

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE
SONSÓN (CPS)**

DOCUMENTO DIAGNÓSTICO

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CORNARE – CORPOCALDAS – UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA NÚMERO S-CI- 405-2025**

OBJETO

***“AUNAR ESFUERZOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE
PLANIFICACIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO DE PÁRAMOS
PÁRAMO DE SONSÓN, EN EL MARCO DEL FUNCIONAMIENTO DE SU COMISIÓN
CONJUNTA”***

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS NEGRO Y
NARE - CORNARE**

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS - CORPOCALDAS

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**JUNIO
2026**



Lideran



Opera



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	12
2.1 Lineamientos Normativos.....	12
2.2 Aspectos Metodológicos Transversales	14
2.2.1 Análisis de información secundaria.....	14
2.2.2 Levantamiento de información primaria	14
2.3 Participación Comunitaria	17
2.3.1 Reuniones.....	18
2.3.2 Talleres.....	19
2.4 Trabajo de Campo	21
3. LOCALIZACIÓN	25
3.1 Complejo de Páramos Páramo de Sonsón	25
3.2 Delimitación del Área de Influencia	31
3.2.1 Ventana de estudio	32
3.2.2. Pérdida de coberturas en la ventana de estudio	34
3.2.3. Ganancia de coberturas en la ventana de estudio	35
3.2.4. NDVI	38
3.2.5 Corredores ecológicos	40
2.2.5.1. Valores objeto de conservación y análisis de aspectos funcionales	41
2.2.5.2. Ponderación de variables ráster	42
2.2.5.2.1. Justificación de la selección de variables.....	44
2.2.5.3. Análisis de distancias y corredores ecológicos	46
3.2.6. Plan Nacional de Restauración.....	50
3.2.7. Frontera Agrícola	51
3.2.8. Gradiente altitudinal de los ecosistemas	53
3.2.9. Integración de capas.....	55
3.2.10. Resultado delimitación del área de influencia.....	57
3.2.11. Comparación área de influencia con áreas protegidas aledañas.....	58
3.2.12. Análisis funcional, operativo y jurídico del área de influencia	60

4. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA, SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	64
4.1 Caracterización Física.....	65
4.1.1 Clima	65
4.1.1.1 Precipitación.....	66
4.1.1.2 Temperatura.....	69
4.1.1.3 Proyecciones climáticas	71
4.1.1.4 Clases de clima	77
4.1.2 Geología y geomorfología.....	79
4.1.2.1. Rango de alturas	79
4.1.2.2. Rango de pendientes	81
4.1.2.3. Unidades geológicas	83
4.1.2.4. Unidades geomorfológicas	87
4.1.3 Recurso hídrico.....	92
4.1.3.1 Unidades hidrográficas.....	92
4.1.3.1.1 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Norte.....	93
4.1.3.1.2 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur	94
4.1.3.1.3 Cuenca hidrográfica del Río Arma	94
4.1.3.1.4 Cuenca hidrográfica del Río La Miel	95
4.1.3.1.5 Cuenca hidrográfica del Río Guarinó.....	96
4.1.3.1.6 Cuenca hidrográfica del Río Tapias y otros directos al Cauca	97
4.1.3.2 Regulación y abastecimiento de agua	98
4.1.3.2.1 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Norte.....	101
4.1.3.2.2 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur	101
4.1.3.2.3 Cuenca hidrográfica del Río Arma	102
4.1.3.2.4 Cuenca hidrográfica del Río La Miel	103
4.1.3.2.5 Cuenca hidrográfica del Río Guarinó.....	104
4.1.3.2.6 Cuenca hidrográfica del Río Tapias y otros directos al Cauca	105
4.1.4 Amenazas naturales	106
4.1.4.1. Movimientos en masa.....	106
4.1.4.2. Sismicidad	113
4.1.4.3. Incendios.....	117
4.1.5 Coberturas de la tierra	123
4.2 Caracterización Biótica	129

4.2.1. Fauna	131
4.2.1.1. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón	131
4.2.1.2. DRMI Páramo de Vida Maitamá Sonsón	133
4.2.1.3. RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo	134
4.2.1.4. RFPR Tarcará	136
4.2.1.5. RFPR El Popal	138
4.2.2. Flora	140
4.2.2.1. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón	141
4.2.2.2. DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón	142
4.2.2.3. RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo	143
4.2.2.4. RFPR Tarcará	145
4.2.2.5. RFPR El Popal	147
4.2.3 Biomás.....	149
4.2.4 Ecosistemas	152
4.2.4.1 Impactos potenciales y vulnerabilidad de los ecosistemas	156
4.3 Caracterización del Uso Actual del Suelo, Potencial y Conflictos de Uso	169
4.3.1 Uso actual del suelo según POMCA	169
4.3.2 Uso potencial del suelo según POMCA	173
4.3.3 Uso potencial del suelo según Agrología	177
4.3.4 Conflictos en el uso del suelo según POMCA	182
4.3.5 Conflictos en el uso del suelo según capacidad agrológica.....	186
4.4 Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE)	190
4.4.1 Índice de Regulación Hídrica (IRH)	191
4.4.2 Productividad Primaria Neta (NPP)	192
4.4.3 Carbono Orgánico en Suelo (C_Suelo).....	193
4.4.4 Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE)	193
4.5 Caracterización Socioeconómica y Cultural	198
4.5.1 Contexto histórico relacionado con el CPS	198
4.4.2 Contexto económico	203
4.4.3 Población	206
4.4.4 Condiciones de vida.....	210
4.4.5 Estructura predial.....	215

4.4.6 Infraestructuras y equipamientos destacados	220
4.5.7 Organización administrativa y social	222
4.5.8 Actores identificados en el CPS	229
4.5.9 Principales conflictos ambientales	232
4.5.9.1. Información primaria, obtenida a partir del diagnóstico participativo	233
4.5.9.2. Información secundaria	238
4.5.9.3. Índice de susceptibilidad a conflictos socioambientales (ISCA)	241
4.6 Motores de Transformación del CPS.....	245
4.6.1 Motores directos de transformación	245
4.6.2 Motores indirectos y condicionantes estructurales	247
4.6.3 Distribución espacial de motores directos por polígono.....	250
4.6.4 Dinámica temporal y tendencias de los motores	251
4.7 Matriz integrada de vulnerabilidad territorial por polígono	252
5. SÍNTESIS — PERFILES DE VULNERABILIDAD Y PRIORIDADES DE INTERVENCIÓN.....	255
5.1 Polígonos de ALTA vulnerabilidad — Intervención urgente.....	255
5.2 Polígonos de MEDIA-ALTA Vulnerabilidad — Intervención prioritaria.....	256
5.3 Polígonos de MEDIA Vulnerabilidad — Manejo Preventivo y de Sostenimiento.....	257
5.4 Polígonos de BAJA Vulnerabilidad — Conservación Activa y Modelos de Referencia	258
5.5 Conclusión General del Análisis de vulnerabilidad Territorial Integrada	258
BIBLIOGRAFÍA.....	259

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lineamientos normativos PMA - CPS.	12
Tabla 2. Escenarios de interlocución PMA - CPS.	16
Tabla 3. Relación de reuniones iniciales realizadas en el marco PMA - CPS.	18
Tabla 4. Relación de talleres Fase I realizados en el marco PMA - CPS.	19
Tabla 5. Relación de talleres Fase II realizados en el marco PMA - CPS.	20
Tabla 6. Relación de aspectos abordados con diferentes actores durante el trabajo de campo realizado en el marco PMA - CPS.	22
Tabla 7. Relación del trabajo de campo realizado en el marco PMA - CPS.	23
Tabla 8. Resumen de áreas y ubicación de los polígonos del CPS	27
Tabla 9. Análisis de variables funcionales y ecológicas.	42
Tabla 10. Variables y pesos para la conectividad.	43
Tabla 11. Rangos altitudinales según la guía divulgativa Humboldt.	54
Tabla 12. Ponderaciones de participantes.	56
Tabla 13. Aspectos y variables consideradas en el diagnóstico del CPS.	65
Tabla 14. Clasificación climática de Caldas – Lang en el CPS y su área de influencia.	78
Tabla 15. Unidades geológicas superficiales en el CPS y su área de influencia.	85
Tabla 16. Unidades geomorfológicas en el CPS y su área de influencia.	89
Tabla 17. Amenaza por movimiento en masa en el CPS y su área de influencia.	108
Tabla 18. Procesos morfodinámicos en el CPS y su área de influencia.	111
Tabla 19. Registro histórico de sismos al interior del área de influencia del CPS	116
Tabla 20. Registros de incendios en el CPS.	122
Tabla 21. Coberturas de la tierra en el CPS y su área de influencia.	127
Tabla 22. Número de registros, especies, géneros y familias de la flora del CPS en cinco localidades.	141
Tabla 23. Clasificación de biomas en el CPS y su área de influencia.	150
Tabla 24. Ecosistemas generales en el CPS y su área de influencia.	154
Tabla 25. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) en el CPS y su área de influencia.	158
Tabla 26. Índice Relativo de Afectación (IRA) en el CPS y su área de influencia.	161
Tabla 27. Impacto potencial del cambio climático en el CPS y su área de influencia.	164
Tabla 28. Vulnerabilidad ambiental al cambio climático en el CPS y su área de influencia.	167
Tabla 29. Aspectos clave - contexto histórico CPS.	199
Tabla 30. Aspectos clave línea - contexto histórico con base a talleres con comunidad.	202
Tabla 31. Porcentaje del valor agregado municipal de las actividades económicas (2021).	204
Tabla 32. Principales actividades EVA (2024).	205
Tabla 33. Proyecciones de población hombres y mujeres año 2026.	207
Tabla 34. Proyección población 0-12 años (2026).	208
Tabla 35. Proyecciones de población por pertenencia étnico-racial (2026).	208
Tabla 36. Cobertura de acueducto, alcantarillado y servicio de aseo (2024).	211
Tabla 37. Cobertura energía eléctrica (2023) y penetración de internet fijo (2025).	211
Tabla 38. Déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda (2018).	213
Tabla 39. Cobertura bruta educación (2022).	214
Tabla 40. Cobertura del régimen subsidiado (2021) e IASS real (2022).	214
Tabla 41. Estructura predial dentro del área de influencia del CPS (2026).	216

