en cada momento de tiempo



Figura 114. Análisis multitemporal de cuerpos de agua y planos de inundación río Aves y quebrada Montoque



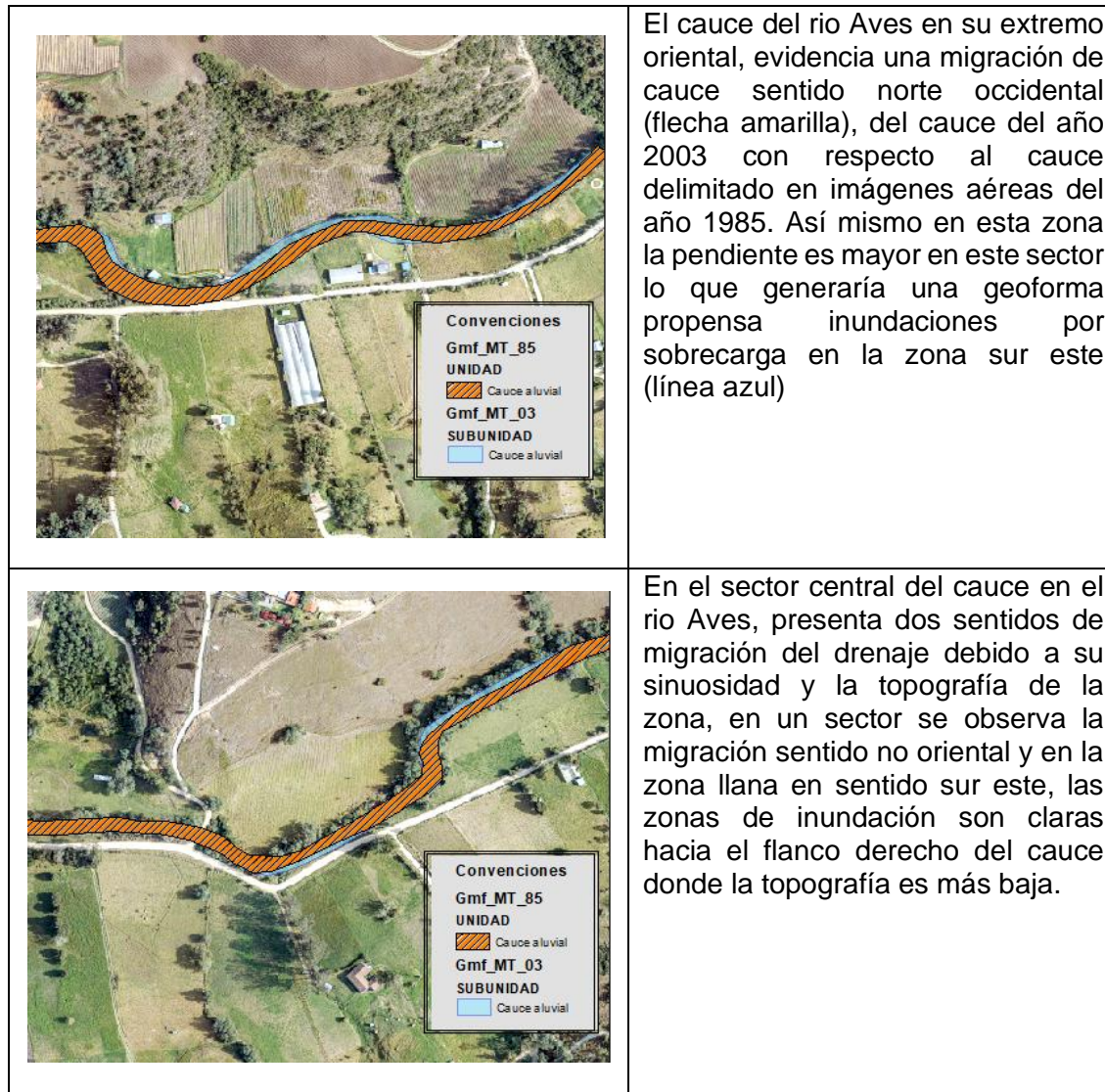


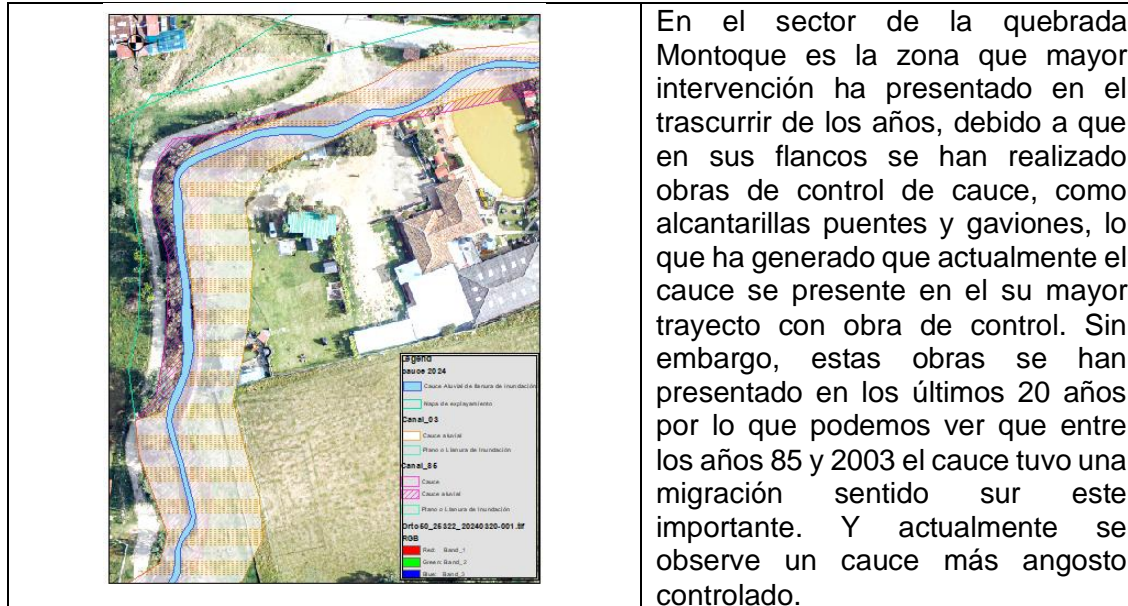
Fuente: UT LAPI,2023

De la anterior Figura se observan cambios significativos de uso de suelo, coberturas y crecimiento poblacional generado en el sector; en la imagen del año 1985 se observa una densidad de coberturas mucho más baja que en la imagen actual especialmente en la quebrada Montique y río Aves, lo que generaría una mayor probabilidad de inundación en la ronda del cauce, así mismo se observa poca oferta agrícola y establecimiento poblacional comparado con el actual, lo que ha generado una intervención sobre los cauces y creación de canales de irrigación en todo el sector lo que ha generado un mayor control sobre las inundaciones.

A continuación, en la Figura 115 se presenta un análisis más detallado de migración o dinámica del cauce en los tres momentos escogidos.

Figura 115. Análisis multitemporal de migración e inundaciones





Fuente: UT LAPI,2023

## 6.2.2 Análisis Geomorfológico

### 6.2.2.1 Formas del terreno asociadas al cuerpo de agua

Las geoformas, por su parte, son la manifestación superficial del terreno, resultante de la interacción entre los materiales constituyentes, la disposición estructural y los procesos geomorfológicos, según el ambiente morfogenético específico y la duración de estos procesos. (Carvajal, 2011).

Se realiza la caracterización geomorfológica de las unidades asociadas al cuerpo de agua, para el posterior análisis y delimitación del cauce permanente preliminar. esta cartografía se enmarca en la definición de Subunidades Geomorfológicas, como unidad básica de cartografía geomorfológica para la escala 1:25.000, siguiendo la metodología de jerarquización propuesta por Carvajal (2011).

- Ambiente fluvial
  - Plano o llanura de inundación (Fpi)

Esta unidad se localiza bordeando los cauces del área de estudio, geológicamente está constituida por depósitos aluviales recientes y fragmentos de las rocas circundantes que han sido erosionadas y depositadas en el sector, la geoforma se define como una planicie aludiana a cauces aluviales, estos planos tienen un índice de contraste del relieve muy bajo, de morfología

plana, donde se han depositado sedimentos aluviales transportados por los propios cauces al momento de desbordarse. Estas unidades por lo general están limitadas por escarpes de terraza, generados por los cauces en su recorrido.

Fotografía 9 Llanura de inundación (Fpi) río Aves



- Cauce aluvial (Fca)

Esta geoforma corresponde con un canal de forma irregular, el cual ha sido generado por la sobre excavación de corrientes perennes o estacionales dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. En su recorrido, dichos cauces transportan grandes cantidades de sedimentos que se depositan sobre zonas de menor pendiente formando otro tipo de geoformas. En las zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo y en la pendiente del drenaje, esto se puede observar en la quebrada Montique y el río Aves.

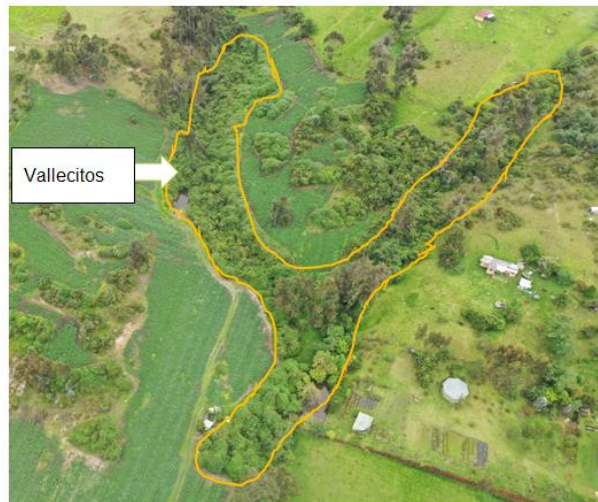
Fotografía 10 Cauces Aluviales (Fca) – Quebrada Montuque y Río Aves



- Vallecitos

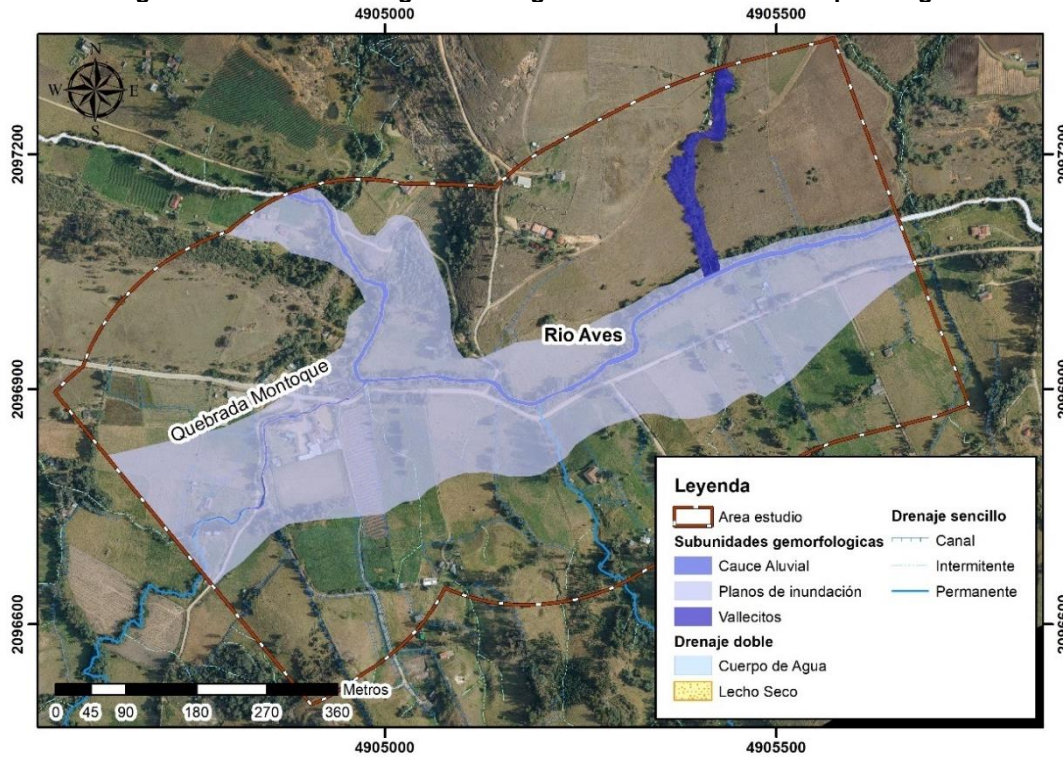
Corresponde en planta a una franja de terreno angosto y de forma irregular resultante del proceso de disección generado por la red del drenaje que entalla el material parental que genera el tipo de relieve de laderas estructurales.

Figura 116 Vallecitos asociados al río Aves



Fuente: UT LAPI, 2023

Figura 117 Subunidades geomorfológica asociadas con el cuerpo de agua



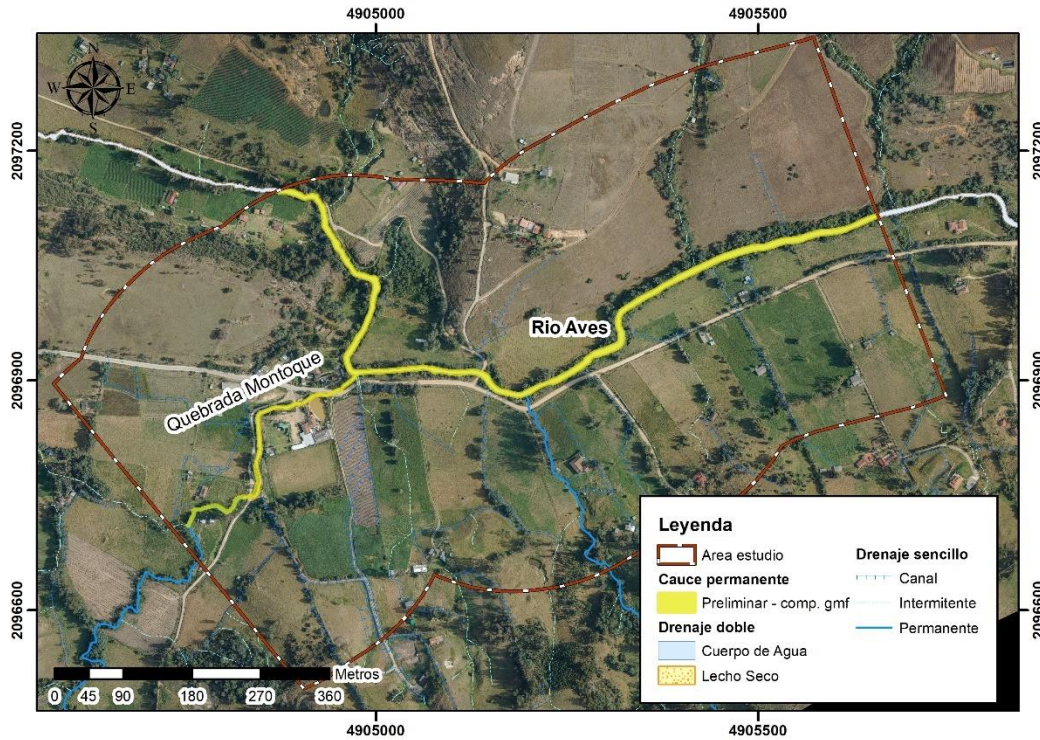
Fuente: UT LAPI, 2023

### 6.2.2.2 Delimitación preliminar del cauce permanente desde el análisis geomorfológico

Para la delimitación preliminar del cauce permanente desde las formas del terreno se tuvieron en cuenta los aspectos descritos en los apartados anteriores, que incluyen el análisis multitemporal y la identificación de las formas del terreno asociadas al cuerpo de agua.