Tabla 42. Estructura predial dentro del CPS (2026).	217
Tabla 43. Áreas de predios CPS y área de influencia (2026).....	220
Tabla 44. Infraestructura cultural (2022) y Empresas Sociales del Estado (2026).	221
Tabla 45. Infraestructura establecimientos educativos (2024) y estaciones de Policía (2025).	221
Tabla 46. Infraestructura escenarios deportivos y recreativos (2024).	222
Tabla 47. Aspectos clave de la organización administrativa y social.	223
Tabla 48. Veredas dentro del CPS y en el área de influencia propuesta (2026).	225
Tabla 49. Juntas de acción comunal (JAC) en las veredas del área de influencia del CPS.	227
Tabla 50. Tipos de actor en el CPS.	229
Tabla 51. Actores agrupados de acuerdo a su nivel de influencia en el CPS.	231
Tabla 52. Actores agrupados de acuerdo a su rol en el PMA - CPS.	231
Tabla 53. Actores agrupados de acuerdo al tipo de poder.	232
Tabla 54. Descripción de los principales conflictos en el CPS y su área de influencia de acuerdo con fuentes secundarias.	238
Tabla 55. Principales conflictos identificados en el CPS y su área de influencia.	240
Tabla 56. Categorías del ISCA en área de influencia del CPS (2024).	243
Tabla 57. Motores directos de transformación.	245
Tabla 58. Motores indirectos e implicaciones para el CPS.	248
Tabla 59. Distribución de motores directos de transformación por polígono del CPS. ...	250
Tabla 60. Matriz de vulnerabilidad por polígono.	252
Tabla 61. Polígonos de intervención urgente.	255
Tabla 62. Polígonos media-alta vulnerabilidad atención prioritaria.	256

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recorrido de campo municipio de Sonsón (2026).....	23
Figura 2. Recorrido de campo municipio de Pensilvania (2026).....	24
Figura 3. Distribución de áreas en los polígonos del CPS.....	26
Figura 4. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.....	27
Figura 5. Complejo de Páramo y áreas protegidas	30
Figura 6. Ventana de estudio.	33
Figura 7. Pérdida de coberturas.....	34
Figura 8. Área de pérdida de cobertura de la tierra.	35
Figura 9. Área de ganancia de cobertura de la tierra.....	37
Figura 10. NDVI en la ventana de estudio.....	40
Figura 11. Matriz de resistencia a la movilidad del Puma.....	44
Figura 12. Regresiones de distancias de costos y distancias euclidianas.	48
Figura 13. Corredores ecológicos potenciales para diferentes distancias.	49
Figura 14. Plan Nacional de Restauración.	51
Figura 15. Frontera Agrícola.	52
Figura 16. Rango altitudinal ecosistemas de páramo.....	55
Figura 17. Representación gráfica de las ponderaciones generadas por cada participante.	56
Figura 18. Espacialización del área de influencia.....	58
Figura 19. Área de superposición entre el área de influencia y las áreas protegidas	60
Figura 20. Precipitación media mensual total en el CPS y su área de influencia.....	67
Figura 21. Precipitación media anual total en el CPS y su área de influencia.....	68
Figura 22. Precipitación media anual total por polígono del CPS.....	69
Figura 23. Distribución de la temperatura media anual en el CPS y su área de influencia.	70
Figura 24. Distribución de la temperatura media anual por polígono del CPS.....	71
Figura 25. Cambio futuro proyectado de la precipitación bajo el escenario SSP1-2.6 en el CPS y su área de influencia.....	72
Figura 26. Cambio futuro proyectado de la precipitación bajo el escenario SSP5-8.5 en el CPS y su área de influencia.....	74
Figura 27. Cambio futuro proyectado de la temperatura media bajo el escenario SSP1-2.6 en el CPS y su área de influencia.	75
Figura 28. Cambio futuro proyectado de la temperatura media bajo el escenario SSP5-8.5 en el CPS y su área de influencia.	76
Figura 29. Clasificación climática de Caldas - Lang en el CPS y su área de influencia. ..	78
Figura 30. Altura media en los polígonos del CPS.	80
Figura 31. Representación hipsométrica en el CPS y su área de influencia.....	80
Figura 32. Pendiente media en el Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.....	82
Figura 33. Rangos de pendientes en el Complejo de Páramos Páramo de Sonsón y su área de influencia.	82
Figura 34. Distribución de Unidades Geológicas en los polígonos del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.....	84
Figura 35. Unidades Geológicas en el CPS y su área de influencia.....	86
Figura 36. Distribución de Unidades Geomorfológicas en el CPS.....	88

Figura 37. Unidades Geomorfológicas en el CPS y su área de influencia.	91
Figura 38. Cuencas hidrográficas nivel subsiguiente 1 en el CPS y su área de influencia.	92
Figura 39. Área de microcuencas abastecedoras del CPS por polígono.	99
Figura 40. Microcuencas abastecedoras del CPS y sus captaciones.	100
Figura 41. Porcentajes de áreas de amenaza por movimiento en masa en el CPS.	107
Figura 42. Amenaza por movimiento en masa en el CPS y su área de influencia.	109
Figura 43. Porcentajes de áreas y tipo de proceso morfodinámico en masa en el CPS.	111
Figura 44. Procesos morfodinámicos en el CPS y su área de influencia.	112
Figura 45. Intensidad máxima de sismicidad.	114
Figura 46. Registro histórico de sismos al interior del área de influencia del CPS.	117
Figura 47. Anomalías térmicas para el CPS y su área circundante.	119
Figura 48. Espacialización de anomalías térmicas para el CPS y su área de influencia.	121
Figura 49. Registros de incendios.	123
Figura 50. Matriz de confusión para el proceso de clasificación de coberturas.	125
Figura 51. Coberturas de la tierra en el CPS y su área de influencia.	127
Figura 52. Distribución de coberturas del suelo en el CPS.	129
Figura 53. Áreas protegidas al interior del área de influencia del CPS.	131
Figura 54. Registros de fauna por clase para el DRMI Páramo de vida Maitamá – Sonsón.	134
Figura 55. Registros de fauna por clase para RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.	135
Figura 56. Registros de fauna por clase y familia para RFPR Cañones del río Melcocho y Santo Domingo.	136
Figura 57. Registros de fauna por clase para RFPR Tarcará.	137
Figura 58. Registros de fauna por clase y familia para RFPR Tarcará.	138
Figura 59. Registros de fauna por clase para RFPR El Popal.	139
Figura 60. Registros de fauna por clase y familia para RFPR El Popal.	140
Figura 61. Registros de flora por familia DRMI Maitamá – Sonsón.	143
Figura 62. Registros de flora por clase y familia RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.	144
Figura 63. Registros de flora por género RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.	145
Figura 64. Registros de flora por familia RFPR Tarcará.	146
Figura 65. Registros de flora por género RFPR Tarcará.	147
Figura 66. Registros de flora por familia RFPR El Popal.	148
Figura 67. Registros de flora por género RFPR El Popal.	149
Figura 68. Clasificación de biomas en el CPS y su área de influencia.	150
Figura 69. Clasificación de biomas por polígono del CPS.	152
Figura 70. Ecosistemas generales en el CPS y su área de influencia.	153
Figura 71. Clasificación de ecosistemas por polígono del CPS.	155
Figura 72. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) en el CPS y su área de influencia.	158
Figura 73. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) por polígono del CPS.	159
Figura 74. Índice Relativo de Afectación (IRA) en el CPS y su área de influencia.	161
Figura 75. Índice Relativo de Afectación (IRA) por polígono del CPS.	162
Figura 76. Impacto potencial del cambio climático en el CPS y su área de influencia. ..	164

Figura 77. Impacto Potencial al Cambio Climático por polígono del CPS.....	165
Figura 78. Vulnerabilidad ambiental al cambio climático en el CPS y su área de influencia.	167
Figura 79. Vulnerabilidad Ambiental al Cambio Climático por polígono en el CPS.	169
Figura 80. Uso actual del suelo en el CPS y su área de influencia.....	170
Figura 81. Porcentajes de áreas por usos del suelo.....	171
Figura 82. Distribución de los usos actuales del suelo en el CPS.	173
Figura 83. Vocación de usos del suelo.....	174
Figura 84. Porcentajes de áreas por vocación de usos del suelo.....	175
Figura 85. Distribución de la vocación del suelo en el CPS.....	177
Figura 86. Distribución de porcentajes y áreas de la clasificación agrológica.....	179
Figura 87. Clasificación agrológica en el área de influencia.	180
Figura 88. Distribución de la capacidad agrológica del suelo en el CPS.	182
Figura 89. Conflictos de usos del suelo.....	183
Figura 90. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo.	184
Figura 91. Distribución de los conflictos del uso del suelo en el CPS.....	186
Figura 92. Conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica.....	188
Figura 93. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica.....	189
Figura 94. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica al interior del CPS.....	190
Figura 95. Índice de Funcionalidad Ecológica en el CPS y su área de influencia.	195
Figura 96. Índice de Funcionalidad Ecológica por polígono del CPS.....	198
Figura 97. Proyecciones población total y rural año 2026.	207
Figura 98. Porcentaje de población con alguna dificultad (2018).....	209
Figura 99. Proporción de personas en NBI (2018).	212
Figura 100. Estructura predial dentro del área de influencia del CPS (2026).	217
Figura 101. Estructura predial dentro del área del CPS (2026).	219
Figura 102. Veredas del CPS y su área de influencia.	224
Figura 103. Distribución de categorías en el diagnóstico participativo del CPS.....	234
Figura 104. Espacialización del diagnóstico participativo del CPS.	235
Figura 105. Distribución de subcategorías en el diagnóstico participativo del CPS.	236
Figura 106. Distribución de tensionantes en el diagnóstico participativo del CPS.	237
Figura 107. Índice de susceptibilidad a conflictos socioambientales (ISCA) en el área de influencia en el CPS (2024).	244

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se enmarca en el Convenio Interadministrativo Cornare, Corpocaldas, Universidad de Antioquia No. S-CI-405-2025, cuyo objeto es aunar esfuerzos para la implementación de acciones de planificación, manejo y conservación del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón, en el marco del funcionamiento de su Comisión Conjunta.

En este contexto, el documento desarrolla el componente de diagnóstico del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón - CPS, el cual constituye la base técnica y territorial para la formulación del Plan de Manejo Ambiental (PMA), permitiendo comprender las dinámicas biofísicas, sociales, culturales y económicas presentes en el territorio, así como las principales presiones y oportunidades asociadas a su manejo y conservación. El CPS corresponde a un ecosistema estratégico de alta importancia ambiental, especialmente por su función en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de procesos ecológicos fundamentales. En este sentido, el diagnóstico busca generar información integral que permita orientar la toma de decisiones y la definición de estrategias de manejo acordes con las condiciones y particularidades del territorio.

La elaboración del presente diagnóstico se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos en la Resolución 0886 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la formulación de los Planes de Manejo Ambiental de páramos delimitados. De igual forma, se realizó la revisión y análisis de instrumentos de planificación y ordenamiento ambiental complementarios, los cuales aportan determinantes normativas y orientaciones técnicas relevantes para la gestión del CPS.

Como parte del proceso metodológico, se definió un Área de Influencia del (CPS) mediante la articulación espacial de variables físicas, funcionales y normativas que permitieron identificar aquellas áreas circundantes al CPS con potencial para contribuir a los procesos de gestión, conservación y gobernanza territorial del ecosistema. Esta delimitación tuvo como propósito establecer un ámbito espacial que permitiera articular proyectos estratégicos y acciones de gobernanza territorial asociadas a la gestión integral del CPS. Es importante señalar que este ejercicio no pretende ampliar la delimitación oficial del complejo de páramo ni establecer zonas de transición o amortiguación, considerando que el CPS se encuentra normativamente delimitado y no constituye un área protegida en los términos establecidos por el Decreto 2372 de 2010.

El diagnóstico se desarrolló a partir de la integración de información secundaria proveniente de fuentes oficiales de carácter nacional, regional y local, así como de información primaria obtenida mediante espacios de interlocución y participación desarrollados con actores del territorio. En este marco, se realizaron talleres participativos en los cuales se abordaron

aspectos relacionados con la actualización del contexto histórico del complejo de páramos, la identificación de actores estratégicos y el reconocimiento de las principales tensiones socioambientales presentes en el territorio, permitiendo incorporar la percepción y el conocimiento local dentro del análisis diagnóstico. Dentro del componente biofísico se abordaron aspectos relacionados con coberturas de la tierra, ecosistemas, conectividad ecológica, recurso hídrico, oferta de contribuciones de la naturaleza al bienestar, amenazas y presiones ambientales, así como el análisis de la funcionalidad ecosistémica.

Por su parte, el componente social y cultural integró elementos asociados a la ocupación y uso del territorio a nivel municipal, las dinámicas poblacionales, la percepción comunitaria y la identificación de áreas de especial importancia ambiental y sociocultural mediante enfoques participativos. Asimismo, el componente económico incluyó el análisis de los sistemas productivos y las tipologías de economía local presentes en el territorio, identificando actividades asociadas al uso del suelo y su relación con las dinámicas de conservación y transformación del ecosistema de páramo.

De igual manera, el documento incorpora la identificación de los principales motores de transformación del territorio, entendidos como aquellas dinámicas antrópicas que generan cambios en la cobertura, uso del suelo y funcionalidad ecológica del ecosistema, constituyéndose en elementos fundamentales para la posterior definición de estrategias de manejo, conservación, restauración y reconversión en el marco del PMA. Finalmente, el presente documento consolida la información técnica, territorial y participativa generada durante la fase de diagnóstico, constituyéndose en el soporte para las etapas posteriores de formulación, zonificación y definición del régimen de usos aplicable al Complejo de Páramos Páramo Sonsón.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Antes de abordar el documento del componente diagnóstico, es preciso considerar ciertos aspectos clave acerca del trabajo realizado por el equipo de la Universidad de Antioquia en el marco del convenio para la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón (PMA – CPS).

2.1 Lineamientos Normativos

Los principales lineamientos normativos considerados en la construcción del PMA – CPS se consolidan en la Tabla 1.

Tabla 1. Lineamientos normativos PMA - CPS.

LINEAMIENTO	AUTOR	DESCRIPCIÓN
Acuerdo del Consejo Directivo Número 38 de 1995	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE	Por el cual se declara y se reserva como áreas de manejo especial, el Páramo de Sonsón, Argelia y Nariño, en la jurisdicción del municipio de Sonsón, Argelia y Nariño en el departamento de Antioquia.
Acuerdo no. 011 de 2003	Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS	Por la cual se declara como Reserva Forestal Protectora los Bosques de la vereda El Diamante.
Resolución 0329 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)	Por medio de la cual se declara, resera y alindera el Parque Nacional Natural Selva de Florencia.
Acuerdo número 29 de 2007	CORPOCALDAS	Por el cual se delimita y se declara el área de Reserva Forestal El Popal, ubicada en jurisdicción del municipio de Pensilvania, departamento de Caldas.
Acuerdo de Consejo Directivo número 05 de 2008	CORPOCALDAS	Por medio del cual se delimita y declara la reserva forestal Tarcará.
Acuerdo de Consejo Directivo número 10 de 2008	CORPOCALDAS	Por medio del cual se delimita y declara la reserva forestal La Linda.
Acuerdo No. 241 de 2010	CORNARE	Por medio del cual se corrige el Acuerdo No. 038 del 05 de junio de 1995.
Resolución No. 1922 de 2013	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones.
Resolución 493 de 22 de marzo de 2016	MADS	Por medio de la cual se delimita el páramo de Sonsón y se adoptan otras disposiciones.

LINEAMIENTO	AUTOR	DESCRIPCIÓN
Acuerdo 25 de 2017	CORPOCALDAS	Por medio del cual se reserva, delimita, alindera y declara el distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Guadalupe.
Resolución 112-7291-2017	CORNARE CORPOCALDAS	Por medio de la cual se aprueba el Plan de Ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del Río La Miel.
Resolución 112-7293-2017	CORNARE Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA	Por medio del cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del Río Samaná Norte.
Resolución 112-7295-2017	CORNARE CORPOCALDAS	Por medio del cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de La Cuenca Hidrográfica del Río Samaná Sur.
Resolución 3724 de 2017	CORPOCALDAS Corporación Autónoma Regional de Tolima - CORTOLIMA	Por medio de la cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guarinó y se dictan otras disposiciones.
Ley 1930 de 2018	Congreso de la República de Colombia (CR)	Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
Resolución 112-1187-2018	CORNARE CORPOCALDAS CORANTIOQUIA	Por medio de la cual se aprueba el Plan de Ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del Río Arma
Resolución 0886 de 2018	MADS	Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establece las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones.
Acuerdo de Consejo Directivo 23 de 2019	CORPOCALDAS	Por medio del cual se reserva, delimita, alindera y declara el Distrito de Conservación de Suelos El Gigante.
Acuerdo N° 388 de 2019	CORNARE	Por medio del cual se declara, delimita y alindera, el Distrito Regional de Manejo Integrado Páramo de Vida Maitamá - Sonsón y se dictan otras disposiciones.
Acuerdo 412 del 30 de abril de 2021	CORNARE	Por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá – Sonsón.

LINEAMIENTO	AUTOR	DESCRIPCIÓN
Resolución 0644 de 2021	CORPOCALDAS	Mediante la cual se aprueba el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Tapias y otros directos al Cauca.
Resolución Conjunta del 28 de julio de 2023	CORNARE CORPOCALDAS	Por medio de la cual se conforma la Comisión Conjunta del Complejo de Páramos de Sonsón para la gestión adecuada en ambas jurisdicciones.
Resolución 03982 de 2024	CORNARE	Ratificar la conformación de la Comisión Conjunta expedida por CORPOCALDAS y CORNARE el 28 de julio de 2023.
Resolución 04661 de 2024	CORNARE CORPOCALDAS	Por medio del cual se expide el reglamento interno de la Comisión Conjunta del Complejo del Páramo de Sonsón.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando lineamientos normativos ambientales colombianos en relación al CPS.

2.2 Aspectos Metodológicos Transversales

La metodología de trabajo contempla el análisis de información secundaria y el levantamiento de información primaria.

2.2.1 Análisis de información secundaria

Durante la fase de aprestamiento, el análisis de información secundaria reunió y sintetizó la pesquisa documental que el equipo de trabajo consideró relevante para la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón (PMA – CPS). Los documentos revisados incluyeron información académica, normativa, institucional, social, económica y cartográfica.

2.2.2 Levantamiento de información primaria

El levantamiento de información primaria se orientó a actualizar, validar y atender los vacíos identificados en el análisis de información secundaria con los distintos actores estratégicos cercanos al CPS identificados por el equipo de trabajo. Mediante los enfoques diferencial, interseccional y de derechos, que consideran la heterogeneidad cultural, social, económica y la diversidad de las formas organizativas presentes en el CPS; se permitió el diálogo de saberes, reconociendo a los actores locales como interlocutores válidos y portadores de conocimientos fundamentales para la gestión ambiental dentro de este territorio.

Para el levantamiento de información *in situ* en cada uno de los municipios que conforman el CPS, la metodología abarcó por un lado *escenarios de interlocución* que buscaron promover la participación de distintos actores estratégicos para la formulación e implementación del PMA. Por otro lado, comprendió el *trabajo de campo* orientado a recopilar y actualizar datos mediante la aplicación de instrumentos y observación directa. Este proceso se fundamentó en principios de etnografía aplicada y cartografía social, integró estrategias cualitativas y el uso selectivo de información cuantitativa, con el fin de comprender las dinámicas sociales, económicas, culturales y biofísicas del CPS y su relación con los objetivos de conservación del PMA.

Los escenarios de interlocución correspondieron a encuentros de diálogo y concertación con distintos actores presentes en el CPS, donde se abordaron temas como formas de organización comunitaria, aspectos biofísicos de los territorios, estrategias productivas y formas de ocupación predominantes, entre otros, que permitieron compilar, discutir y co-construir información relevante para establecer acuerdos en relación a la formulación del PMA – CPS.

Para el convenio, estos escenarios fueron (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

- Reuniones (20);
- Talleres de la fase de diagnóstico (10);
- Evento de promoción de la Comisión Conjunta (1).

En el desarrollo del trabajo con los diferentes actores, el equipo utilizó herramientas como conversaciones guiadas, entrevistas, recorridos, cartografía social participativa, líneas de tiempo territoriales, identificación de actores y redes sociales, matrices de problemas, ejercicios de priorización colectiva, entre otras.

En cuanto a la estrategia de comunicaciones, se desarrolló de manera adaptativa, empleando diversos medios según las características de los actores y los contextos locales. El objetivo fue seleccionar los canales más pertinentes para facilitar el contacto, la convocatoria y el flujo de información. Los medios de convocatoria y difusión incluyeron llamadas telefónicas, canales de mensajería (WhatsApp), así como la difusión de piezas informativas y divulgativas a través de los canales oficiales de las corporaciones. La convocatoria priorizó medios directos y de cercanía que permitieron vincular a representantes de los distintos tipos de actores identificados que tienen una incidencia dentro del CPS. De manera complementaria, se promovió la divulgación amplia del proceso en los municipios del área de influencia mediante la generación de material divulgativo y educomunicativo, así como el establecimiento de alianzas comunicativas locales. Esta

estrategia buscó fortalecer la participación, apropiación del proceso y el posicionamiento del CPS.