La delimitación de las formas de terreno asociadas al cauce permitió reconocer los límites naturales del cauce y las geoformas inundables. La geoforma principal que pertenece al cauce permanente corresponde a Cauce aluvial. Finalmente se delimito el lecho preliminar del cuerpo de agua complementando el análisis anterior con las fotografías aéreas del 1985 y 2003, a partir de estas se demarcó el área frecuentemente ocupada por el cuerpo de agua, en donde se consideró principalmente la extensión máxima de inundación identificada.

Figura 118 Cauce permanente preliminar análisis geomorfológico

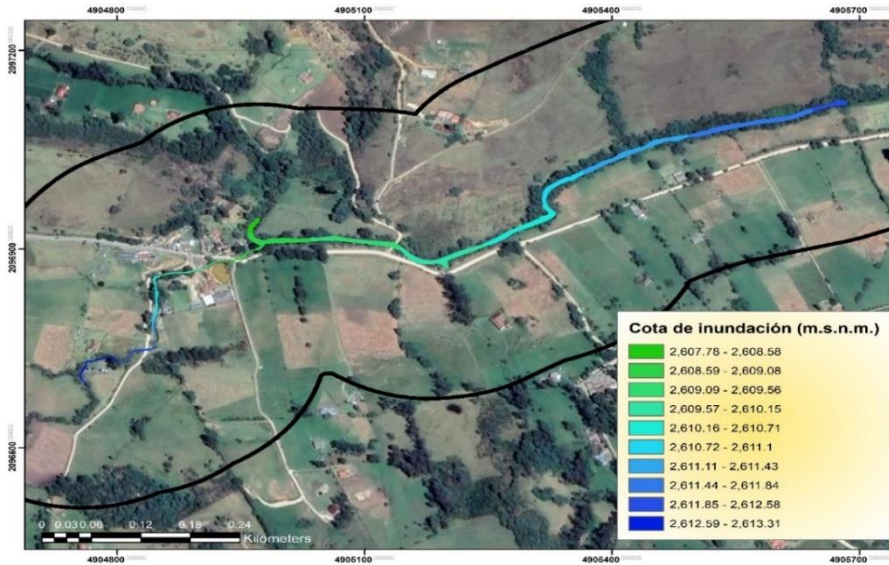


Fuente: UT LAPI,2023

### 6.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

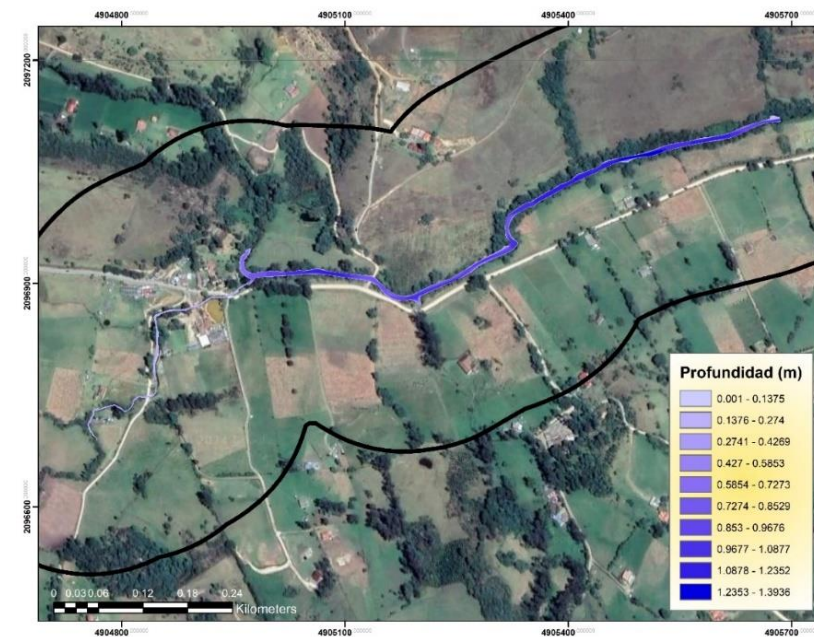
La modelación hidrológica realizada y los resultados obtenidos se encuentran a detalle en el capítulo de la Fase V “Modelación hidráulica e hidrológica”. El cauce permanente corresponde al cauce principal moldeado naturalmente en el terreno por la acción del agua, por lo que en este análisis se realizó la modelación hidráulica de la creciente máxima anual con un periodo de recurrencia de 2,33 años, relacionado con el caudal que se presenta en un cauce para condiciones medias. Como resultado de la modelación hidrológica e hidráulica se tiene para el río Aves a la entra de la zona de estudio un caudal pico de  $8.8\text{m}^3/\text{seg}$  y para la quebrada Montique de  $0.5\text{m}^3/\text{seg}$ .

Figura 119. Cota de inundación periodo de retorno 2.33 años



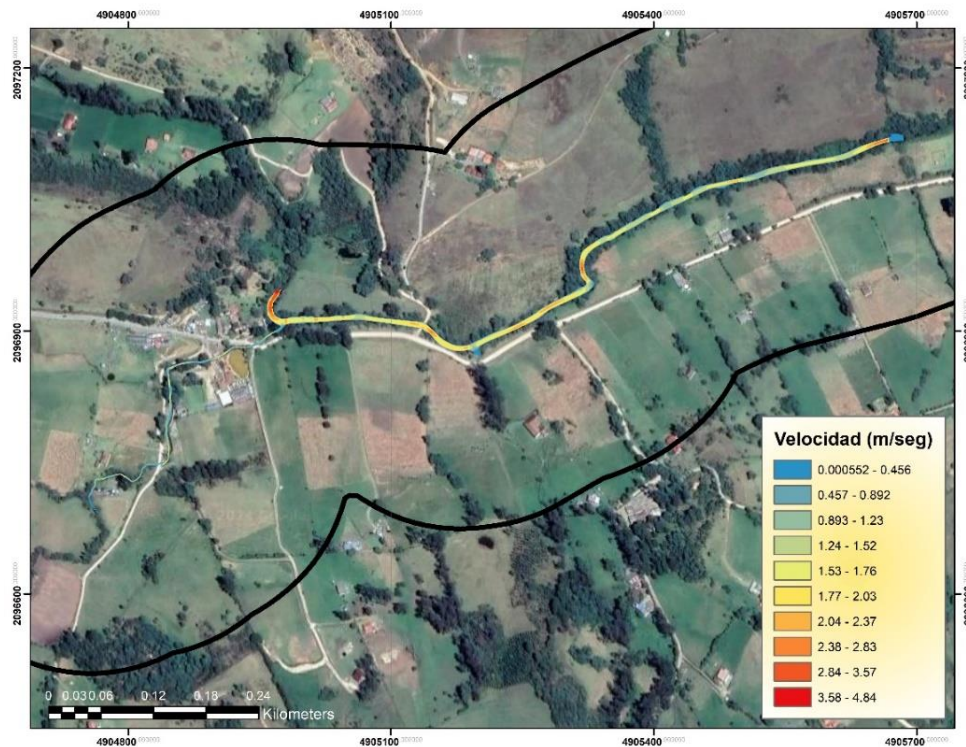
Fuente: UT LAPI,2023

Figura 120. Altura lámina de agua periodo de retorno 2.33 años



Fuente: UT LAPI,2023

Figura 121. Velocidad del agua periodo de retorno 2.33 años



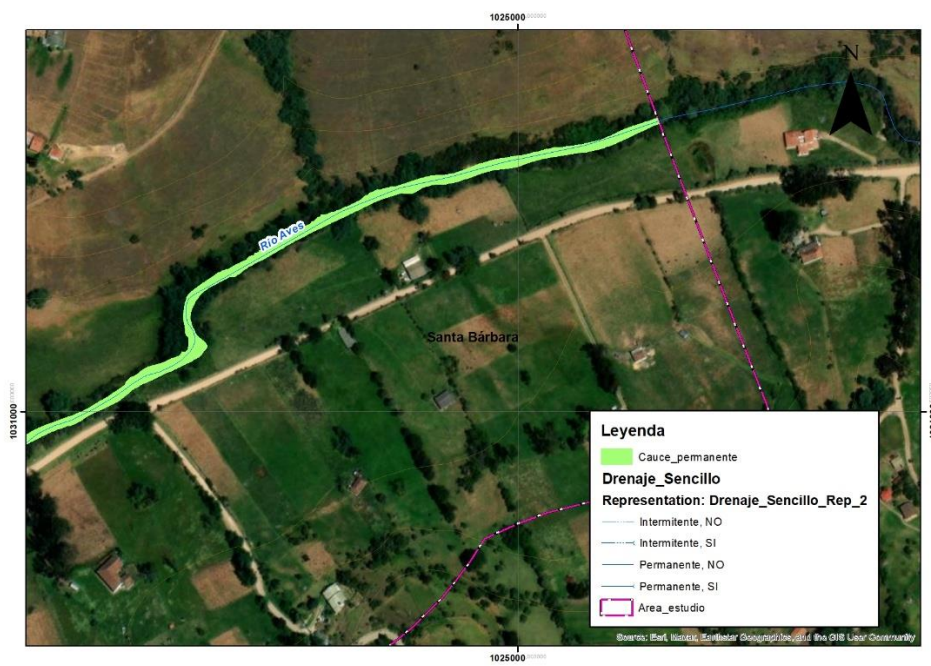
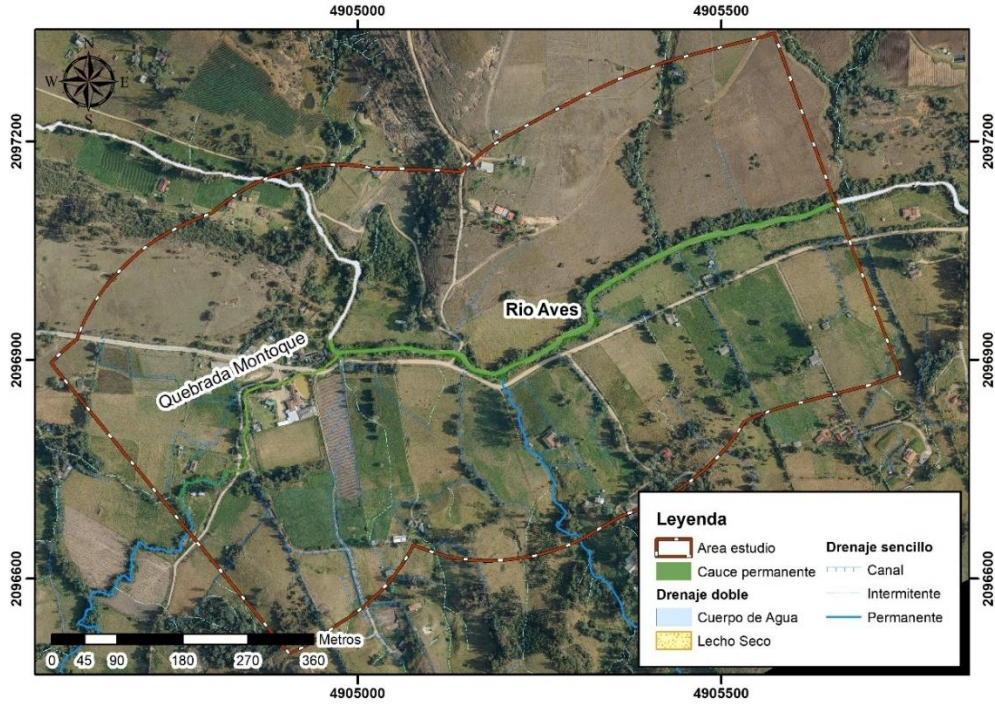
Fuente: UT LAPI,2023

#### 6.4 DELIMITACIÓN DEL CAUCE PERMANENTE

A partir del análisis geomorfológico e hidrológico, se realizó el proceso de delimitación del cauce permanente de la quebrada Montoque y el río Aves. El cauce permanente se define como el área por donde fluye el agua de manera constante, considerando las formas del terreno asociadas con el cuerpo de agua y la modelación hidrológica e hidráulica.

Con base en estos componentes se realizó la integración de estos análisis dando como resultado la definición del cauce permanente a escala 1:5.000.

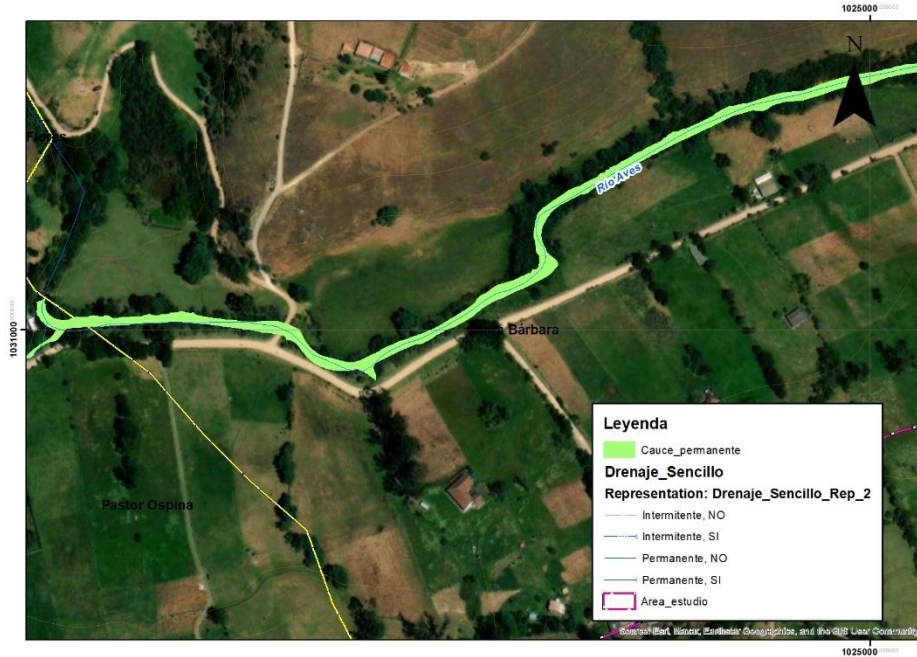
Figura 122 Cauce permanente quebrada Montoque y rio Aves





# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA

UT LAPI  
UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023



Fuente: UT LAPI,2023



## **7 DEFINICIÓN DEL LÍMITE FUNCIONAL DE LA RONDA HÍDRICA**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

Para la definición del límite funcional de la quebrada Montique y el río Aves, se abarcó un análisis de los procesos geomorfológicos y fluviales, y su relación con la flora y fauna, así como una evaluación de los aspectos sociales, económicos y culturales. La caracterización del límite funcional y el respectivo acotamiento de la ronda hídrica se llevará a cabo mediante un enfoque integral que consiste en la integración de los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico.

Para el componente geomorfológico, se desarrolla a través de un enfoque metodológico que incluye la creación de un mapa geomorfológico regional a escala 1:25.000 siguiendo la metodología del Servicio Geológico Colombiano, seguido de un análisis de la variación del cauce y la zona sujeta a inundación a partir de fotografías aéreas, como resultado de estos análisis, se elaborará un mapa de unidades y subunidades geomorfológicas con sus respectivos atributos a escala 1:5.000, y se delimitará el área del componente.

El componente hidrológico e hidráulico, se realizará a partir de registros históricos de niveles y caudales, siguiendo lo establecido en fases anteriores, como resultado de este análisis, se elaborará un mapa de áreas de inundación a escala 1:5.000 para diferentes períodos de retorno (2.33, 15 y 100 años), y se delimitará el área del componente hidrológico a partir de la línea de cauce permanente.

Al sobreponer los tres límites se obtiene la envolvente o límite funcional de la ronda hídrica, que consta de diferentes elementos que deberán ser considerados en la próxima etapa para definir las respectivas medidas.

### **7.2 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO**

La geomorfología es la descripción y el estudio de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y actuales del terreno, (tanto terrestre como submarino) y su relación con las estructuras infrayacentes. Es la ciencia que está enfocada al análisis de la superficie de la tierra donde interactúan la litosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera.

De esta manera se constituye en una herramienta fundamental para poder evaluar y proyectar el comportamiento de los terrenos, y su interrelación con obras de infraestructura, enfocado entre otros al análisis de las amenazas naturales y Planes de Ordenamiento Territorial. Para lograr un adecuado desarrollo de la temática geomorfológica se incluyen aspectos como morfología y morfometría.



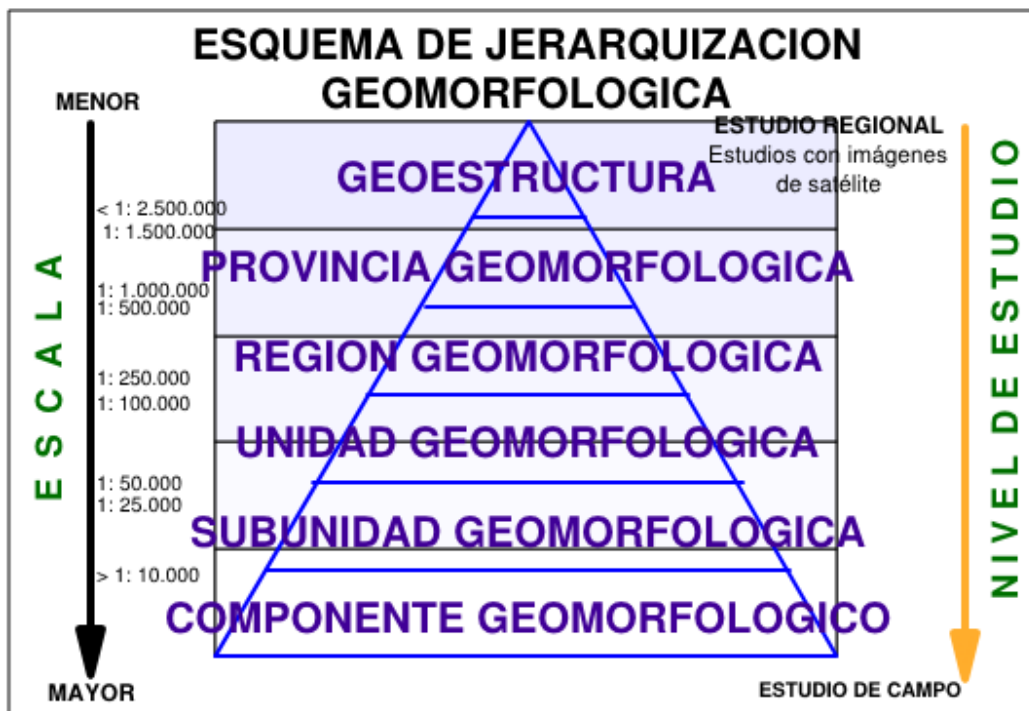
La zona de estudio se localiza en la cordillera Oriental de Colombia el área de acotamiento de la ronda hídrica de la Quebrada Montoque y el río Aves, localizada en el municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca, que pertenece a la unidad hidrográfica de nivel I del embalse Tominé ubicado en la subzona hidrográfica del Río Bogotá.

### 7.2.1 Marco Metodológico

Como método de análisis, se utilizó la metodología del sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Carvajal (2012). La cual se describe a continuación.

El sistema geomorfológico jerarquizado de Carvajal (ver Figura 123) relaciona la escala de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la cual cuenta con seis niveles a saber: Zona estructural, Provincias geomorfológicas, Región geomorfológica, Unidad y Subunidad geomorfológica y Componente geomorfológico. De la primera categoría a la última aumenta el nivel de detalle, es decir, los requisitos de la diferenciación se hacen más estrictos

Figura 123 Esquema de Jerarquización Geomorfológica propuesto para SGC



Fuente: Ingeominas, Carvajal



### 7.2.2 Revisión de información secundaria

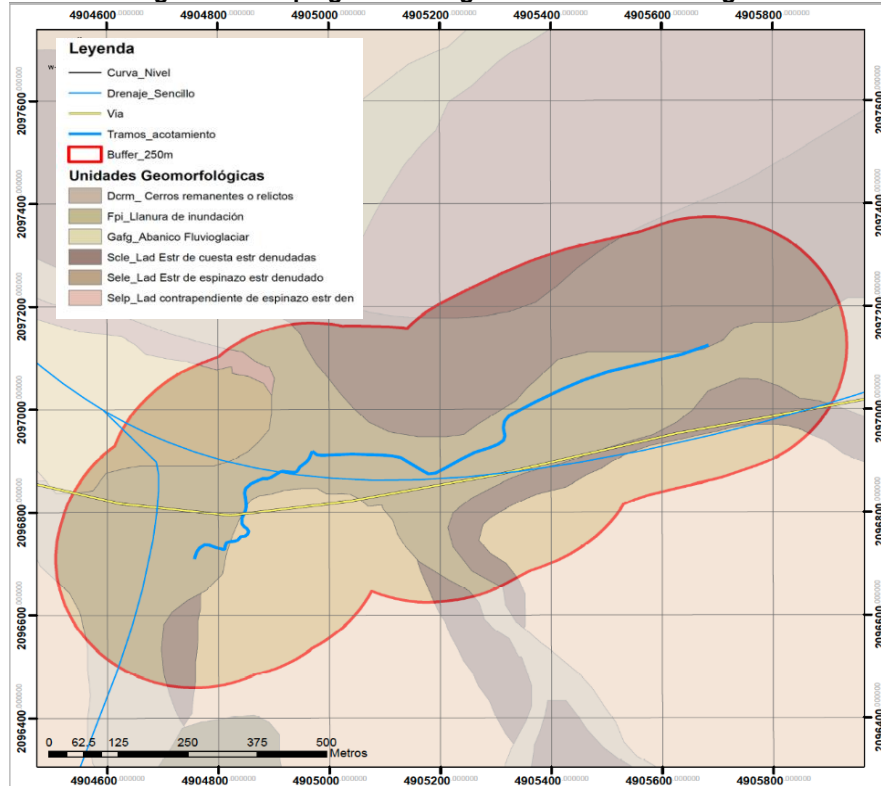
En el marco de la revisión de información secundaria disponible se analizan las condiciones en un contexto regional para la zona de interés, para conocer los ambientes de formación y condiciones generales. Principalmente, retomando los resultados de los estudios realizados para el POMCA Río Bogotá (2019) y la actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial (2020), de donde se extrae la información que se presenta a continuación.

Geológicamente en el municipio de Guasca afloran las rocas sedimentarias y depósitos no consolidados, cuyas edades oscilan desde el cretáceo superior al reciente. Las rocas más antiguas están representadas por la formación Chipaque, seguida de Guadalupe y Guaduas. De igual manera en el territorio están presentes las fallas geológicas Sueva y Pericos. Así mismo, la litología corresponde en su totalidad a rocas sedimentarias desde el cretáceo superior de la formación Chipaque y Guadalupe a sedimentos no consolidados del cuaternario en el Valle de Guasca.

Dentro del mismo documento del EOT (2020), menciona que la Geomorfología del municipio de Guasca muestra un conjunto de tipos de relieve con diferentes características que se han originado a partir de la combinación de los procesos tectodinámicos, plegamientos y fallamientos, igualmente está constituido por un verdadero mosaico litológico, en donde alternan rocas, sedimentarias de diferentes períodos; sus edades varían desde el cretáceo hasta el terciario y se presentan también acumulaciones del cuaternario. Los modelados de los diferentes tipos de relieve dependen de factores tales como: clima, material parental, cobertura vegetal, rangos de pendiente y uso de la tierra, entre otros (Díaz Leal & Zamora Rosero, 2011).

El mapa geomorfológico 1:25.000 del POMCA del Río Bogotá (Ver Figura 124), identifica para el área de influencia de los tramos de acotamiento geoformas de origen denudativo categorizados en morfoestructural, fluvial y glacial, que se describen a continuación:

Figura 124 Mapa geomorfológico POMCA del río Bogotá



Fuente: POMCA río Guavio, 2017

### 7.2.3 Mapa Geomorfológico a escala 1:25.000

Para elaborar el mapa geomorfológico a nivel de subunidades, se utilizó la metodología de Carvajal (2011), donde se propone que el análisis geomorfológico debe realizarse de manera progresiva, comenzando a nivel regional y avanzando hasta un nivel de mayor detalle, con base en la jerarquización geomorfológica. En este enfoque, la Subunidad Geomorfológica se establece como la unidad básica de cartografía.

#### 7.2.3.1 Geomorfoestructura

Se refiere a grandes áreas geográficas o espacios continentales e intercontinentales, caracterizadas por estructuras geológicas y topográficas a nivel regional. Ejemplos de esta categoría incluyen cratones, escudos, plataformas, grandes cuencas, cinturones orogénicos y valles en rift. La escala de trabajo para esta categoría es menor a 1:2.500.000. En el área de estudio, la geomorfoestructura corresponde a la Cordillera y al Orógeno.



### 7.2.3.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a regiones que agrupan geoformas similares, definidas por un macro relieve y una génesis geológica común. A nivel local, estas provincias corresponden a las regiones naturales y a los terrenos geológicos de Colombia, demarcados por fallas regionales y continentales, ya sean definidas o inferidas. Incluyen términos como cinturones montañosos, llanuras, peniplanicies, cordilleras y serranías. La escala de trabajo para esta categoría oscila entre 1:1.000.000 y 1:500.000.

### 7.2.3.3 Región Geomorfológica

Agrupar geoformas relacionadas con la génesis de los paisajes, definidas dentro de un ambiente morfogenético específico y afectadas por procesos dinámicos similares. Permite la agrupación de áreas equivalentes a vertientes contenidas en una provincia geomorfológica, representando un ambiente genético particular con condiciones climáticas homogéneas. La escala de trabajo para esta categoría es de 1:250.000 a 1:500.000.

### 7.2.3.4 Unidad Geomorfológica

Esta categoría incluye formas genéticamente homogéneas, originadas por procesos constructivos o destructivos dentro de un ambiente geomorfológico específico. Las unidades geomorfológicas agrupan los elementos básicos que conforman un paisaje, definidos según criterios genéticos, morfológicos y geométricos. La escala de trabajo recomendada se encuentra entre 1:50.000 y 1:100.000.

### 7.2.3.5 Subunidad Geomorfológica

Es una subdivisión de las unidades geomorfológicas, determinada principalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos. Estos contrastes están relacionados con el tipo de material o su disposición estructural y la topografía correspondiente. Asimismo, se define por la presencia de formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales, como meteorización, erosión, transporte y acumulación. La escala de trabajo para esta categoría está entre 1:10.000 y 1:25.000.

- Geoformas de origen Morfoestructural Denudativo

Corresponde a las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural de las rocas aflorantes en la cuenca de estudio. Se presentan afectadas por procesos erosivos de moderada a baja intensidad y se caracterizan por su relieve montañoso a colinado de pendientes abruptas y escarpadas localmente, representada en la zona de acotamiento como:

- **Scle:** Cuestas estructurales denudadas y residuales, que conforma una ladera estructural con estratos dispuestos en favor de la pendiente del terreno (10°–20°), de longitud larga



a extremadamente larga, de formas rectas a irregulares y con pendientes muy inclinadas a muy abruptas.

- **Sele:** laderas estructurales, con estratos inclinados en favor de la pendiente (>35°), de longitud muy corta a corta, de formas rectas o convexas y con pendientes muy escarpadas.
- **Selp:** Las laderas de contrapendiente, definida por estratos inclinados en contra de la pendiente, son de longitud corta a moderadamente larga, de formas cóncavas o irregulares escalonadas, con pendientes muy abruptas a escarpadas.
- Geoformas de Origen Denudativo

Se incluyen 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 han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructurales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.

Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de las sierras homoclinales y la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos residuales y conos coluviales con los que generalmente se asocian.

- **Dcrm:** Cerros remanentes o relictos, cerros localmente elongados de morfología alomada de laderas cortas, de forma convexas e inclinados abruptamente. Su origen está relacionado con procesos de erosión diferencial que han operado en tiempos anteriores bajo condiciones climáticas diferentes a las actuales. Se incluyen aquí los cerros exhumados entre geoformas de acumulación más recientes.
- Geoformas de Origen Fluvial y Lagunar

Las geoformas de origen fluvial y lagunar están originadas por el efecto erosivo y acumulativo de las corrientes de los ríos y la sedimentación de materiales en cuencas restringidas respectivamente.

- **Fpi:** Planicie o llanuras de inundación, Franja de terreno plana baja de morfología ondulada de 0.05 – 5 km de extensión, eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos.



- **Vallecitos:** Corresponde en planta a una franja de terreno angosto y de forma irregular resultante del proceso de disección generado por la red del drenaje que entalla el material parental que genera el tipo de relieve de laderas estructurales.
  
- **Geoformas de Origen Glaciar y Periglaciar**

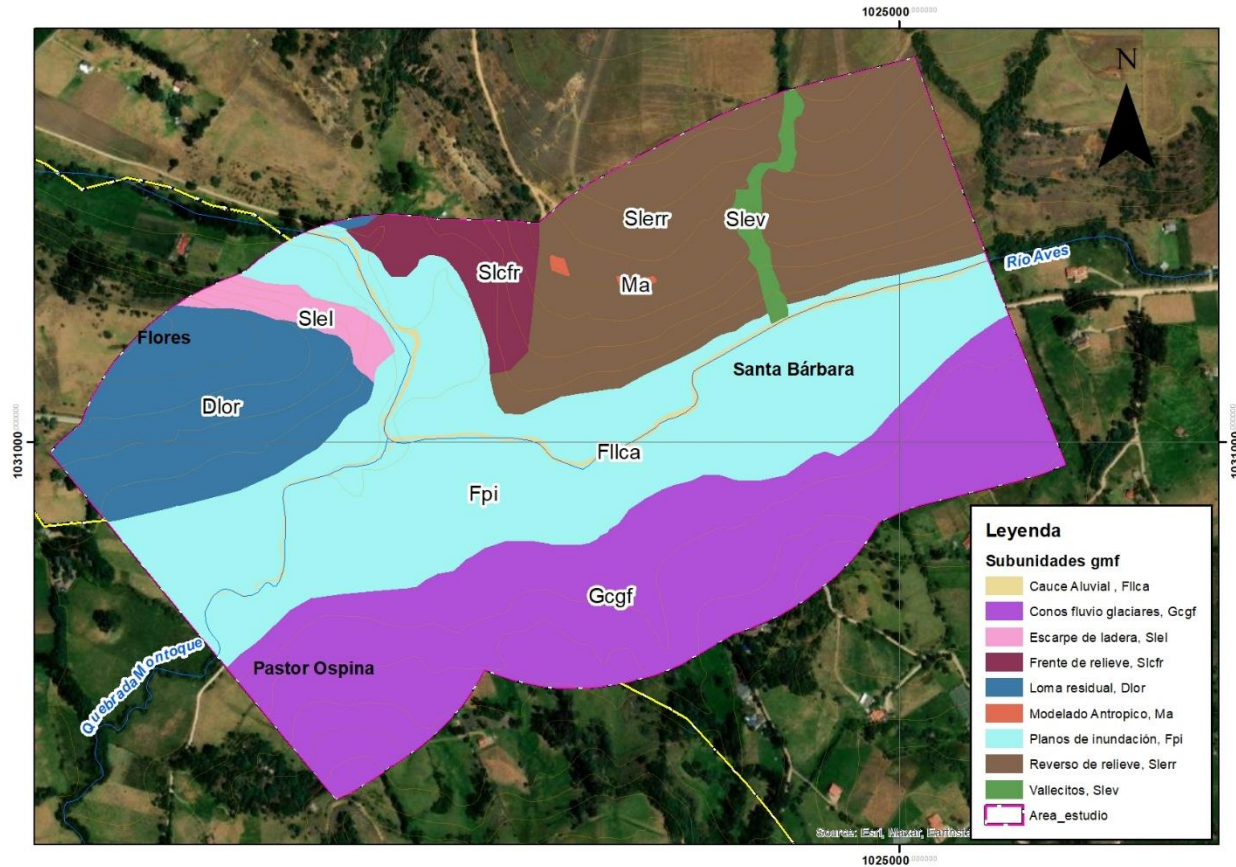
Corresponde a las geoformas cuya expresión morfológica está o fue establecida por la erosión intensa ocasionada por el movimiento de grandes masas de hielo en zonas de alta montaña durante las épocas glaciares, o igualmente por la acción del enfriamiento intermitente y saturación de sedimentos en zonas periglaciares.