Tabla 2. Escenarios de interlocución PMA - CPS.

ESCENARIO	TIPO	DESCRIPCIÓN
Reunión	Reunión inicial	Este espacio de interlocución tuvo como objetivo socializar de manera clara los alcances del convenio frente a diferentes actores en cada uno de los municipios con influencia en el CPS. Para tal fin, se llevaron a cabo reuniones virtuales y presenciales, en las que se presentó el contexto, objetivo, alcances y actividades previstas del proyecto. Este escenario comprendió espacios de carácter informativo y de acercamiento orientados a garantizar que los actores del territorio contaran con información suficiente y oportuna sobre el trabajo a realizar en el marco de la dinamización de la Comisión Conjunta. Este espacio se constituyó como la base de comprensión, transparencia y confianza sobre la cual se desarrollaron los demás escenarios metodológicos.
	Reunión final	Tuvo como objetivo socializar la construcción del PMA – CPS ante los diferentes actores de los municipios que hacen parte del área de influencia, así como propiciar un espacio de retroalimentación, resolución de inquietudes y recepción de aportes adicionales que contribuyeron al fortalecimiento del instrumento. Para tal fin, se llevaron a cabo reuniones presenciales en las que se presentaron antecedentes, principales resultados del diagnóstico, zonificación, programas y proyectos propuestos. Estos espacios permitieron validar la información construida, contrastar con la percepción de los actores locales e identificar ajustes o precisiones que favorecieron la pertinencia territorial y la viabilidad de su implementación.
Talleres		La metodología se fundamentó en la generación de espacios participativos de análisis colectivo, orientados a la identificación y comprensión de tensiones, dinámicas sociales e institucionales, capacidades existentes y procesos territoriales relacionados con la gestión del CPS. El proceso integró tres principios: • Participación activa y deliberativa • Integración de conocimiento comunitario, técnico e institucional. • Enfoque formativo y de fortalecimiento de capacidades. Los resultados constituyeron insumos técnicos para la construcción de un diagnóstico integral, la armonización de la zonificación y la formulación de estrategias del PMA. a) Fase I: Preparación y construcción de confianza. Esta fase permitió crear orientaciones para los momentos siguientes, ajustar los enfoques y reconocer expectativas y tensiones iniciales. Momento 1: <i>grupos focales virtuales con actores institucionales, sesiones virtuales diferenciadas por tipo de actor.</i> En estas sesiones se desarrolló un espacio de conversación con los distintos actores institucionales, en el cual se presentó el alcance y los objetivos del convenio. A partir de ello, se formularon preguntas preliminares orientadas a identificar los principales problemas del CPS, las tensiones institucionales

ESCENARIO	TIPO	DESCRIPCIÓN
		existentes, las expectativas frente a los alcances del convenio, las experiencias previas de gestión en el territorio y la identificación de actores estratégicos clave para el proceso. b) Fase II: Trabajo Territorial Presencial (10 municipios). Se realizaron espacios presenciales en cada uno de los diez (10) municipios que conforman el CPS, desarrollado en tres momentos secuenciales e integrados al primero para complementar lo realizado en los grupos focales. Momento 2: diagnóstico participativo. Comprender el territorio a partir de un análisis de aspectos sociales, ambientales y productivos que afectan el CPS identificando: presiones y conflictos sobre los ecosistemas, capacidades locales de respuesta, procesos organizativos y saberes asociados al territorio. Incluyó línea de tiempo, cartografía social, mapeo de actores, reconocimiento participativo de capacidades locales Momento 3: prospectiva. Relacionar los problemas y presiones ambientales identificadas por la comunidad con posibles soluciones, con el fin de definir perfiles, temáticas y acciones estratégicas que puedan armonizarse o complementarse dentro del PMA - CPS. Momento 4: zonificación. La zonificación se desarrolló mediante una metodología participativa, territorial y multi-actor, orientada a integrar el conocimiento local con los lineamientos técnicos y normativos que regulan el CPS. El proceso buscó construir una lectura compartida del territorio que permitió armonizar las diferentes visiones sobre el uso, manejo y conservación del páramo, garantizando legitimidad social y coherencia ambiental en la propuesta de zonificación. Incluyó áreas prioritarias para preservación, restauración ecológica y reconversión de actividades.
Evento de promoción		Este escenario buscó visibilizar, posicionar y fortalecer la Comisión Conjunta como instancia de articulación multi-actor promoviendo su reconocimiento, legitimidad y apropiación por parte de los actores en el territorio, para la gestión, coordinación, ejecución y seguimiento de las acciones derivadas del convenio. Se orientó a la organización y coordinación de los actores para la gestión conjunta, así como al fortalecimiento de las redes de trabajo, canales de coordinación y mecanismos para la gobernanza efectiva, acuerdos básicos para la articulación y seguimiento de acciones del proceso.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando los aspectos contractuales del convenio.

2.3 Participación Comunitaria

En el marco del convenio, al mes de mayo de 2026 se realizaron 48 encuentros con actores locales en los escenarios de interlocución previstos, los cuales contaron con una participación de 244 personas. En los numerales 2.3.1 y 2.3.2 se presentarán los datos consolidados por tipo de escenario de interlocución ejecutado al mes de mayo de 2026.

Corporación Académica Ambiental de la Universidad de Antioquia

Nit: 890980040-8

Dirección: Calle 70 No. 52-72. Edificio de Extensión. Oficina 606. Medellín, Colombia
<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ambiental>

2.3.1 Reuniones

Se realizaron veinticuatro (24) reuniones (reunión inicial) presenciales, entre las administraciones municipales y otros actores clave, identificados previamente o durante el trabajo de campo, con un número total de sesenta y seis (66) asistentes, se presenta la relación de dichas reuniones, incluyendo información sobre las fechas, el tipo de actor, el tipo de reunión y el número de asistentes (ver Tabla 3).

Tabla 3. Relación de reuniones iniciales realizadas en el marco PMA - CPS.

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Aguadas	20-ene-26	Sector productivo	Aguadas Mágicas	Presencial	2
		Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	5
		Sector productivo	Asociación Porcicultores de Aguadas	Presencial	1
		Sector productivo	ASOHASS	Presencial	1
Argelia	21-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	2
	21-ene-26	Sector productivo	Operador turístico	Presencial	1
Carmen de Viboral	22-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	5
Manzanares	23-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	5
Marulanda	22-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	1
		Organizaciones étnicas y/o territoriales	JAC Central	Presencial	3
Nariño	26-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	3
Pácora	21-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	5
		Sector productivo	Pácora Tours	Presencial	2
		Sector productivo	Asociación Agropecuaria de Apicultores de Pácora - APIPAC	Presencial	1
		Organizaciones étnicas y/o territoriales	Grupo de Mujeres Cafeteras "Sembrando Sostenibilidad"	Presencial	1

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Pensilvania	24-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	7
		Organizaciones étnicas y/o territoriales	Asociación para la Conservación para las Aves de Pensilvania	Presencial	1
	28-ene-26	Organizaciones étnicas y/o territoriales	Reserva Andinobates boquerón	Virtual	1
Salamina	22-ene-26	Sector productivo	AgroSalamina	Presencial	1
		Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	5
Sonsón	19-ene-26	Instituciones del estado y autoridades ambientales	Regional Páramo	Presencial	3
	20-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Presencial	7
	23-ene-26	ONG y entidades de cooperación	Amigas del Páramo	Presencial	3
	23-ene-26	Otro	Arcoíris	Presencial	1
TOTAL					66

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

2.3.2 Talleres

El taller contempló dos (2) fases, la primera relacionada con grupos focales en modalidad virtual con los principales actores institucionales del área de influencia. Esta fase permitió crear lineamientos claros respecto a la forma de trabajo a implementar, ajustar los enfoques y reconocer expectativas y tensiones iniciales. La segunda fase tuvo un despliegue en campo, con talleres presenciales en los diez (10) municipios que conforman el CPS.

Las catorce (14) reuniones de grupos focales contaron con un número de cuarenta y dos (42) asistentes. La información correspondiente a la fecha, el tipo de actor, el actor y el número de asistentes se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Relación de talleres Fase I realizados en el marco PMA - CPS.

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Abejorral	04-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	2

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Aguadas	05-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	1
Argelia	04-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	5
Carmen de Viboral	11-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	4
Manzanares	09-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	4
Marulanda	04-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	3
Nariño	02-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	3
Pácora	02-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	4
Pensilvania	11-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	2
Salamina	05-ene-26	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	3
Sonsón	02-dic-25	Entidades territoriales	Administración municipal	Virtual	5
N/A	11-dic-25	Instituciones del estado y autoridades ambientales	Región Administrativa y de Planificación - RAP Agua y Montaña Caldas	Virtual	2
N/A	25-nov-25	Instituciones del estado y autoridades ambientales	PNN	Virtual	1
N/A	04-feb-26	Organizaciones étnicas y/o territoriales	Universidad de Caldas	Virtual	3
TOTAL					42

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Como parte de la planeación y ejecución de los talleres en la fase II, durante el mes de marzo se llevaron a cabo diez talleres, uno en cada municipio, con la participación de diferentes actores que alcanzaron un número de 136 asistentes. El cronograma con las fechas en las que se realizó cada uno de los talleres en los municipios se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Relación de talleres Fase II realizados en el marco PMA - CPS.

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Abejorral*	14-mar-26	Varios	Varios	Presencial	2
Aguadas	20-mar-26	Varios	Varios	Presencial	8

Corporación Académica Ambiental de la Universidad de Antioquia

Nit: 890980040-8

Dirección: Calle 70 No. 52-72. Edificio de Extensión. Oficina 606. Medellín, Colombia
<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ambiental>

MUNICIPIO	FECHA	TIPO DE ACTOR	ACTOR	TIPO DE REUNIÓN	NÚMERO DE ASISTENTES EXTERNOS AL CONVENIO
Argelia	05-mar-26	Varios	Varios	Presencial	13
Carmen de Viboral	16-mar-26	Varios	Varios	Presencial	11
Manzanares	21-mar-26	Varios	Varios	Presencial	17
Marulanda	20-mar-26	Varios	Varios	Presencial	11
Nariño	04-mar-26	Varios	Varios	Presencial	8
Pácora	21-mar-26	Varios	Varios	Presencial	9
Pensilvania	22-mar-26	Varios	Varios	Presencial	20
Salamina	22-mar-26	Varios	Varios	Presencial	10
Sonsón	14-mar-26	Varios	Varios	Presencial	27
TOTAL					136

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

* El taller de Abejorral se realizó en Sonsón, en conjunto con los asistentes de este municipio.