Tales eventos esculpieron el sustrato rocoso de origen estructural preexistente y además generaron grandes cantidades de sedimento, acumulados en las laderas adyacentes.

- **Gafg:** Abanicos fluvio glaciares, acumulación en forma de abanico de longitud larga a muy larga, de laderas rectas - convexas y muy inclinadas constituidas de bloques angulares de varios metros de arista, en matriz constituida de arcilla con bloques de tamaños decimétricos y localmente paleosuelos negros.

Alcanzan espesores de 20 - 30 m y su origen está asociado a corrientes torrenciales producto de deshielo de la parte más distal de una masa glaciaria. Esta subunidad conforme al POMCA del río Bogotá se localiza al sur y sureste del área de estudio.

Figura 125 Mapa geomorfológico



Fuente: UT LAPI,2023

#### 7.2.4 Definición del tipo de cauce

Los cauces son el resultado directo del proceso mecánico del transporte de un fluido como el agua y un sólido como los sedimentos, y es el espacio mínimo que requiere la corriente para su trabajo principal de transportarlos (Goudie, 2004). Un río o corriente puede transitar sus caudales por uno o varios cauces al mismo tiempo, o en diferentes tiempos, dependiendo de los caudales y las cargas de sedimentos que a su vez están relacionadas con la estacionalidad o periodicidad de las lluvias

El área de estudio donde se localiza la ronda hídrica de la quebrada Montoque y el rio Aves, pertenece a un sistema montañoso, por lo que la ronda hídrica de estos se asocia a ríos rectos de montaña ver Figura 126, en el caso del rio aves este presenta una capacidad alta de transporte de material, y sedimentos de manera estacional, variando significativamente de acuerdo con las

oscilaciones del clima tropical, su llanura de inundación en si es estrecha, puede transportar desde bloques hasta gravas.

**Figura 126 Río Montique con forma en vista de planta recta de montaña**



Fuente: UT LAPI,2023

Por otra parte, la quebrada Montique aun perteneciendo a un cauce de montaña localmente posee una forma en planta de cauce más sinuoso ver Figura 127, donde la llanura de inundación no es tan estrecha, se encuentra asociados a corrientes de energía moderadas y tener carga desde gravas hasta arcillas. Esta quebrada puede inundar zonas más extensas por más largos periodos de tiempo debido a su sinuosidad y baja pendiente a la que se encuentra asociada.

**Figura 127 Quebrada con forma en vista de planta sinuosa de la quebrada Montique**



Fuente: UT LAPI,2023

### 7.2.5 Procesos Morfodinámicos




El modelamiento del paisaje del área está relacionado con eventos erosivos significativos, principalmente de origen denudativo y fluvial, asociados con marcados procesos climáticos que han configurado unidades de paisaje como laderas, escarpes y áreas de divagación de los cauces. Los procesos naturales que modifican la morfografía actual del paisaje, tales como la



erosión hídrica, socavación lateral, deslizamientos, flujo de detritos e inundaciones que afectan los planos de inundación de los cuerpos hídricos que atraviesan el área de estudio como la quebrada Montique y el río Aves.

A continuación, en la Tabla 62 y se relaciona los principales procesos morfodinámicos identificados durante la salida de campo realizada del 15 al 16 de junio de 2024.  
(Anexos/A\_Abiotico/geoesferico/puntos de control morfodinámica)




Tabla 62 Procesos Morfo dinámicos en el área de estudio

PUNTO	Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Nacional		TIPO DE FENÓMENO	FOTOGRAFÍA	Unidad
	ESTE	NORTE			
PMD 1	1024167,77	1030624,37	Caída y flujo de detritos		Conos Fluvio Glaciares
PMD 2	1025287,55	1031187,35	Socavación lateral y de fondo e inundaciones locales		Llanura de inundación
PMD 3	1023963,18	1031026,02	Deslizamiento local		Cerros residuales






**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA  
MONTUQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**

**UT LAPI**  
UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023

PUNTO	Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Nacional		TIPO DE FENÓMENO	FOTOGRAFÍA	Unidad
	ESTE	NORTE			
PMD 4	1024149,00	1031283,80	Socavación lateras e Inundación		Llanura de inundación
PMD 5	1024343,93	1030972,49	Socavación lateral		Llanura de inundación
PMD 6	1024637,90	1031436,59	Deslizamiento		Reverso de relieve

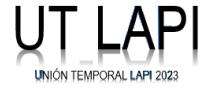





**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA  
MONTUQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**

PUNTO	Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Nacional		TIPO DE FENÓMENO	FOTOGRAFÍA	Unidad
	ESTE	NORTE			
PMD 7	1024525,07	1031465,93	Deslizamiento		Reverso de relieve
PMD 8	1024590,29	1031295,01	Deslizamiento		Reverso de relieve
PMD 9	1024494,48	1031385,62	Reptación		Reverso de relieve




**ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA  
MONTUQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA**



PUNTO	Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Nacional		TIPO DE FENÓMENO	FOTOGRAFÍA	Unidad
	ESTE	NORTE			
PMD 10	1025196,77	1031323,00	Deslizamiento		Laderas estructurales
PMD 11	1024591,36	1030999,01	Socavación lateral, caída de rocas e inundaciones		Llanura de inundación
PMD 12	1024272,25	1031244,07	Socavación lateral e inundaciones locales		Llanuras de inundación



PUNTO	Coordenadas MAGNA SIRGAS Origen Nacional		TIPO DE FENÓMENO	FOTOGRAFÍA	Unidad
	ESTE	NORTE			
PMD 13	1024301,93	1030954,71	Socavación lateral caída de árboles.		Llanura de inundación

Fuente: UT LAPI, 2023

### 7.2.6 Mapa geomorfológico a escala 1:5.000

La zona presenta una morfología generada principalmente por procesos endógenos de tipo climatológico, litológico, dinámica fluvial y geo histórico, estos factores coinciden con los identificados en la información secundaria recopilada.

En el área de estudio de acuerdo con la escala de trabajo requerida (1:5.000) y recorridos en campo se identificaron 5 regiones morfogenéticas: estructural, denudativo, deposicional, glaciario y modelado antrópico. De acuerdo al método de jerarquización propuesto por Carvajal y dominios definidos en geodatabase, en la Tabla 63 se presenta, la jerarquización geomorfológica (región, Unidad, subunidad, y componente) así como la nomenclatura de cada una de las formas de terreno definidas para el área de estudio, esto teniendo en cuenta que la zona de estudio se enmarca dentro de una geoestructura de Cordillera, orógeno y provincia geomorfológica de cordillera oriental.

Tabla 63 Leyenda geomorfológica para el área de acotamiento de la ronda hídrica

REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	NOMENCLATURA	Área m <sup>2</sup>
Ambiente estructural	Sierra Anticlinal	ladera estructural	Reverso de relieve	Slerr	163106.54
	Sierra Anticlinal	ladera estructural	Vallecitos de montaña	Slev	1590.34
	Sierras homoclinales	Laderas	Escarpes de ladera	Slel	9273.45
	sierra Anticlinal	Ladera de contrapendiente	Frente de relieve	Slcfr	18214.98



REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO	NOMENCLATURA	Área m2
Ambiente Fluvial	Llanuras de inundación	Llanuras	Cauce aluvial	Fllca	632.75
			Llanura de inundación reciente	Fllir	19793.04
			Planos de inundación	Fpi	238569.46
Ambiente Denudacional	Cerros residuales	Ladera denudada	Loma residual	Dlor	62108.72
	Cerros residuales	Conos	Conos de talud	Dct	2762.52
Ambiente Glacial	Sierras Glaciadas	Conos	Conos fluvio glaciares	Gcgf	202122.28
Modelado Antrópico				Ma	14504.60

Fuente: UT LAPI,2023

A continuación, en la Figura 128, se representa de las unidades geomorfológicas para el área de acotamiento de la ronda hídrica a escala 1:5000 y su respectiva descripción.



Figura 129 Panorámica de la geofoma abanico fluvio glaciar en la zona de estudio.



Fuente: UT LAPI, 2023

Figura 130 Perfil litológico conos fluvio-glaciares.



Fuente: UT LAPI, 2023

- Ambiente Estructural
- Escarpe de terraza de acumulación

Constituido por gravas, arenas, limos y arcillas. Geomorfológicamente, esta unidad se caracteriza por ser una superficie subvertical, de longitudes muy cortas en promedio 50 m, de formas rectas, la cual ha sido generada por la acción erosiva de los drenajes que les dan origen, sobre sedimentos aluviales. Estos escarpes se encuentran delimitando a los planos ondulados que constituyen terrazas de acumulación.

Fotografía 11 Escarpes de terraza de acumulación.



Fuente: UT LAPI, 2023

- Reverso de relieve (Slerr)

Esta unidad esta se presenta como consecuencia de un evento estructural, su formación se asociada con el levantamiento y plegamiento de la Cordillera Oriental generando una ladera anticlinal en la zona de estudio, se presenta como prominencia topográfica alomada a elongada. Como consecuencia esta unidad tiende a tener mayor exposición a la atmosfera y por lo tanto los procesos de meteorización y erosión se intensifican, siendo propensos a presentar deslizamientos. Sin embargo, por su topografía presenta nula susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

Fotografía 12 Reverso de relieve



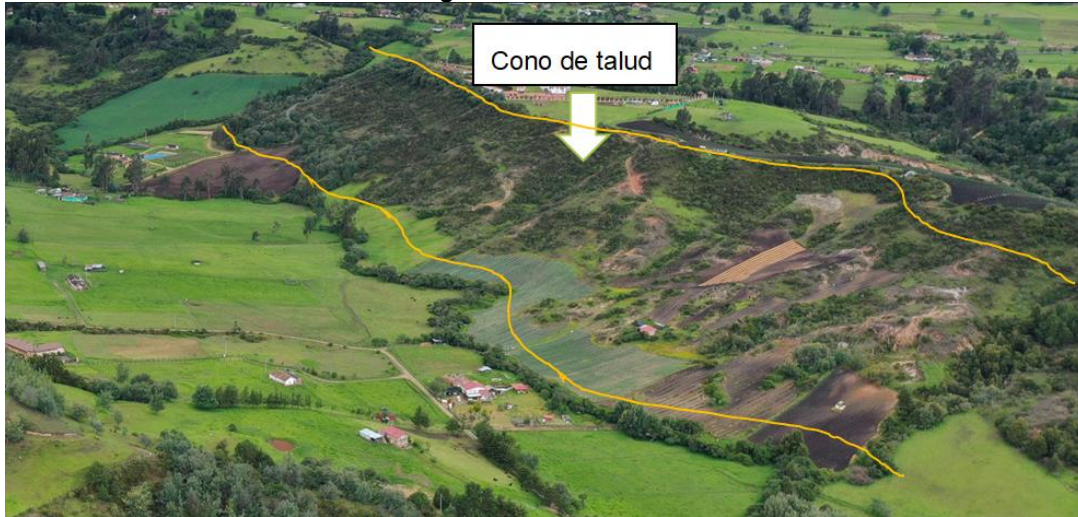
Fuente: UT LAPI, 2023

- Ambiente Denudacional
- Conos de talud (DCT)

Corresponde con una estructura en forma de cono o lóbulos, de pendiente baja con un rango entre  $0^{\circ}$  a  $10^{\circ}$  con índice de relieve muy bajo. Su origen se relaciona a procesos de transporte y depositación de materiales de diferente competencia, sobre las laderas adyacentes a donde se genera el desplazamiento, esto debido a procesos hidrogravitacionales.

Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de las rocas preexistentes embebidos en una matriz arcillosa a areno limo-arcillosa, sus características generales son: no estratificados, muy porosos, compresibles y permeables. Presentan un grado de erosión leve a moderado, con baja a nula susceptibilidad a presentar inundaciones.

Fotografía 13 Cono de talud



Fuente: UT LAPI, 2023

- Loma residual (Dlor)

Esta geofoma se caracteriza por presentar un índice de contraste del relieve bajo con una altura por debajo de los 200 metros sobre su nivel base local, con pendientes inclinadas y de forma cóncava, la longitud de las mismas es corta a muy corta. El origen de la geofoma se relaciona con procesos denudativos intensos que han aislado la unidad del relieve circundante, esta unidad presenta pocos eventos de remoción en masa y una baja a nula susceptibilidad a presentar inundaciones.

Fotografía 14 Loma residual



Fuente: UT LAPI, 2023

- Frente de relieve de sierra anticlinal

Corresponde a una geo forma cuyo origen está asociada con el levantamiento y plegamiento de la Cordillera Oriental, de origen estructural y cuyos estratos están dispuestos en contra de la pendiente del terreno, con buzamiento que oscilan entre 30 y 70°. la forma del terreno mencionada está compuesta por rocas duras areniscas y gravas matriz soportadas moderadamente meteorizadas.

Fotografía 15 Frente de relieve



Fuente: UT LAPI, 2023

- Ambiente Fluvial
- Plano o llanura de inundación (Fpi)

Esta unidad se localiza bordeando los cauces del área de estudio, geológicamente está constituida por depósitos aluviales recientes y fragmentos de las rocas circundantes que han sido erosionadas y depositadas en el sector, la geoforma se define como una planicie aludiana a la planicie de inundación reciente, estos planos tienen un índice de contraste del relieve muy bajo, de morfología plana, donde se han depositado sedimentos aluviales transportados por los propios cauces al momento de desbordarse. Estas unidades por lo general están limitadas por escarpes de terraza, generados por los cauces en su recorrido.

Fotografía 16 Llanura de inundación



Fuente: UT LAPI, 2023

- Llanura de inundación reciente (Fpir)

Este elemento, al igual que el anterior, representa una superficie de inundación; pero más reciente que el Holoceno tardío. Está compuesta por depósitos aluviales más reciente y fragmentos de rocas circundantes que han sido erosionados y posteriormente depositados en la zona. La geoforma se define como una planicie adyacente a cauces aluviales.

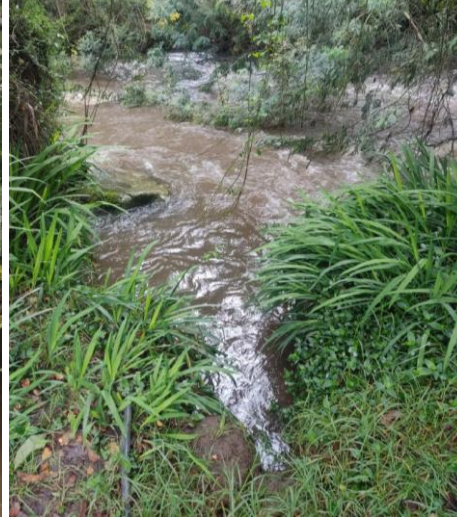
- Cauce aluvial (Fca)

Esta geoforma corresponde con un canal de forma irregular, el cual ha sido generado por la sobre excavación de corrientes perennes o estacionales dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. En su recorrido, dichos cauces transportan grandes cantidades de sedimentos que se depositan sobre zonas de menor pendiente formando otro tipo de geoformas. En las zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo y en la pendiente del drenaje, esto se puede observar en la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves.

Fotografía 17 Cauce aluvial



Quebrada Montique



Rio Aves

Fuente: UT LAPI,2023

- Modelado Antrópico (Ma)

Son geofomas originadas por la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno, dichas acciones del hombre sobre el relieve son muy variables, dependiendo de la actividad que se realice puede repercutir a favor o en contra de los procesos erosivos.

Fotografía 18 Modelado antrópico en el área de estudio



Fuente: UT LAPI,2023

### 7.2.7 Delimitación del componente geomorfológico de la Ronda Hídrica

Se definió el límite físico del componente geomorfológico, el cual se denominó como la llanura de inundación reciente en la cual se dan procesos de socavación y sedimentación recientes, como se evidencio en campo y en las fotografías aéreas actualmente en esta zona se están presentando activamente procesos de remoción y depositación por lo que se define esta unidad de llanura de inundación reciente como la unidad limite física para el componente geomorfológico.

- Delimitación del componente geomorfológico del río Aves

De acuerdo con lo observado en campo se observaron varias zonas con marcados procesos morfo dinámicos de tipo socavación. Así mismo se ven zonas planas donde se observan huellas de inundación donde se presentan procesos de sedimentación. Hacia la zona donde se presenta el contacto de la llanura aluvial con el reverso de relieve donde se encuentran pendientes muy pronunciadas con varios procesos de socavación lateral evidenciables con la caída de árboles y desprendimiento de material de la ladera.

Fotografía 19 Procesos de socavación en el río Aves



Fuente: UT LAPI,2023

- Delimitación del componente geomorfológico de la quebrada Montoque

En cuanto a la quebrada Montoque no se presentan procesos de socavación de gran magnitud dado que por las condiciones del relieve son evidenciables procesos de sedimentación e inundaciones poco prolongadas, con algunas zonas de socavación puntuales.

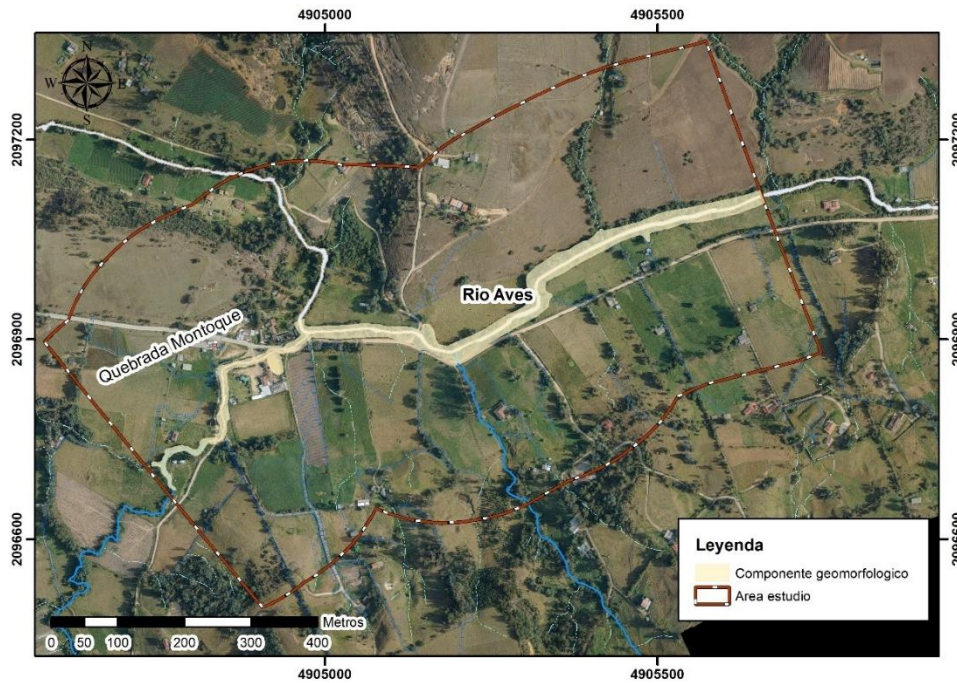
Debido a que esta zona hay más presencia de intervención antrópica se evidencia el control de taludes con la construcción de gaviones, con el fin de minimizar el impacto en las laderas que produce la quebrada en épocas de crecidas.

Fotografía 20 Procesos de intervención antrópica en la quebrada Montoque y río Aves



Fuente: UT LAPI, 2023

Figura 131 Limite del componente geomorfológico para la ronda del Rio Aves y Quebrada Montoque





# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA

UT LAPI  
UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023





Fuente: UT LAPI,2023

### 7.3 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO

#### 7.3.1 Análisis de resultados respecto a los eventos históricos

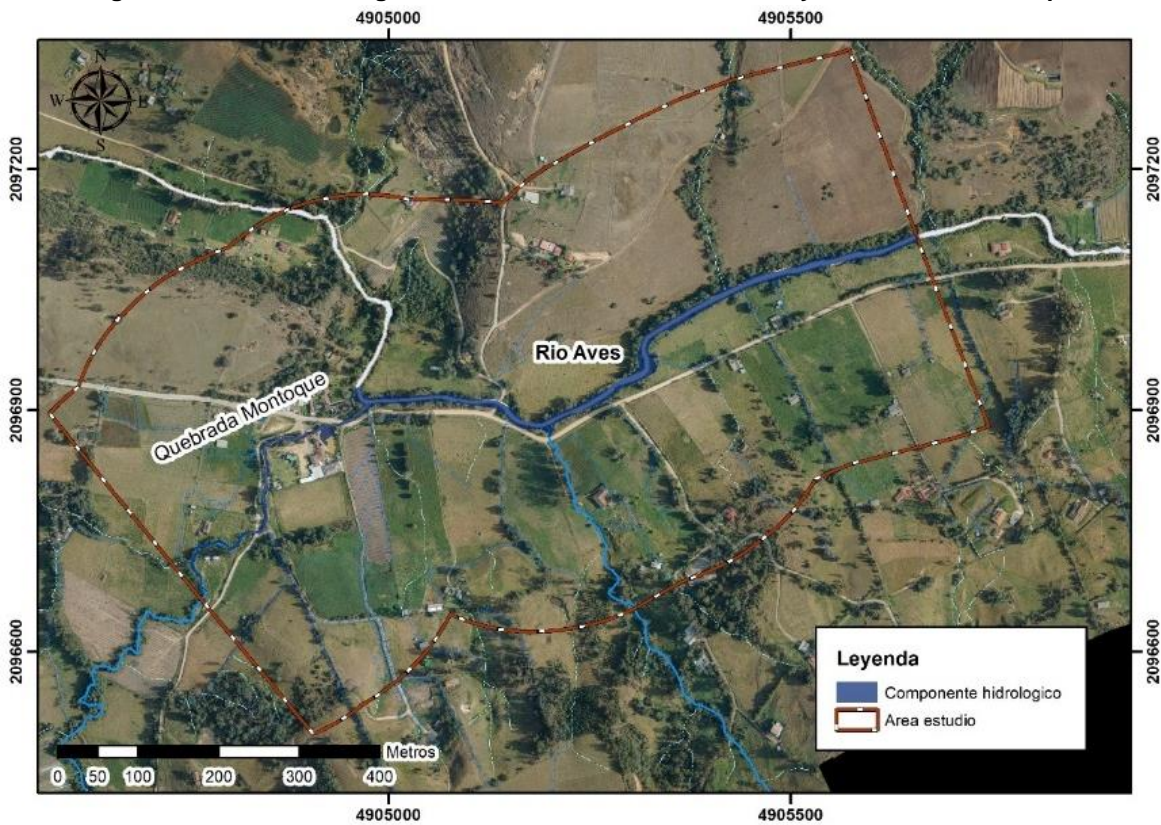
Dentro de la modelación hidráulica, no se evidencia un riesgo de desborde representativo, lo cual corresponde con la información reportada por el IDEAM en el registro fenómenos de inundación de la niña. Como se presentó en el numeral 5.8 del presente estudio, no se han identificado eventos de inundación en el área de estudio del Rio Aves y la Quebrada Montuque, lo cual corresponde con la información presentada en la modelación hidráulica. Adicionalmente se consultaron otras fuentes de información secundaria como Desinventar, Gobernación de Cundinamarca y la administración municipal, las cuales no reportaron eventos de inundación para esta zona.

#### 7.3.2 Delimitación de la ronda desde el componente hidrológico.

El componente hidrológico es de gran importancia debido a que es el que analiza el comportamiento del sistema fluvial y su funcionamiento, evaluando distintos periodos de retorno. El resultado de este límite determina la zona ocupada por el flujo de agua durante eventos de

crecida o eventos extremos. Para el análisis del límite hidrológico de la ronda hídrica se tuvo en cuenta el periodo de retorno de 15 años.

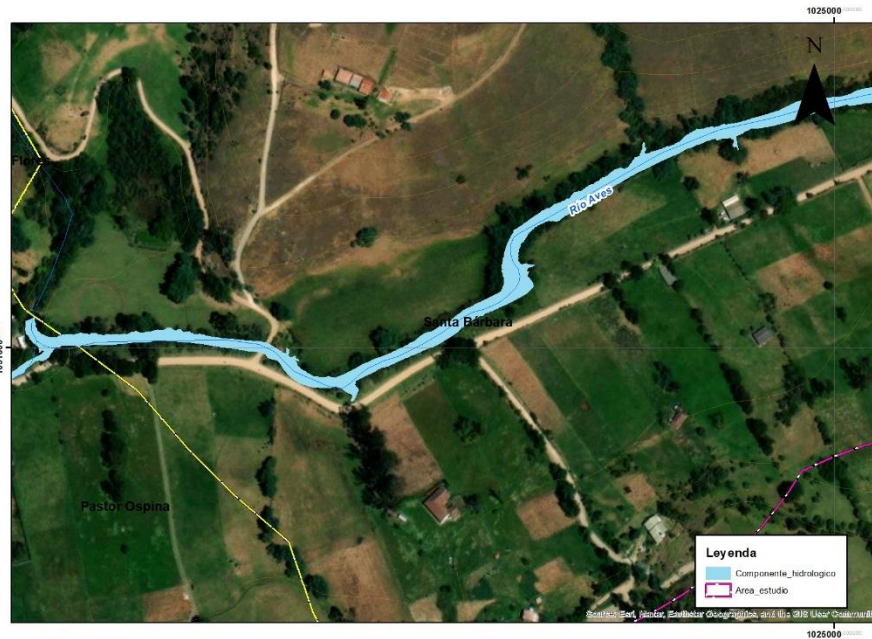
Figura 132 Limite hidrológico de la ronda hídrica del Rio Aves y la Quebrada Montoque





# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA

UT LAPI  
UNIÓN TEMPORAL LAPI 2023





Fuente: UT LAPI,2023

## 7.4 DELIMITACIÓN DEL COMPONENTE ECOSISTÉMICO

### 7.4.1 Metodología

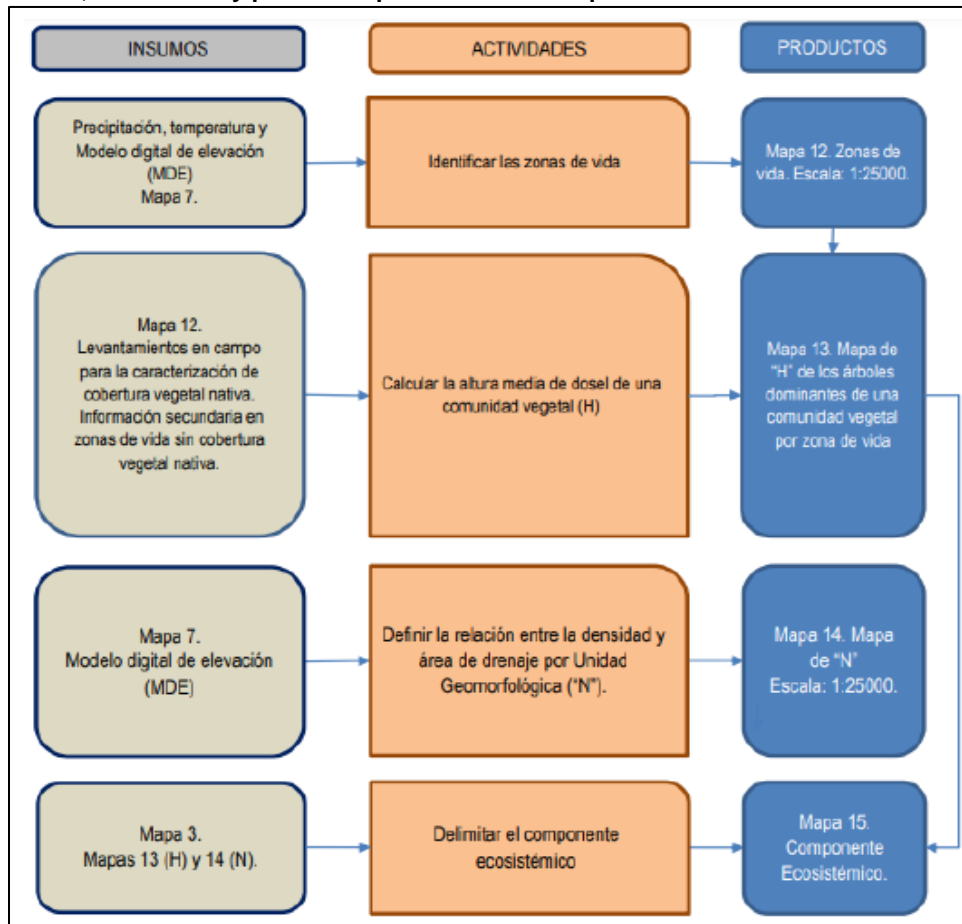
Los criterios establecidos para la metodología se basan en aquellas especies que presentan mayor altura, las cuales a su vez cuentan con raíces grandes que favorecen la infiltración y retención de agua; así mismo las demás especies llegan a beneficiarse de dichos almacenamientos temporales de nutrientes y agua. De igual manera lo anterior se ve reflejado en una reducción de la velocidad de aguas de escorrentía, de manera tal que estos procesos tengan relación directa con la fertilidad del suelo impidiendo la erosión de los mismos por variadas causas.