2.4 Trabajo de Campo

El trabajo de campo es un proceso de recolección de información primaria orientado al reconocimiento inicial del territorio y al levantamiento de información con actores estratégicos. Este acercamiento al contexto territorial —en sus dimensiones social, institucional y ambiental— comprendió la identificación de actores clave, el análisis de sus posibles roles en el proceso, el rastreo de iniciativas, actividades o proyectos articuladores, así como el establecimiento de canales de comunicación efectivos.

Asimismo, este proceso permitió construir una lectura de las dinámicas locales, las relaciones entre actores, las capacidades existentes y las principales situaciones que podrían incidir en el desarrollo del convenio y en la implementación del PMA. La información fue recolectada mediante espacios de diálogo, aplicación de instrumentos como entrevistas semiestructuradas, cuestionarios, mapeos socioambientales rápidos y observación directa. Estos insumos fueron fundamentales para el diagnóstico, el ajuste de los enfoques metodológicos, la planificación de las fases de trabajo en territorio y facilitaron una entrada contextualizada y pertinente del equipo ejecutor al CPS.

El trabajo de campo no sólo hace referencia a la toma de datos, también implica un reconocimiento espacial del área de estudio, un acercamiento a los distintos actores para generar vínculos de confianza entre las partes, un reconocimiento de las condiciones singulares para precisar metodológica y logísticamente los escenarios de interlocución con la comunidad a desarrollar, entre otras.

El trabajo de campo fue realizado en todos los municipios que conforman el CPS. Con éste se obtuvo información primaria y secundaria a partir de las reuniones iniciales sostenidas con los actores identificados y de los recorridos realizados en la zona de estudio; esta información fue consignada en los instrumentos de recolección diseñados para tal fin. La descripción de los principales aspectos contenidos en estos instrumentos se presenta en la Tabla 6, mientras que las fechas se encuentran consolidadas en la Tabla 7 agrupadas por municipio.

Tabla 6. Relación de aspectos abordados con diferentes actores durante el trabajo de campo realizado en el marco PMA - CPS.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Propiedad de predios	El actor posee predios o proyecta la compra de predios los mismos.
Proyecto	Temáticas de proyectos que el actor esté desarrollando o haya desarrollado en los últimos cinco (5) años relacionados con el CPS.
Tensiones	Aspectos tensionantes dentro del CPS que según el actor deben ser considerados en el PMA.
Actores estratégicos	Actores que considera estratégicos para la construcción, ejecución y seguimiento del PMA del CPS.
Visión compartida	El actor cree que actualmente los distintos actores del CPS tienen una visión compartida sobre el páramo.
Necesidades	Necesidades que identifica el actor para la gestión, protección y restauración del páramo.
Identificación nombre CPS	El actor se identifica con el nombre del CPS.
Reto gobernanza	Principal reto para consolidar una gobernanza efectiva alrededor del CPS en el mediano y largo plazo.
Oportunidad gobernanza	Principal oportunidad para consolidar una gobernanza efectiva alrededor del CPS en el mediano y largo plazo.
Aportes	Aportes que el actor podría realizar al PMA del CPS.
Disposición participar	^a Disposición del actor para participar en los diferentes procesos del PMA del CPS.

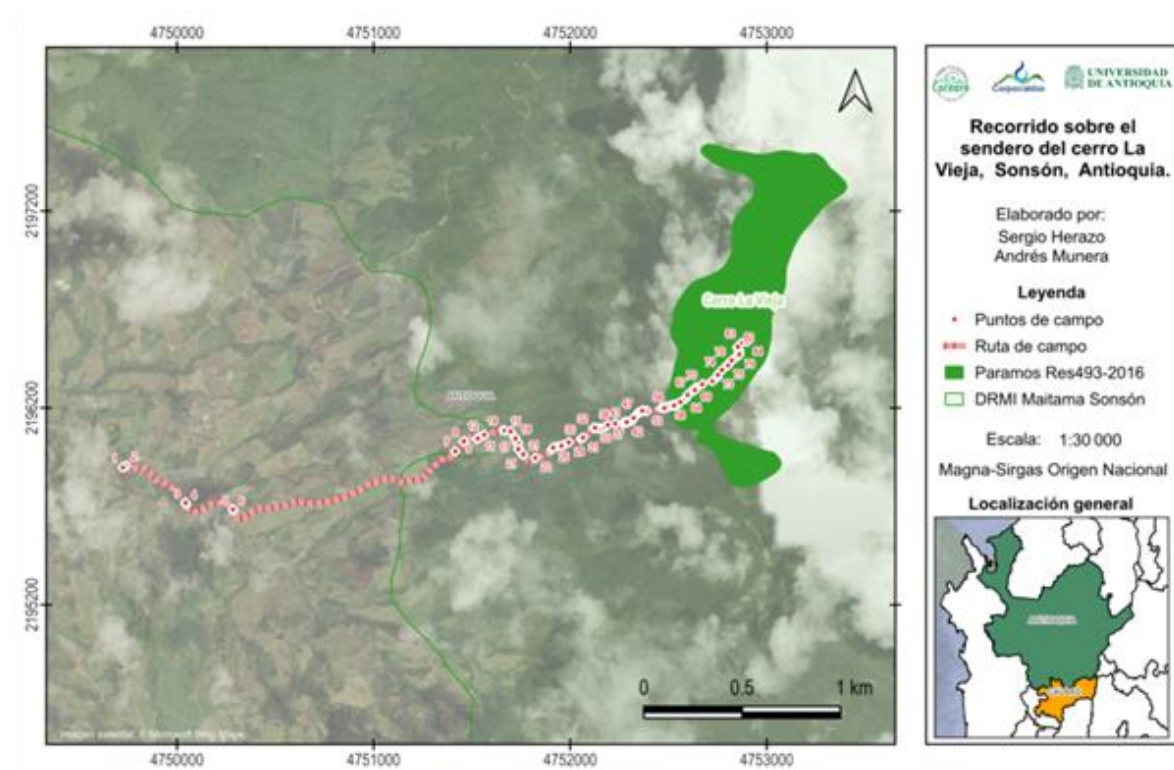
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Tabla 7. Relación del trabajo de campo realizado en el marco PMA - CPS.

MUNICIPIO	FECHA
Aguadas	20-ene-26 / 20-mar-26
Argelia	21-ene-26 / 05-mar-26
Carmen de Viboral	22-ene-26 / 16-mar-26
Manzanares	23-ene-26 / 21-mar-26
Marulanda	22-ene-26 / 20-mar-26
Nariño	26-ene-26 / 04-mar-26
Pácora	21-ene-26 / 21-mar-26
Pensilvania	24-ene-26 / 22-mar-26
Salamina	22-ene-26 / 22-mar-26
Sonsón	19-ene-26 / 20-ene-26 / 23-ene-26 / 14-mar-26

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Algunos de los recorridos en campo realizados por el equipo de trabajo de la Universidad de Antioquia se presentan en la Figura 1 y en la Figura 2.

**Figura 1.** Recorrido de campo municipio de Sonsón (2026).

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Corporación Académica Ambiental de la Universidad de Antioquia

Nit: 890980040-8

Dirección: Calle 70 No. 52-72. Edificio de Extensión. Oficina 606. Medellín, Colombia
<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ambiental>

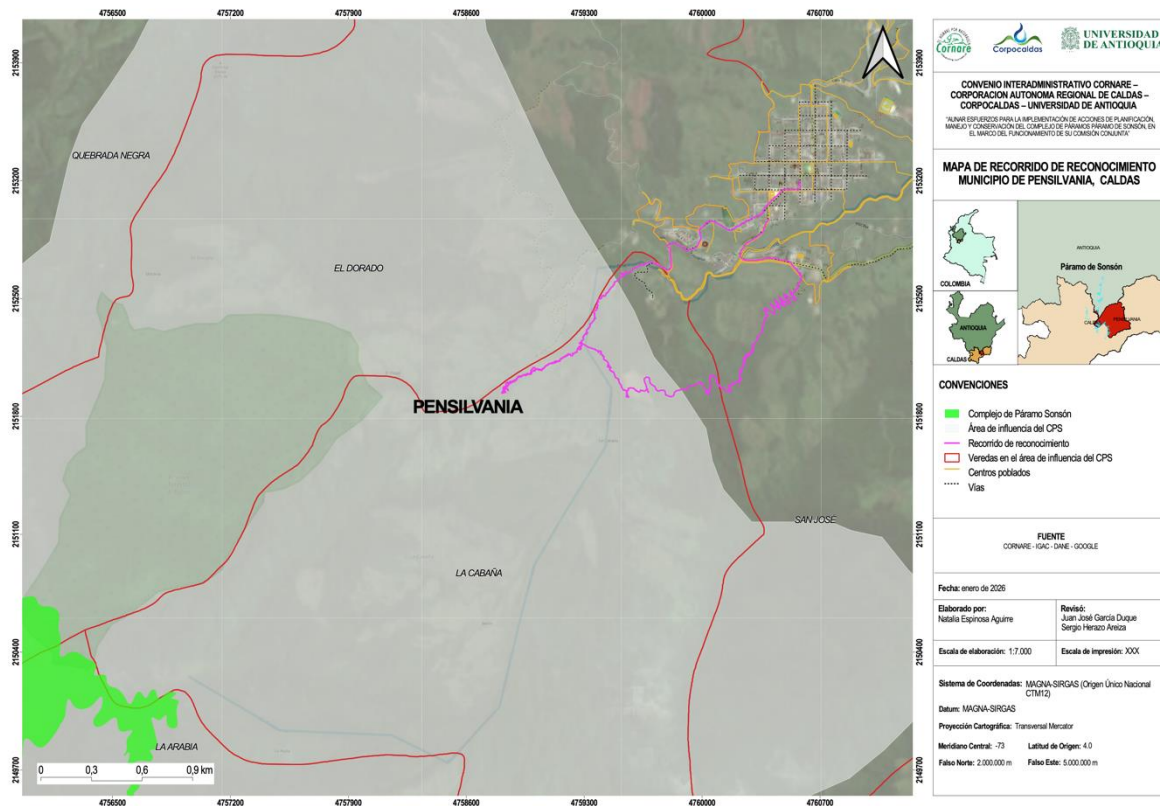


Figura 2. Recorrido de campo municipio de Pensilvania (2026).
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3. LOCALIZACIÓN

3.1 Complejo de Páramos Páramo de Sonsón

El Complejo de Páramos Páramo de Sonsón fue delimitado mediante la Resolución 0493 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por medio de la cual se delimita el Páramo Sonsón y se adoptan otras determinaciones “. Esta resolución estableció, en sus considerandos que:

“Presenta las coordenadas geográficas en 19 polígonos pertenecientes al Páramo Sonsón, el cual cuenta con un área de 9183.6 ha, el listado de coordenadas se presenta en el Anexo 3, estas coordenadas presenta como Dátum geodésico_ Magna – Sirgas, origen Bogotá”

No obstante, es importante precisar que tal como se muestra en los considerandos de dicha resolución, el sistema de coordenadas con el cual se realizó la medición de los 19 polígonos en el año 2016, con codificación según el European Petroleum Survey Group - EPSG:3116 “Magna -Sirgas, origen Bogotá” el cual estaba vigente para la fecha de expedición de este acto administrativo, es decir el 2016.

No obstante, es necesario precisar que en el año 2020, el IGAC, a través de las Resoluciones 471 de 2020 “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia” y 370 de 2021, “Por medio de la cual se establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia”, adoptó como coordenadas oficiales para Colombia, el sistema único MAGNASIRGAS / Origen-Nacional, con EPSG: 9377.

Estos ajustes generan modificaciones en las proyecciones cartográficas oficiales utilizadas para la realización de mediciones en el territorio nacional. Como resultado, los cálculos de área efectuados bajo este nuevo marco de referencia presentan ligeras diferencias respecto a los obtenidos con sistemas de referencia anteriores.

En este contexto, el área total del Complejo de Páramos Sonsón (CPS), calculada conforme a la actualización normativa, corresponde a 9.179,40 hectáreas, distribuidas entre los departamentos de Antioquia y Caldas, en las vertientes oriental y occidental de la cordillera Central colombiana. Del total del complejo, aproximadamente 3.074,42 ha (33,5 %) se localizan en jurisdicción del departamento de Antioquia, comprendiendo áreas de los municipios de Sonsón, Nariño, Argelia y El Carmen de Viboral. Por su parte, cerca de 6.104,98 ha (66,5 %) se encuentran en el departamento de Caldas, abarcando territorios de los municipios de Aguadas, Manzanares, Marulanda, Pácora, Pensilvania y Salamina.

La delimitación oficial del complejo está conformada por 19 polígonos (ver Figura 4). Los polígonos 1 al 12 corresponden al sector ubicado en el departamento de Antioquia, mientras

que los polígonos 14 al 19 se localizan en jurisdicción del departamento de Caldas. Por su parte, el polígono 13 se encuentra distribuido entre ambos departamentos. La extensión de estos polígonos presenta una marcada variabilidad espacial; destaca particularmente el polígono 18 en el municipio de Pensilvania, con una superficie aproximada de 4.029,61 hectáreas, constituyéndose en la unidad de mayor extensión dentro del complejo. En contraste, algunos polígonos presentan superficies menores a 20 ha, evidenciando la alta heterogeneidad y fragmentación espacial que caracteriza la delimitación del CPS.

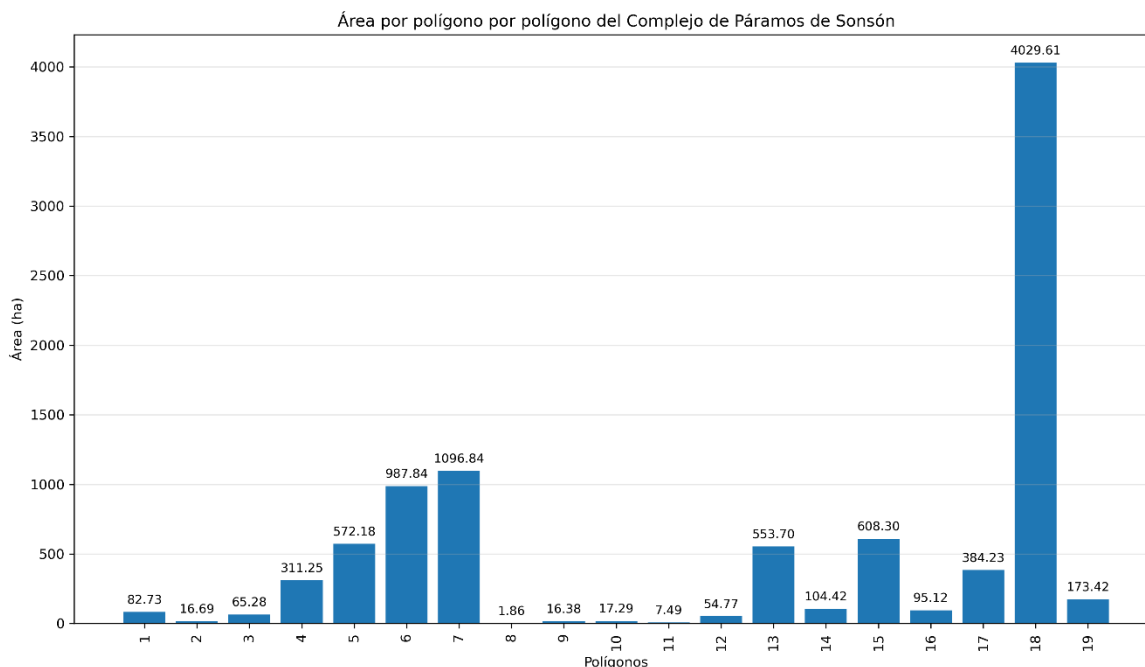


Figura 3. Distribución de áreas en los polígonos del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Desde el punto de vista hidrográfico, el complejo se localiza en áreas de cabecera que hacen parte de varias cuencas pertenecientes al área hidrográfica Magdalena–Cauca, entre las cuales se encuentran las cuencas de los ríos Arma, La Miel, Samaná Norte y Guarín, así como sectores asociados a tributarios directos del río Cauca. Esta configuración resalta la importancia del CPS dentro de la estructura hídrica regional, al constituirse como un territorio clave para la regulación, almacenamiento y provisión de recursos hídricos hacia las cuencas medias y bajas del sistema hidrográfico regional.

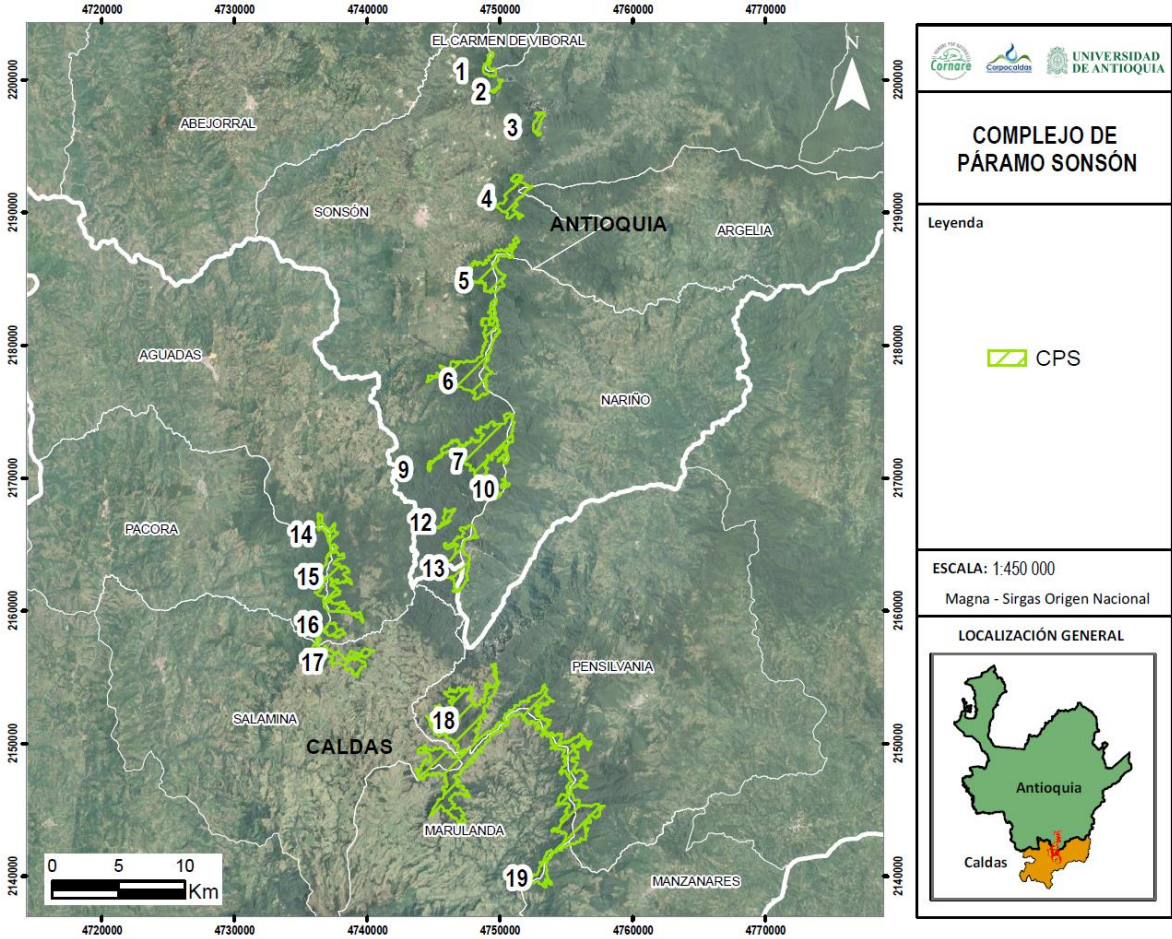


Figura 4. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

A continuación, en la Tabla 8 se presenta una tabla detallada con la distribución del CPS por municipio y departamento, así como la cuantificación de áreas y las alturas medias correspondientes a cada uno de los 19 polígonos. Se aclara que, conforme a lo descrito previamente, el cálculo de áreas y coordenadas se realizó a partir del sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS / CTM12 (EPSG:9377), también denominado origen único nacional.