Para la delimitación del componente ecosistémico, se realiza la revisión con información secundaria acerca del tipo de coberturas que se encuentran presentes en el área con la finalidad de plantear los recorridos durante la fase de campo. Una vez revisada la información se procedió a realizar recorridos a lo largo de la franja de vegetación aledaña a la quebrada Montique del municipio de Guasca, vereda Santa Barbara donde se realizan 4 parcelas de 50m \* 10m, identificando aquellas especies que cumplieran los criterios relacionados con diámetro a la altura del pecho “DAP” superior a 10 cm, y una altura del ejemplar superior a 3 metros, de acuerdo con los criterios propuestos por (Villarreal, y otros, 2004).



Una vez identificadas las especies que cumplen los criterios anteriormente mencionados, se realizó un análisis de diversidad, frecuencia y abundancia para calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI), que según Chen (1991), implica que cuando la franja riparia alcanza una longitud equivalente a tres veces la altura “H”, todas las variables alcanzan una efectividad acumulada del 100%, favoreciendo los procesos biológicos que se dan en la misma. Después de ello se realiza la delimitación del componente ecosistémico, mediante la relación entre la altura de las tres especies con mayor importancia fitosociológica y la densidad de drenaje por unidad de área geomorfológica siguiendo el orden que se muestra en la .

Figura 133 Insumos, actividades y productos para definir el componente ecosistémico de la zona de estudio



**Fuente:** Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia, 2018. La quebrada Montoque y el río Aves se encuentran ubicados en el municipio de Guasca, específicamente en las veredas Pastor Ospina, Flores y Santa Bárbara. De acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2017), este cuerpo de agua se encuentra ubicado en el orobioma del zonobioma húmedo tropical



Por otro lado, el área de estudio delimitada por la franja de 250 metros a lado y lado de la quebrada Montique, se encuentra un paisaje montañoso, con un rango altitudinal comprendido entre los 2600 y 2900 msnm aproximadamente, una biotemperatura entre 16°C y 20°C, y una precipitación promedio anual superior a los 1.470mm.

Adicionalmente se puede mencionar que el área de estudio se encuentra clasificada como orobioma subandino dado que se encuentra entre los 500 y los 1.800 msnm, con ciertas variaciones oscilantes de 300 metros, y su temperatura se encuentra entre los 18 y los 24°C. la estructura y fisionomía de la vegetación natural es similar a la del zonobioma húmedo tropical, pero difiere del mencionado en cuanto a que el dosel es un poco más bajo, inferior a 30 metros, hay menos raíces zancos o tablares en los árboles, y generalmente las hojas presentan unos menores tamaños a comparación de la vegetación propia del bosque húmedo tropical (Bernal, Gradstein, & Celis, 2016).

#### 7.4.2 Zonas de Vida

Las zonas de vida corresponden a un sistema de clasificación desarrollado por Holdridge que permiten la agrupación de unidades naturales a partir de la asociación entre la altitud, la biotemperatura, la precipitación y la evapotranspiración<sup>1</sup>

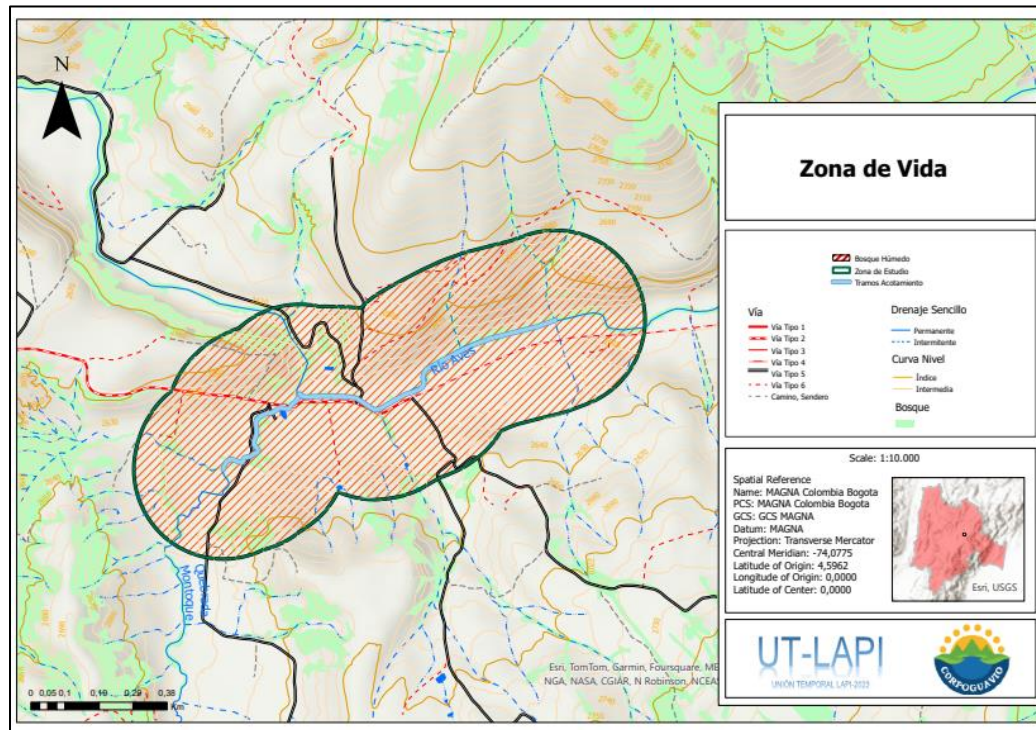
Para la identificación y descripción de las zonas de vida presentes en el área de estudio, se determinó mediante el cruce de la cartografía proveniente del POMCA del río Bogotá, principalmente los datos de precipitación temperatura y altura sobre el nivel del mar, así las cosas, al realizar el cruce con el área de estudio, se observa que la misma comprende la formación vegetal bosque húmedo montano bajo (hs-MB), caracterizado por estar en una altitud entre los 2.000 y 3.000 m s. n. m., precipitaciones promedio entre 1000 mm y 2.000 mm, una temperatura entre 12 y 18 °C y una provincia de humedad denominada húmeda, según señala Espinal<sup>2</sup>, (Figura 134).

---

<sup>1</sup> HOLDRIDGE, Leslie. Ecología basada en zonas de vida: Traducido del inglés por Humberto Jiménez Saa. 5 ed. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 1977. 216 p.

<sup>2</sup> ESPINAL, Luis. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia.: memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Bogotá: IGAC – Subdirección agrologica, 1977. Vol. 13. 238 pp.

Figura 134. Zona de vida Área de Estudio



Fuente: Espinal, 1977. UT LAPI, 2023.

Por otra parte, en la delimitación del componente ecosistémico se debe considerar que la franja de bosque ripario o bosque de galería corresponde a la zona de transición entre un afluente de agua y el ecosistema terrestre adyacente, esta franja de vegetación se caracteriza por tener un nivel freático alto y se ve influenciada por las variaciones en los niveles del agua. La vegetación existente en dicha franja cumple diferentes funciones ambientales y sociales, entre estas tenemos: la regulación hídrica y micro climática, protección del cauce, mejoramiento de la calidad del agua, estabilización y protección del suelo, protección de la biodiversidad y oferta de bienes y servicios ecosistémicos a la población aledaña (Posada & Arroyave, 2015). Características inherentes y aplicables a la presente zona de estudio.

Figura 135 Coberturas y vista general del área de estudio



Fuente: UT LAPI,2023

Teniendo en cuenta la importancia de la zona riparia, las acciones antrópicas, principalmente deforestación, se llevan a cabo con la finalidad de implementar sistemas agropecuarios quienes ocasionan una degradación del ecosistema (Rodríguez, Perez, & Leyva, 2018), esto a su vez, genera una serie de problemáticas derivadas como inundaciones, erosión, contaminación y alteración de la calidad del agua.

Figura 136 Desarrollo de actividades agropecuaria - suelo desnudo - posible erosión



Fuente: UT LAPI,2023

Figura 137. Sistemas de captación en fuente hídrica



Fuente: UT LAPI,2023

Figura 138 Establecimiento de actividades recreativas y/o turísticas



Fuente: UT LAPI,2023

Con el componente ecosistémico se pretende identificar el tipo de coberturas vegetales propias del sector o región con el fin de proponer estrategias de establecimiento, cuidado o restauración, promoviendo el restablecimiento de las funciones ecosistémicas de la vegetación correspondiente a bosque galería o ripario; dichas estrategias deben ser coherentes con los componentes geomorfológico e hidrológico y articuladas por con el ordenamiento territorial y demás instrumentos de gestión y ordenamiento ambiental.

#### 7.4.2.1 Zonas de importancia estratégica

Aun cuando en la zona o franja de estudio no se encuentran humedales, ni zonas con condiciones ambientales, bióticas o climáticas especiales, a continuación, se hace una descripción de las zonas más representativas o de importancia ecosistémica para el mantenimiento de las condiciones funcionales dentro del área de influencia estudiada.



### Bosque de galería o ripario

Durante los recorridos realizados a lo largo del cuerpo de agua, se evidenciaron zonas estratégicas para la conservación y mantenimiento de la funcionalidad de la ronda hídrica, entre estos se encuentra la vegetación riparia, considerando que a pesar de que la franja de bosque que se encuentra en ambos costados de la quebrada Montique, no es lo suficientemente funcional para mitigar cargas contaminantes producto de las actividades que se desarrollan alrededor, no permite regular adecuadamente microclimas (debido a baja altura de la vegetación y los tipos de especies arbóreas presentes), tampoco permite mitigar de manera óptima la ocurrencia de procesos erosivos y el arrastre de sedimentos; por lo cual se considera esencial tomar acciones que permitan su adecuada dinámica y funcionamiento. Algunas de ellas se describen más adelante en el presente documento.

#### **7.4.2.2 Vegetación**

Para la caracterización de la vegetación presente en el área de estudio para el acotamiento de la ronda de la quebrada Montique, se realizó el establecimiento de parcelas de 10x 50m sobre el costado izquierdo de la quebrada, la cual presentaba vegetación remanente. Dentro de las parcelas establecidas, se procedió a realizar la medición de las variables dasométricas correspondientes a la circunferencia a la altura del pecho (CAP) medio en centímetros a una altura del suelo de 1.3m, así como la altura total y comercial de los individuos en categoría fustal, los cuales son aquellos individuos arbóreos que presentan un CAP superior a los 30cm. Una vez medidos los individuos. Por medio de pintura asfáltica color amarillo, se realizó el marcaje de los árboles y la identificación de la correspondiente especie vegetal. En la Figura 139 se observa la localización de las parcelas, de igual forma en la Tabla 64 se establece las coordenadas en origen nacional de las mismas.

Figura 139 Localización de las parcelas de caracterización establecidas para el área de estudio



Fuente: UT LAPI, 2023

Tabla 64 Localización parcelas de caracterización establecidas en el área de estudio

ID Parcela	Tamaño	Coordenadas Magna Colombia Bogotá		Altitud m.s.n.m
		X	Y	
P1	10x50m	1025353,46	1031206,03	2567,32
P2	10x50m	1025199,93	1031245,78	2617,11
P3	10x50m	1024900,14	1031171,26	2634,71
P4	10x50m	1024080,16	1030655,78	2650,12

Fuente: UT LAPI, 2023

Fotografía 21 Toma de medidas dasométricas de los individuos censados al interior de las parcelas establecidas.



Fuente: UT LAPI, 2023

De acuerdo con las características climáticas de la zona donde se encuentra el cuerpo de agua objeto de estudio, la vegetación que se encuentra, cuenta con características de vegetación riparia, hablando del Río Aves, que es donde desemboca la quebrada Montique. Y considerando también las viviendas rurales dispersas, que, aunque no son demasiadas, generan ciertas modificaciones en el territorio relacionadas con el establecimiento de sistemas productivos a su alrededor y un establecimiento de tipo recreativo y/o turístico.

Por otra parte, se pueden encontrar diferentes estratos vegetales, conformados en su mayoría por pasturas, cultivos y vegetación arbórea. Entre estas coberturas suelen presentarse plantas de las familias Fabaceae, Myrtaceae, Cordiaceae, Clethraceae, Primulaceae, Cunoniaceae, Verbenaceae, Rosaceae, Cupressaceae, Euphorbiaceae, Escalloniaceae y Myrtaceae respectivamente.

En la tabla 65, se muestran las especies identificadas durante los recorridos de campo en la franja de estudio que corresponde al buffer de 250 metros en ambos costados del cuerpo de agua de la quebrada Montique.



Tabla 65 Especies presentes en franja de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Arrayán
Cordiaceae	<i>Varronia cylindrostachya</i>	Salvio
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Cucharo
Cunoniaceae	<i>Weinmannia balbisiana</i>	Encenillo
Verbenaceae	<i>Duranta mutisii</i>	Espino
Rosaceae	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Mortiño
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés
Euphorbiaceae	<i>Croton funckianus</i>	Sangregado
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Rodamonte
Myrtaceae	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno

Fuente: UT LAPI, 2023

#### 7.4.2.3 Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia, considera la importancia fitosociológica de una especie dentro de una comunidad forestal, por tal motivo, para el presente estudio y análisis se realizó un inventario forestal mediante 4 parcelas de 50 m\*10 m, ubicadas a lo largo de la franja riparia (Ver), de manera adicional, se realizaron recorridos de campo a lo largo de la franja de 250 metros identificando la vegetación predominante.

La fórmula para calcular el IVI consiste en la sumatoria de la abundancia relativa (Ar), la dominancia relativa (Dr) y la frecuencia relativa (Fr). Cabe mencionar que un parámetro importante durante el levantamiento de información para el cálculo del índice, es que los árboles deben cumplir dos criterios que son: altura mayor a 3 metros y un diámetro mayor a 10 cm.

Durante el levantamiento de información se obtuvieron datos de la altura de la comunidad vegetal y diámetro a la altura del pecho "CAP", posteriormente se hicieron los cálculos del área basal, abundancia, dominancia y frecuencia, absoluta y relativa. Insumos necesarios para el cálculo del índice de valor de importancia propuesto por Finol (1971), cuyos resultados se muestran a continuación en la tabla 66.