Tabla 8. Resumen de áreas y ubicación de los polígonos del CPS

Polígono	Departamento	Municipio	Área del polígono por Municipio	Área Total del Polígono	Altura Media	Coord X (m)	Coord Y (m)
1	Antioquia	El Carmen de Viboral	31.05	82.73	2974.37	4749200.30	2200958.99
	Antioquia	Sonsón	51.67				

2	Antioquia	Sonsón	16.69	16.69	2943.83	4749510.85	2199130.80
3	Antioquia	Sonsón	65.28	65.28	3051.63	4752881.45	2196747.56
4	Antioquia	Argelia	21.61	311.25	3133.55	4751036.26	2191131.70
	Antioquia	Sonsón	289.64				
5	Antioquia	Nariño	112.63	572.18	3013.23	4749175.27	2185552.84
	Antioquia	Sonsón	459.55				
6	Antioquia	Nariño	138.21	987.84	3057.44	4747996.09	2178568.62
	Antioquia	Sonsón	849.63				
7	Antioquia	Nariño	63.32	1096.84	3045.54	4748765.29	2172307.91
	Antioquia	Sonsón	1033.52				
8	Antioquia	Nariño	0.27	1.86	2946.63	4744775.09	2171004.33
	Antioquia	Sonsón	1.59				
9	Antioquia	Sonsón	16.38	16.38	2968.48	4750296.28	2169887.63
10	Antioquia	Nariño	7.78	17.29	2952.56	4750383.48	2169468.79
	Antioquia	Sonsón	9.51				
11	Antioquia	Nariño	2.89	7.49	2942.53	4749922.54	2168747.20
	Antioquia	Sonsón	4.60				
12	Antioquia	Sonsón	54.77	54.77	2997.53	4746007.83	2167033.59
13	Antioquia	Nariño	173.81	553.70	3170.38	4736956.06	2166161.10
	Antioquia	Sonsón	231.83				
	Caldas	Pensilvania	148.06				
14	Caldas	Aguadas	76.53	104.42	3162.30	4746931.98	2163853.40
	Caldas	Pácora	27.89				
15	Caldas	Aguadas	453.60	608.30	3206.03	4737894.34	2160257.19
	Caldas	Pácora	154.69				
16	Caldas	Aguadas	91.99	95.12	3200.20	4737451.57	2158508.71
	Caldas	Pácora	3.13				
17	Caldas	Aguadas	9.64	384.23	3198.87	4737977.58	2156485.63
	Caldas	Pácora	6.66				
	Caldas	Salamina	367.93				
18	Caldas	Manzanares	15.16	4029.61	3554.24	4747219.43	2144215.67
	Caldas	Marulanda	1291.71				
	Caldas	Pensilvania	2346.33				
	Caldas	Salamina	376.41				
19	Caldas	Manzanares	88.97	173.42	3340.05	4753206.94	2140309.34
	Caldas	Marulanda	84.45				

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026), con base en la Resolución 0493 de 2016 del MADS

Adicionalmente, el 39,61% del CPS (3.635,83 ha) se encuentra clasificado como área prioritarias para la conservación dentro del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI)

Corporación Académica Ambiental de la Universidad de Antioquia

Nit: 890980040-8

Dirección: Calle 70 No. 52-72. Edificio de Extensión. Oficina 606. Medellín, Colombia

<https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ambiental>

Páramo de Vida Maitamá – Sonsón (ver Figura 5), área protegida declarada mediante el Acuerdo 388 de 2019, expedido por CORNARE (Antioquia), con el propósito de garantizar la conservación de los ecosistemas estratégicos de alta montaña, así como la regulación hídrica y la protección de la biodiversidad asociada a estos sistemas naturales.

Durante el año 2021 fue adoptado el Plan de Manejo del DRMI mediante el Acuerdo 412 de 2021, instrumento a través del cual se establecen las directrices de planificación, conservación y uso sostenible del territorio, incluyendo la zonificación ambiental, los lineamientos de manejo y las estrategias de gestión orientadas a la protección de los ecosistemas de páramo y bosque altoandino presentes en el área.

Este DRMI se ubica en jurisdicción de los municipios de Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón, al oriente del departamento de Antioquia, en la subregión Páramo de CORNARE. Limita al norte con El Carmen de Viboral y Cocorná, y al sur con el departamento de Caldas, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS.

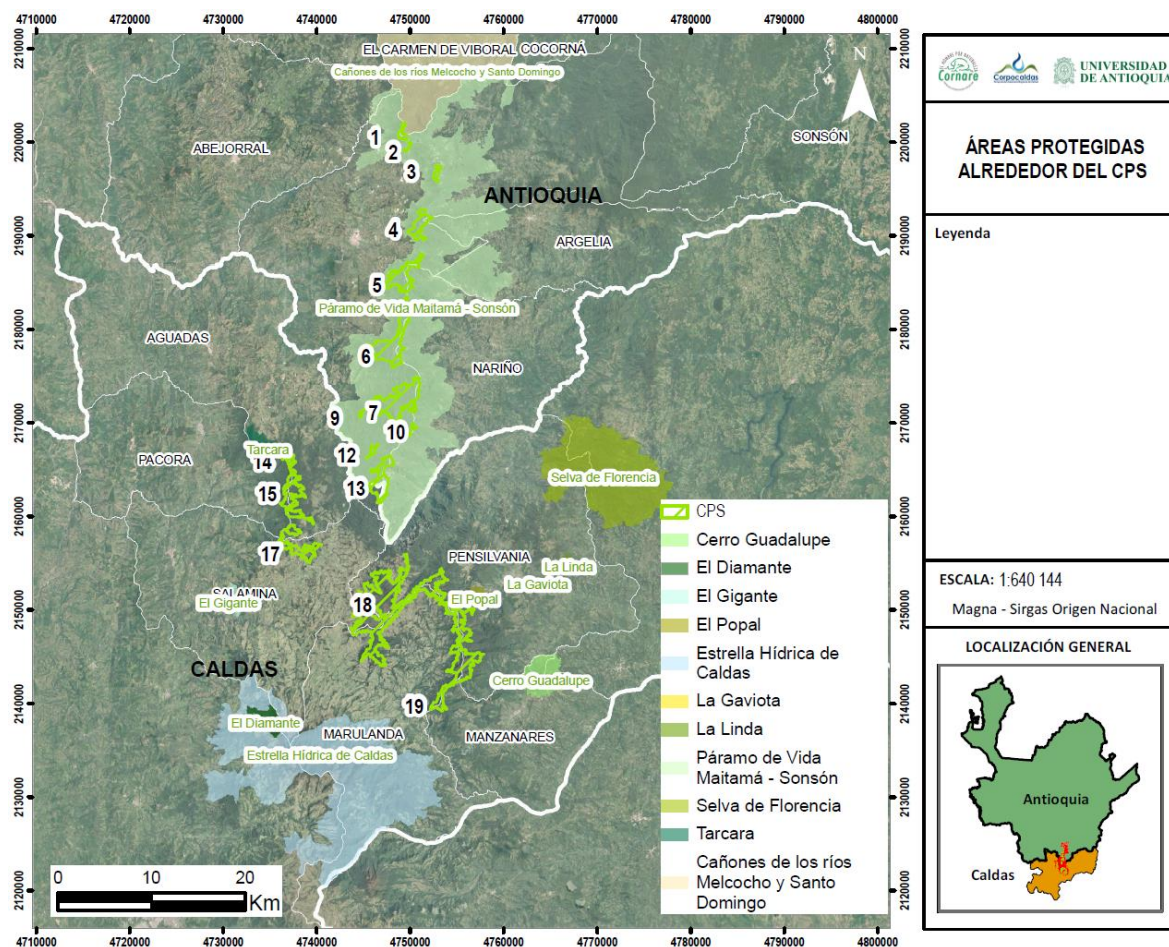


Figura 5. Complejo de Páramo y áreas protegidas

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Existen otras figuras de manejo ambiental localizadas en el entorno del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS), particularmente en el departamento de Caldas, las cuales complementan los esfuerzos de conservación regional y contribuyen a la protección de ecosistemas estratégicos asociados al gradiente altitudinal andino.

Entre estas se destaca el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, ubicado entre los municipios de Samaná y Pensilvania, con un rango altitudinal aproximado entre los 850 y 2.400 m s. n. m., el cual protege importantes ecosistemas de bosque andino y constituye una de las principales áreas núcleo de conservación de la región (Ver Figura 5).

En el municipio de Pensilvania se encuentra la Reserva Forestal Protectora El Popal, con una extensión aproximada de 243 ha de ecosistemas de bosque altoandino, de las cuales 12,43 ha corresponden a ecosistemas de páramo. Actualmente esta área protegida se encuentra en proceso de ampliación y su Plan de Manejo Ambiental está siendo actualizado. En este mismo municipio se localizan además la Reserva Forestal Protectora

La Linda y las Reservas Naturales de la Sociedad Civil El Guayabo y La Gaviota, ubicadas en las veredas San Pablo y San José, respectivamente, donde predominan ecosistemas de bosque húmedo premontano y bosque húmedo montano bajo (Ver Figura 5).

Por su parte, en el municipio de Aguadas se localiza la Reserva Forestal Protectora Tarcará, cuya altitud varía entre los 2.300 y 2.900 m s. n. m. Esta reserva cuenta con una extensión aproximada de 727 ha, de las cuales 9,04 ha presentan traslape con ecosistemas de páramo (Ver Figura 5).

Adicionalmente, alrededor del área de influencia se encuentran otras figuras de conservación como la Reserva Forestal Protectora Regional El Diamante, el Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Guadalupe, el Distrito Regional de Manejo Integrado Estrella Hídrica de Caldas y el Distrito de Conservación de Suelos El Gigante, las cuales contribuyen a la conservación de la biodiversidad, la regulación hídrica y la conectividad ecológica de los ecosistemas altoandinos del departamento de Caldas (Ver Figura 5).

3.2 Delimitación del Área de Influencia

La delimitación del Área de Influencia del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón (CPS) se orienta a identificar zonas localizadas alrededor de los polígonos definidos mediante la Resolución 0493 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), con el propósito de establecer un ámbito espacial en el cual sea posible articular proyectos estratégicos y acciones de gobernanza territorial asociados a la gestión integral del complejo de páramo.

Este ejercicio no pretende ampliar la delimitación oficial del complejo de páramo ni establecer zonas de transición o amortiguación, dado que el CPS se encuentra normativamente delimitado y no se configura como un área protegida propiamente dicha, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, y por ende tampoco como un determinante ambiental. En este sentido, el Área de Influencia se concibe como un instrumento operativo de planificación y articulación interinstitucional, y no como una figura adicional de ordenamiento ambiental.