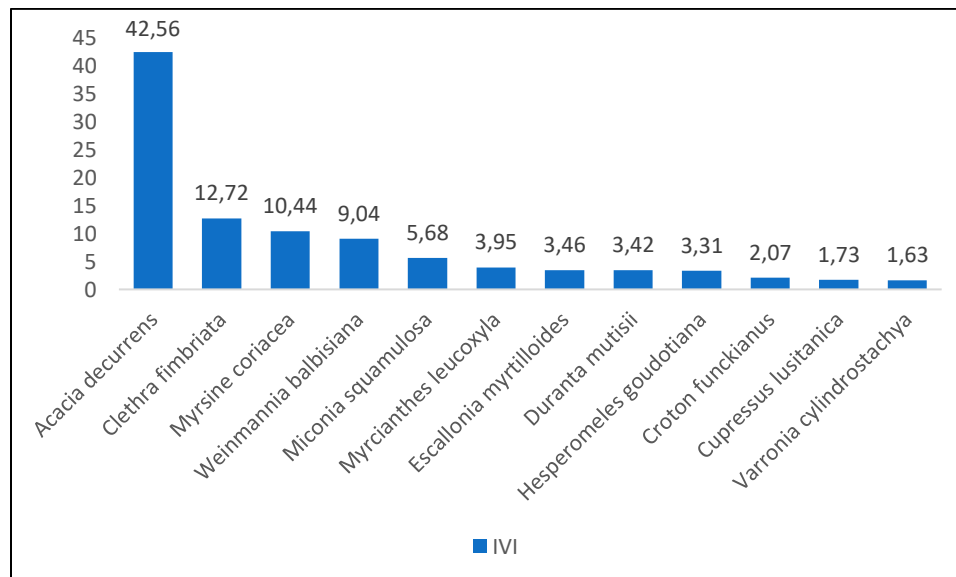


Tabla 66 Cálculos de IVI para especies presentes en franja de estudio

Nombre común	Nombre científico	IVI
Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	42,56
Manzano	<i>Clethra fimbriata</i>	12,72
Cucharo	<i>Myrsine coriacea</i>	10,44
Encenillo	<i>Weinmannia balbisiana</i>	9,04
Tuno	<i>Miconia squamulosa</i>	5,68
Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	3,95
Rodamonte	<i>Escallonia myrtilloides</i>	3,46
Espino	<i>Duranta mutisii</i>	3,42
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	3,31
Sangregado	<i>Croton funckianus</i>	2,07
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	1,73
Salvio	<i>Varronia cylindrostachya</i>	1,63
<b>TOTAL:</b>		<b>100</b>

Fuente: UT LAPI,2023

Figura 140 Índice de valor importancia para las especies presentes en el área de estudio



Fuente: UT LAPI,2023

De acuerdo a los resultados del cálculo del índice de valor importancia (IVI), se observa que la especie más representativa o con mayor peso ecológico corresponde a la acacia amarilla (*Acacia decurrens*.) seguido por la especie *Clethra Fimbriata* (Manzano) y en tercer lugar la especie



*Myrsine coriácea* (Cucharó). Lo anterior denota que la vegetación encontrada sobre la ronda hídrica es en su mayoría especies exóticas dado que el mayor número de individuos registrados corresponden a individuos de Acacia, lo cual denota la alta transformación ecológica de la ronda.

#### 7.4.3 DELIMITACIÓN DE LA RONDA DESDE EL COMPONENTE ECOSISTÉMICO

De acuerdo con la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas (MADS, 2018) en la que se basa el presente estudio, para la delimitación de la ronda hídrica desde el componente ecosistémico se deben tener en cuenta los parámetros de altura, de las tres principales especies de la comunidad vegetal resultado del IVI previamente calculado. Y la relación entre la densidad y área de drenaje por unidad geomorfológica.

##### Cálculo de H:

Con la altura de los árboles cuya importancia fitosociológica fue mayor en las parcelas realizadas y con lo propuesto por Chen (1991), quien menciona que “cuando la franja riparia alcanza una longitud de tres veces H, las variables Humedad relativa, humedad del suelo, radiación, velocidad del viento, temperatura del suelo y del aire, alcanzan una efectividad acumulada del 100%, esta situación favorece de una manera positiva los procesos biológicos que se dan en ella como el desarrollo radicular, la cantidad de materia orgánica producida (hojarasca y trozos de madera) y sombra”.

A continuación, en la Tabla 67 se muestra la relación de la altura por las tres (3) especies que representaron una mayor importancia fitosociológica, y además se muestra el cálculo de la efectividad al 100% según lo propuesto por Chen (1991).

**Tabla 67 Resultados parámetro estructural H**

Nombre común	Nombre científico	H (m)	3H (m)
Acacia amarilla	<i>Acacia decurrens</i>	9,5	28,5
Manzano	<i>Clethra fimbriata</i>	10,4	31,36
Cucharó	<i>Myrsine coriacea</i>	7	21
PROMEDIO:		8,96	26,95

Fuente: UT LAPI, 2023

##### Cálculo de N:

Para calcular la variable N, se consideró la densidad de drenaje de cada una de las unidades geomorfológicas y el área de la cuenca que contribuye a cada punto. Este cálculo se realizó utilizando la Tabla 68, incluida en la guía para el acotamiento de rondas hídricas elaborada por el Ministerio de Ambiente y la Universidad Nacional de Colombia en 2012.



Tabla 68 Valor de N según área de la cuenca y densidad de drenaje

Área de cuenca aferente (km <sup>2</sup> )	Valor de N		
	Densidad drenaje		
	Baja < 1.5 km/km <sup>2</sup>	Media 1.5 - 3.0 km/km <sup>2</sup>	Alta > 3 km/km <sup>2</sup>
0 < A ≤ 1	2,0	1,5	1,0
1 < A ≤ 10	2,5	2,0	1,5
10 < A ≤ 100	3,0	2,5	2,0
100 < A ≤ 1000	3,5	3,0	2,5
1.000 < A ≤ 10.000	4,0	3,5	3,0
10.000 < A ≤ 100.000		4,0	

Fuente: Guía Minambiente

De acuerdo con los datos plasmados en la Tabla 69 para el río Aves se obtiene un valor de N de 2,5 y para la quebrada Montique un valor de N de 1,5.

Tabla 69 Densidad de drenaje para las unidades geomorfológicas

Unidad gmf	Dd	Área (Km <sup>2</sup> )	N
Cauce aluvial Q	458,13	7,89	1,5
Cauce aluvial R	134,84	100,94	2,5
Plano de inundación Q	39,36	7,89	1,5
Plano de inundación R	8,75	100,94	2,5

Fuente: UT LAPI, 2023

La estimación del ancho del componente ecosistémico se calculó mediante la multiplicación de N\*H. Los datos resultantes se muestran en la Tabla 70.

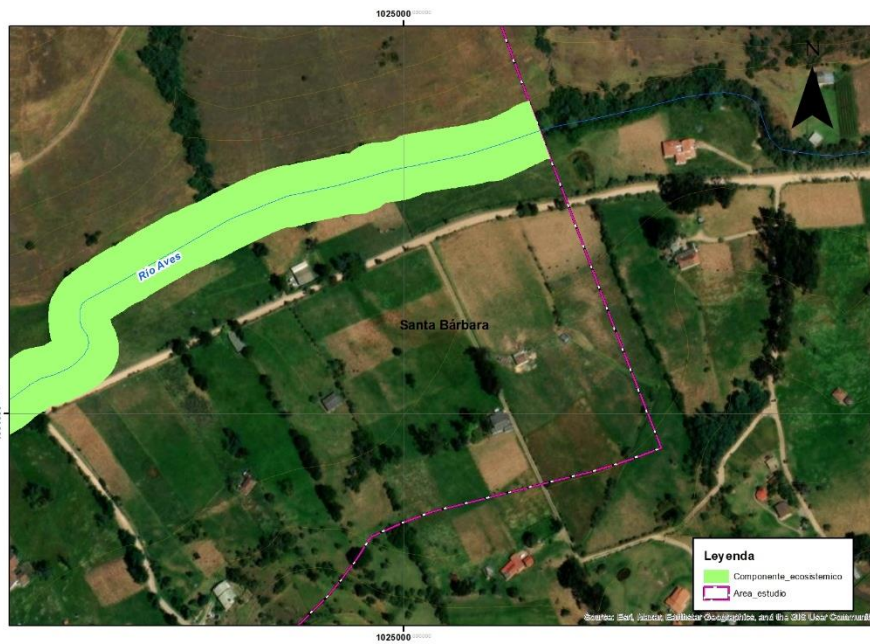
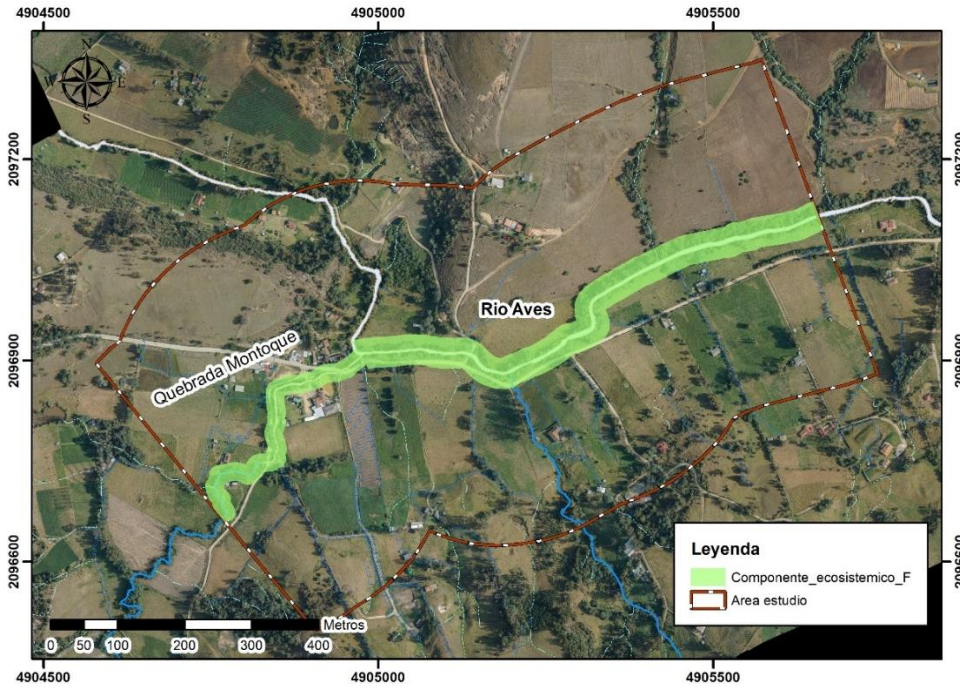
Tabla 70 Cálculo del componente ecosistémico a partir de los valores de H y N

Tramo	N	H	N*H (m)
Cauce aluvial Q	1,5	8,96	13,44
Cauce aluvial R	2,5	8,96	22,4
Plano de inundación Q	1,5	8,96	13,44
Plano de inundación R	2,5	8,96	22,4

Fuente: Autores

Como resultado se puede indicar que se presentan dos secciones, la primera para la quebrada Montique que sugiere una delimitación de ronda a lado y lado del cuerpo de agua de 13,44 metros y la segunda para el Río Aves una delimitación al lado y lado de 22,4 metros. En la figura se muestra el mapa correspondiente de la delimitación de la ronda desde el componente ecosistémico.

Figura 141 Delimitación de la ronda hídrica de la Quebrada Montoque y Río Aves desde el componente ecosistémico





# ACOTAMIENTO DE LA RONDA HÍDRICA DE LA QUEBRADA MONTOQUE Y EL RÍO AVES – MUNICIPIO DE GUASCA



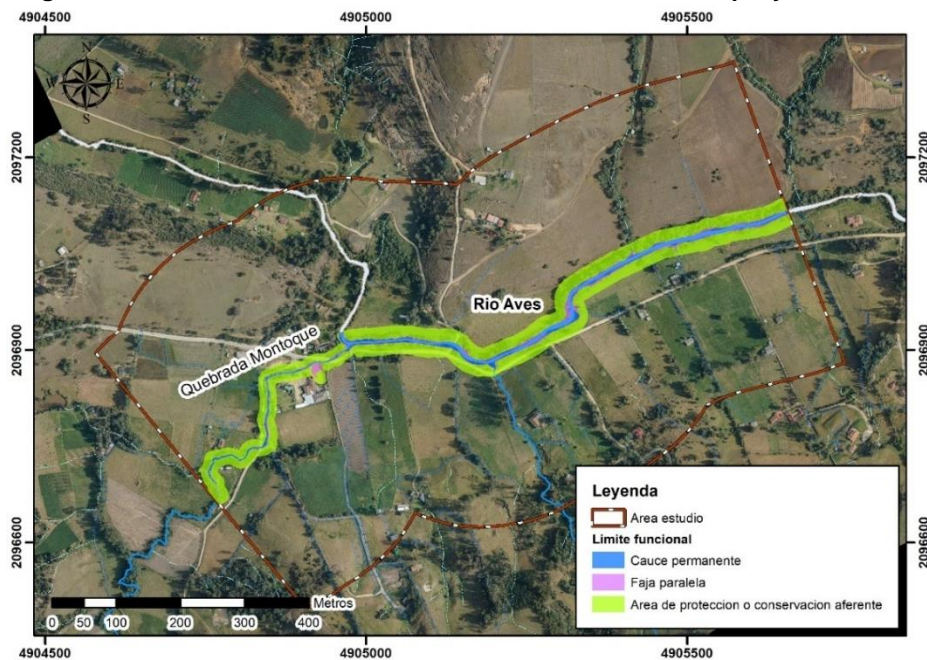
Fuente: Autores



## 7.5 DELIMITACIÓN DE LA RONDA HÍDRICA

La delimitación final de la ronda correspondió a la definición del límite funcional, el cual se define como la envolvente resultante de la superposición de los componentes geomorfológico, hidrológico y ecosistémico. Como resultado de esta combinación a partir de la línea de cauce permanente se obtiene la faja paralela y el área de protección o conservación aferente, como se puede ver en la Figura 142.

Figura 142 Limite funcional de la ronda de la Quebrada Montique y el Rio Aves







Fuente: Autores

### 7.5.1 Faja paralela y área de protección o conservación aferente

Según los resultados del componente hidrológico y la guía para el acotamiento de rondas hídricas que sustenta este estudio, se ha determinado que, en conformidad con lo establecido en el literal (d) del artículo 83 del Decreto 2811 de 1974, la franja paralela a la línea de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos, hasta una distancia de treinta metros, es un bien inalienable e imprescriptible.

La franja paralela, según el presente estudio, corresponde a la extensión determinada por el ancho del componente hidrológico a partir de la línea del cauce permanente y el área de conservación aferente, también conocida como área de protección en la guía técnica corresponde al restante del límite funcional. Esto se puede observar en la Figura 142.



## **8 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO**

### **8.1 INTRODUCCIÓN**

La definición de áreas homogéneas dentro del límite funcional de la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves es un paso esencial para el desarrollo de estrategias de manejo ambiental efectivas. Este proceso implica la identificación y espacialización de los componentes que conforman el límite funcional de la ronda hídrica, incluyendo el cauce permanente, la faja paralela y el área de protección o conservación aferente. El objetivo principal es sectorizar, establecer y cartografiar zonas homogéneas con características físicas, ecosistémicas y de ocupación similares. Estas áreas homogéneas permitirán la implementación de estrategias de manejo adaptadas a cada contexto específico, siempre considerando la función de conservación inherente a la ronda hídrica.

La delimitación de las áreas homogéneas se basó en las características del límite funcional de la ronda hídrica y las condiciones físicas, ecosistémicas y de ocupación de las zonas afectadas. Fue crucial sectorizar y cartografiar estas áreas, proponiendo estrategias de manejo que se alinearan con los objetivos específicos de conservación, restauración y uso sostenible. El componente hidrológico fue determinante para decidir sobre la ocupación de estas zonas, y se dio especial atención a las áreas forestales protectoras y la vegetación de ribera nativa. En la definición de las áreas homogéneas, fue fundamental integrar la caracterización de las condiciones socio-culturales. Esto incluyó la ocupación y uso de la tierra, diferenciando entre zonas urbanas y rurales.

Una vez delimitadas las zonas homogéneas, se desarrollaron estrategias de manejo específicas para cada área, en función de los objetivos de conservación, restauración y uso sostenible.

### **8.2 DEFINICIÓN DE ÁREAS HOMOGÉNEAS**

Posterior al análisis donde se obtuvo el límite funcional de la ronda de la Quebrada Montique y el Río Aves, se definieron las áreas homogéneas donde se establecieron las estrategias de manejo ambiental expuestas más adelante.

Para la definición de las áreas homogéneas se tomó como base inicial el límite funcional y se consideraron los usos y ocupaciones en el territorio, de acuerdo con este análisis se establecieron áreas donde se encontraron características similares desde el uso o desde el resultado del límite funcional, que se zonificaron para posteriormente definir las estrategias de manejo ambiental.

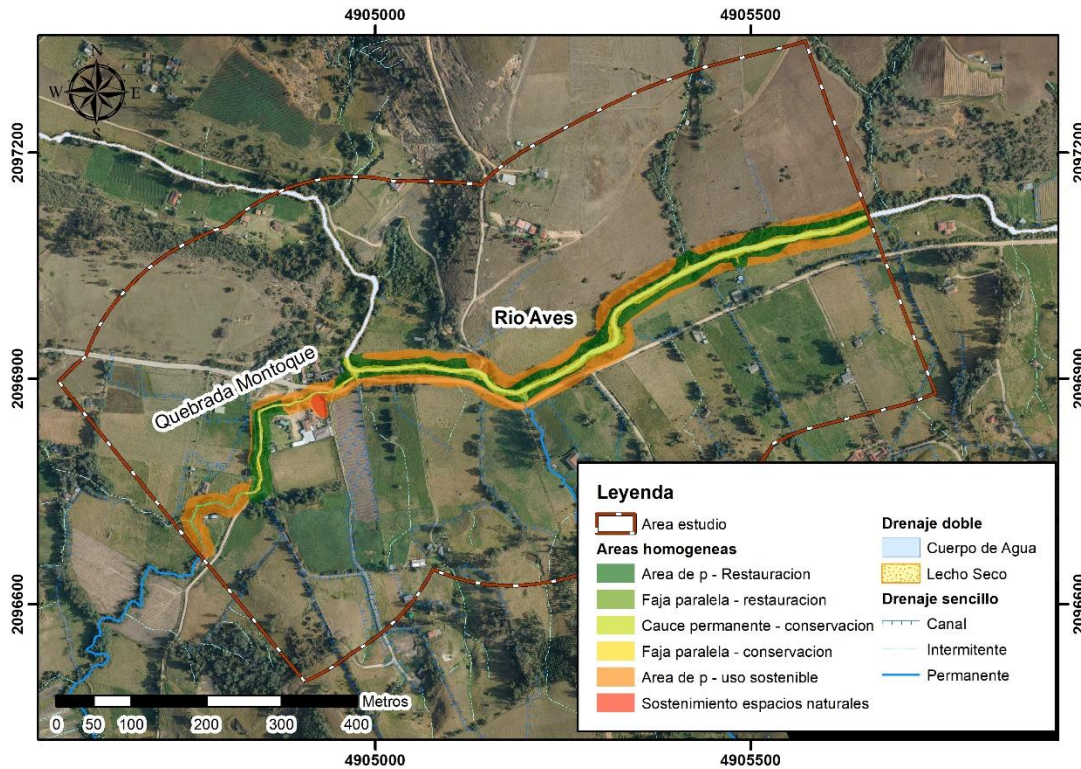
Figura 143 Metodología para la definición de áreas homogéneas



Fuente: Autores.

De acuerdo con la figura anterior el primer paso consistió en tomar el límite funcional, que contenía tres áreas inicialmente (faja paralela y áreas de protección o conservación aferente), cada una de estas se cruzó con los usos de suelo presentes en el área de estudio, donde principalmente se asociaban a producción alimentaria, producción agrícola y ganadería, cultivos comerciales, y por último forestación de producción, como resultado se obtuvieron 5 áreas con usos similares. Por último, se realizó el análisis de ocupación en las zonas y en específico se encontró una ocupación especial correspondiente a un espacio de recreación y turismo, que se definió como una última área homogénea.

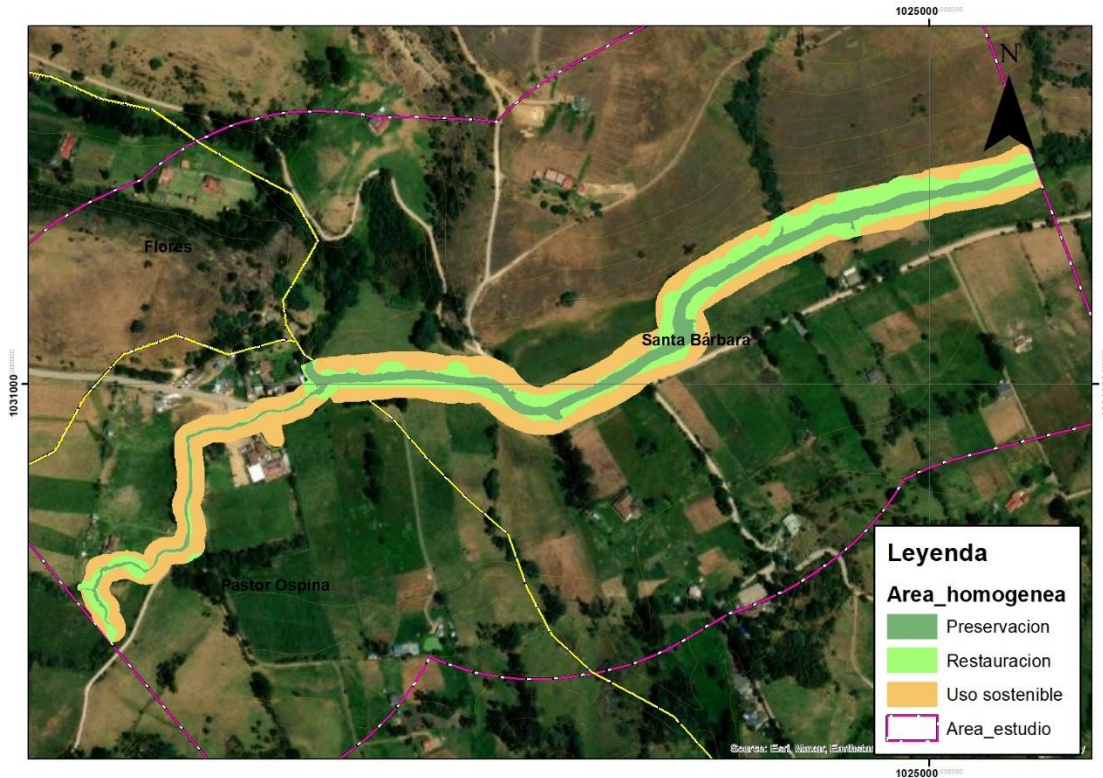
Figura 144 Áreas homogéneas preliminares para el área de estudio



Fuente: Autores.

A partir de estas 6 áreas preliminares se identificaron los objetivos que se buscaban para cada una y con este análisis se homogenizó finalmente las áreas, dando como resultado tres áreas homogéneas, presentadas a continuación en la Figura 145.

Figura 145 Áreas homogéneas de la ronda hídrica de la Quebrada Montique y Río Aves



Fuente: Autores.

### 8.2.1 PRESERVACIÓN

Corresponde a las áreas del límite funcional correspondientes a cauce permanente (área total) y faja paralela conservada de acuerdo con el uso del suelo. Estas áreas ocupan 0,89 hectáreas y 18,96 % del límite funcional de la ronda hídrica.

### 8.2.2 RESTAURACIÓN

Corresponde a las áreas definidas como Faja paralela y Áreas de protección o conservación aferente desde el límite funcional. Respecto a la faja paralela corresponde a zonas del límite funcional identificadas como faja paralela, pero con un uso productivo. Estas áreas ocupan 1,31 hectáreas y el 27,95% del límite funcional.



### 8.2.3 USO SOSTENIBLE

Corresponde a las áreas definidas en el límite funcional como áreas de protección o conservación aferente donde se identifican usos productivos de tipo producción alimentaria, cultivos comerciales, producción agrícola y ganadera. Estas áreas ocupan 2,49 hectáreas y el 53,09% del límite funcional.

Tabla 71 Distribución de la zonificación de áreas homogéneas para la ronda hídrica de la Quebrada Montuque y el Río Aves

Zonificación (áreas homogéneas)	Área (ha)	(%)
<b>Preservación</b>	<b>0,89</b>	<b>18,96%</b>
Preservación - cauce permanente	0,67	14,20%
Preservación - faja paralela	0,22	4,76%
<b>Restauración</b>	<b>1,31</b>	<b>27,95%</b>
Restauración - Área de conservación aferente	1,28	27,21%
Restauración - faja paralela	0,03	0,74%
<b>Uso sostenible</b>	<b>2,49</b>	<b>53,09%</b>
Uso sostenible - Área de conservación aferente	2,49	53,09%
<b>Total general</b>	<b>4,69</b>	<b>100,00%</b>

### 8.3 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO POR ÁREAS HOMOGÉNEAS

Las estrategias de manejo por áreas homogéneas permiten una gestión diferenciada según las características biofísicas, ecológicas y socioeconómicas de cada zona. Este enfoque busca preservar la biodiversidad, proteger los recursos hídricos y promover el desarrollo sostenible de las comunidades locales. Para ello, se identifican y delimitan unidades de manejo en función de la capacidad de carga del ecosistema, la vulnerabilidad ambiental y el uso del suelo, lo que facilita la implementación de acciones específicas que respondan a las necesidades y retos particulares de cada área.

De acuerdo con el alcance técnico del contrato 200.30.4-345 del 2023, anuncia que las estrategias de manejo para cada área teniendo en cuenta el objetivo que se busca por cada área relacionadas con:

- Conservación de áreas naturales que presentan poca o nula intervención y presentan condiciones particulares para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.
- Restauración de áreas que presentan algún tipo de intervención pero que deben ser restituidos a su estado natural.



- Áreas de uso sostenible que permitan actividades que en el largo plazo no afecten la funcionalidad de la ronda hídrica o áreas urbanas o semiurbanas consolidadas que no presentan riesgos asociados a inundación, avenidas torrenciales o procesos erosivos y de socavación.
  - Sostenimiento de espacios naturales asociados a prácticas culturales y de recreación.
- Teniendo en cuenta lo anterior, se proponen las siguientes medidas de manejo para cada una de las áreas homogéneas consideradas:

#### 8.4 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE LA RONDA HÍDRICA

Las estrategias para el manejo ambiental en zonas homogéneas relacionadas con la preservación, restauración y uso sostenible que tienen por objeto la conservación de la ronda hídrica son las siguientes:

##### 8.4.1 ESTRATEGIA DE PRESERVACIÓN

El objetivo de la estrategia de preservación es mantener y favorecer el desarrollo de las coberturas nativas por procesos de sucesión natural y/o restauración ecológica, de tal manera que se sostengan las cualidades naturales, la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, principalmente los asociados a la regulación hídrica; de tal forma que, en esta zona las acciones de manejo buscan generar conectividad y mantener los atributos de composición, estructura y función de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos evitando al máximo la intervención humana y sus efectos.

Con fundamento en lo anterior, para las áreas objeto de la estrategia de preservación, se viabilizan desde lo ambiental las siguientes actividades:

- Principales: Forestal protector con especies nativas para la conservación de suelos y restauración de la vegetación; comprende todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento y control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad, evitando al máximo la intervención humana y sus efectos, Así como actividades de recreación pasiva o contemplativa.
- Compatibles: comprende todas las actividades de investigación y monitoreo de la biodiversidad; eventualmente se podría realizar el aprovechamiento de los frutos secundarios del bosque que no impliquen la tala, recreación pasiva y adecuación de suelos con fines de rehabilitación morfoecológica.
- Condicionadas: Captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten el cuerpo de agua, ni se realice sobre nacimientos y/o construcción



de infraestructura de apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagüe de instalaciones de acuicultura y extracción del material de arrastre. Establecimiento de infraestructura asociada a los usos principal, compatibles y condicionados definidos. Estos usos quedan sometidos a la previa aprobación de la Corporación y al otorgamiento de los permisos ambientales a que haya lugar.

- Prohibidas: agropecuarios, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, aprovechamientos forestales de especies nativas, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa y todos aquellos que no están contemplados dentro de las actividades principales, compatibles o condicionados.

#### 8.4.2 ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN

Las medidas de manejo de restauración buscan rehabilitar y restablecer las condiciones naturales originales, a través de actividades de revegetalización y restauración ecológica, con el fin de lograr en el futuro la conectividad de los elementos naturales y a su vez de estos con los demás ecosistemas de la región, posibilitando de esta forma los flujos de materia y energía. Se pretende que, una vez alcanzado el objetivo de restaurar estas zonas, adopten la condición de “Preservación”.

Con fundamento en lo anterior, para las áreas objeto de la estrategia de restauración, se viabilizan desde lo ambiental las siguientes actividades:

- Principales: Restauración ecológica con especies nativas. Comprende todas aquellas actividades de cercado, siembra, manejo, cuidado y reproducción de especies forestales nativas que permitan recuperar los atributos ecológicos de estas zonas y generar conectividad con las áreas de preservación. La intervención humana en estas zonas puede realizarse, siempre y cuando esté dirigida a lograr la recuperación de la cobertura vegetal nativa.
- Compatibles: comprende todas las actividades de investigación y monitoreo del proceso de restauración; se podría aprovechar el proceso de restauración para la investigación científica del proceso mismo en las condiciones propias de la región con el ánimo de replicar la experiencia en otros lugares de características similares y para adecuar los suelos con fines de rehabilitación morfoecológica.
- Condicionados: Establecimiento de infraestructura asociada a los usos principal, compatibles y condicionados definidos. Estos usos quedan sometidos a la previa aprobación de la Corporación y al otorgamiento de los permisos ambientales a que haya lugar.



- Prohibidos: actividades agropecuarias, industriales, urbanos y suburbanos, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, aprovechamientos forestales de especies nativas, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa y todos aquellos que no están contemplados dentro de las actividades principales, compatibles o condicionados

### 8.4.3 ESTRATEGIA DE USO SOSTENIBLE

Las medidas de manejo en zonas de uso sostenible buscan el aprovechamiento de los recursos naturales mediante actividades productivas como agricultura, ganadería y otras con criterios de sostenibilidad tanto económica como social y ambiental. En este sentido, allí se permite el desarrollo de tales actividades, con un especial énfasis en prevenir que las mismas afecten la dinámica de la quebrada Casablanca y por lo tanto contribuyan a que la ronda hídrica definida pueda cumplir su función ecológica.

Con fundamento en lo anterior, para las áreas objeto de la estrategia de uso sostenible, se viabilizan las siguientes actividades:

- Principal: Comprende todas aquellas actividades productivas agropecuarias, comerciales e industriales de bajo impacto realizadas bajo criterios de sostenibilidad. Esto implica la adopción de medidas que minimicen el impacto de tales actividades sobre la biodiversidad y sobre los recursos suelo y agua, principalmente, teniendo en cuenta los diferentes componentes que definen la ronda hídrica de la quebrada Montique y el río Aves.
- Compatibles: Todos aquellos que complementen al uso principal, siempre y cuando se vele por la adopción de medidas que eviten potenciales daños a los recursos biodiversidad, suelo y agua y a las zonas de preservación y restauración adyacentes.
- Condicionadas: Actividades asociadas a coberturas urbanas, establecimiento de infraestructura asociada a los usos principal, compatibles y condicionados definidos. Estos usos quedan sometidos a la previa aprobación de la Corporación y al otorgamiento de los permisos ambientales a que haya lugar.
- Prohibidas: Aprovechamientos forestales de especies nativas, plantaciones forestales con especies exóticas, quema y tala de vegetación nativa y todos aquellos que no están contemplados dentro de los usos principales, compatibles o condicionados.



## **9 ANEXOS**

- 1.RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y LEVANTAMIENTO DE CAMPO
- 2.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- 3.LIDAR
- 4.MDT
- 5.MODELACION HIDRAULICA E HIDROLOGICA
- 6.HIDROLOGIA