De igual manera, el Área de Influencia no constituye un proceso de zonificación del complejo, considerando que la Resolución 0886 de 2018 establece los lineamientos técnicos para la zonificación interna del complejo. Adicionalmente, para el departamento de Antioquia ya se cuenta con un área protegida declarada en torno a este ecosistema, correspondiente al Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá– Sonsón, declarado mediante el Acuerdo 388 de 2019 del Consejo Directivo de CORNARE, considerando que el área a declarada corresponde a un área de especial importancia necesaria para la conservación del ecosistema estratégico del CPS, con el fin de impedir

su destrucción y permitir su conservación, por la importancia y función amortiguadora que ejercen los bosques alto andinos húmedos.

Para la delimitación de esta área de influencia, se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la articulación espacial de variables que permiten comprender, desde una perspectiva física, funcional y normativa, cuáles son las áreas que se encuentran alrededor del CPS que pueden ser usadas para contribuir a los procesos de gestión, conservación y gobernanza de este ecosistema.

En este sentido, la delimitación del área de influencia se realiza mediante el análisis de una ventana de estudio ampliada, definida alrededor del CPS, dentro de la cual se identifican y analizan diferentes variables biofísicas y funcionales que permiten reconocer los elementos territoriales con mayor interacción con el CPS. Esto facilitó la identificación de áreas estratégicas relacionadas con la dinámica hidrológica, la conectividad ecológica, la estructura del paisaje y los procesos de uso y ocupación del territorio, las cuales resultan determinantes para la gestión integral del ecosistema de páramo.

A continuación, se presentan los resultados de las variables consideradas para la delimitación del área de influencia, así como los criterios utilizados para su integración y análisis espacial.

3.2.1 Ventana de estudio

La ventana de estudio corresponde al área territorial definida para el análisis espacial de las variables consideradas en la delimitación del área de influencia del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón (CPS). Esta ventana se generó a partir de un polígono de forma rectangular que abarca el CPS y las zonas circundantes, con el fin de disponer de un ámbito territorial suficientemente amplio que permitiera identificar las principales características biofísicas, ecológicas y funcionales del territorio asociado al CPS.

La definición de esta ventana de análisis incorpora el área delimitada del complejo de páramo, así como aquellos territorios adyacentes que presentan relaciones funcionales con este ecosistema, particularmente en términos de dinámica hidrológica, conectividad ecológica, estructura del paisaje y procesos de uso y ocupación del suelo. De esta manera, se garantiza que el análisis de las variables consideradas para la delimitación del área de influencia se realice dentro de un contexto territorial más amplio, que permita comprender las interacciones entre el páramo y su entorno inmediato.

En este sentido, la definición de la ventana de estudio consideró la inclusión de las áreas protegidas previamente descritas, así como otros ecosistemas estratégicos presentes en el entorno del CPS, tales como los bosques altoandinos, bosques andinos y demás coberturas naturales que desempeñan un papel fundamental en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, la conectividad ecológica y el mantenimiento de procesos ecológicos a

escala regional. La incorporación de estos elementos permite disponer de un ámbito territorial suficientemente representativo para la delimitación del área de influencia del complejo de páramo, reconociendo las relaciones ecológicas y funcionales que trascienden sus límites administrativos y facilitando la identificación de aquellas áreas que, por sus características ambientales y su interacción con el ecosistema paramuno, pueden influir en su conservación, funcionamiento y sostenibilidad a largo plazo.

La ventana de estudio definida para el desarrollo de los análisis espaciales posee una superficie de 590.585,29 hectáreas, formando un polígono de 99.7091 km de alto y 59.2308 km de base (ver Figura 6), área que incluye el CPS y una porción representativa de los territorios circundantes en los departamentos de Antioquia y Caldas.

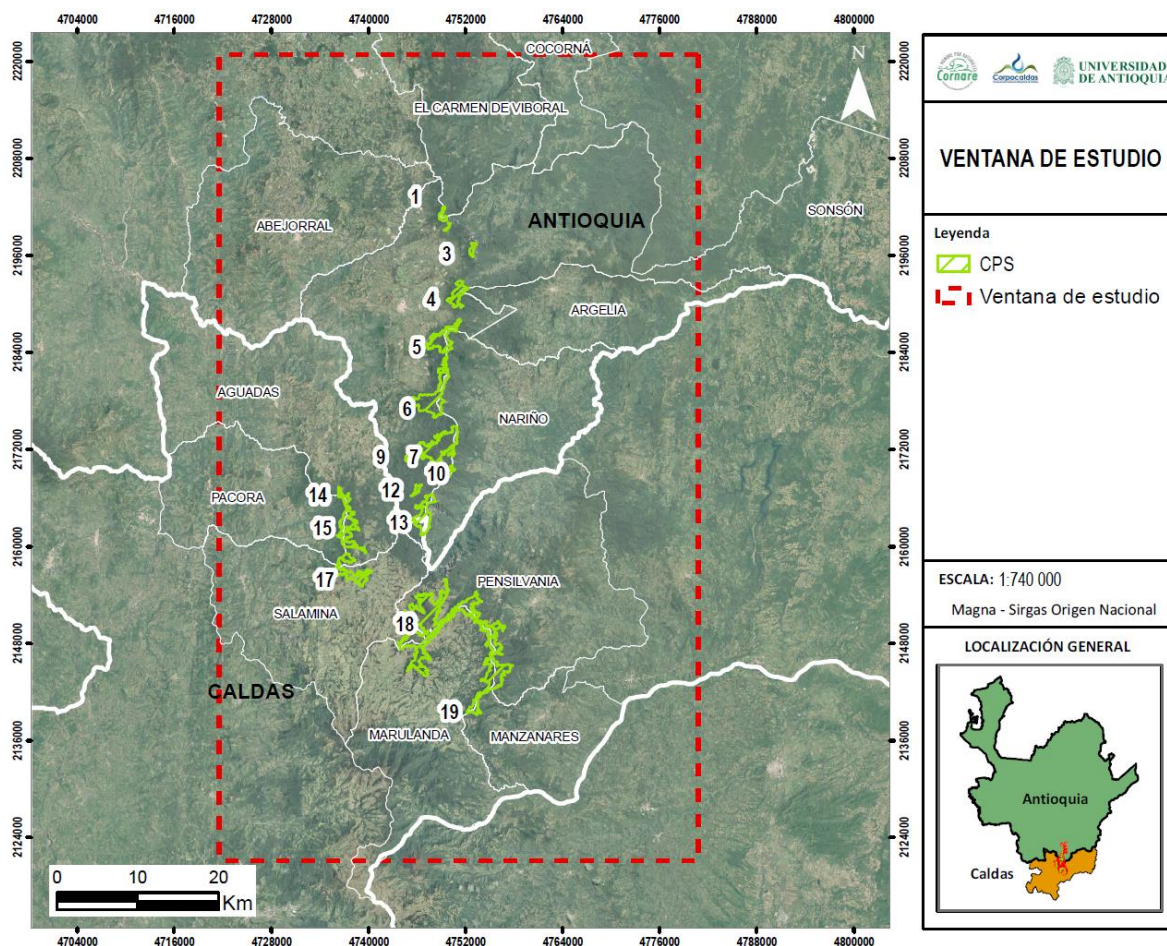


Figura 6. Ventana de estudio.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3.2.2. Pérdida de coberturas en la ventana de estudio

La dinámica de pérdida de coberturas de la tierra para la ventana de estudio muestra una variabilidad interanual en la cual se identifican picos significativos en algunos periodos, particularmente hacia el año 2017, donde se registra el mayor valor de pérdida de cobertura dentro de la serie analizada (ver Figura 7).

No obstante, desde el punto de vista espacial, la pérdida de cobertura no se concentra de manera puntual dentro del área delimitada del Complejo de Páramos Sonsón, sino que tiende a localizarse principalmente en las zonas periféricas y en áreas de menor altitud dentro de la ventana de estudio. En particular, estas dinámicas se ven con mayor intensidad en sectores localizados en jurisdicción de municipios como Pensilvania y Pácora (departamento de Caldas), así como Sonsón y Argelia (departamento de Antioquia), donde las transformaciones del paisaje se relacionan principalmente con actividades agropecuarias, procesos de ampliación de la frontera productiva y cambios en los sistemas de cobertura vegetal.

En términos generales, los resultados muestran que el complejo de ecosistemas de páramo mantiene una relativa estabilidad en comparación con las zonas de transición y áreas circundantes, lo cual refuerza la importancia de fortalecer las estrategias de gestión, conservación y control del uso del suelo en las áreas periféricas del complejo, dado que estas zonas funcionan como espacios de amortiguación ecológica y conectividad entre los ecosistemas de alta montaña y los sistemas productivos del territorio.

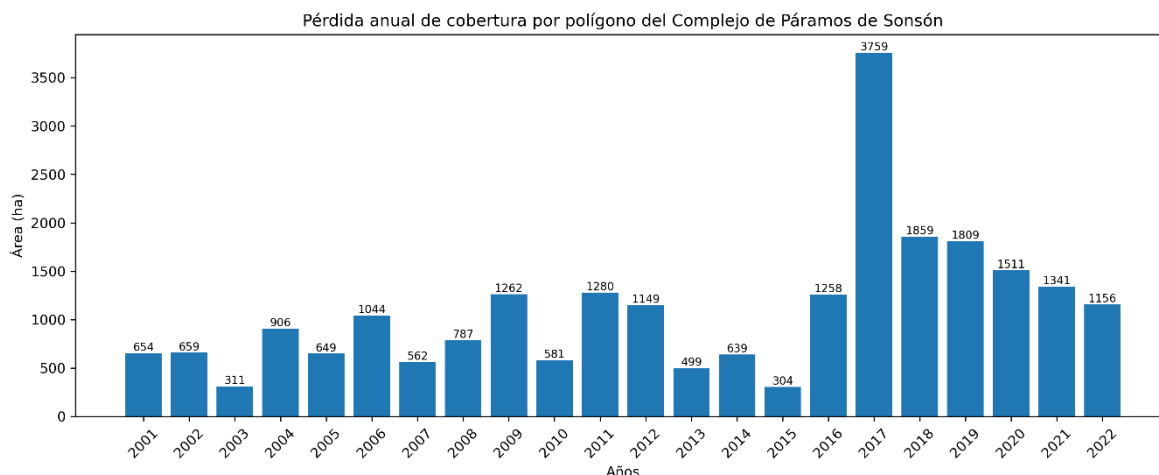


Figura 7. Pérdida de coberturas.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

En términos generales, para el periodo analizado (2001–2022) se registra una pérdida acumulada de coberturas de la tierra de 23.980,0 hectáreas dentro de la ventana de estudio (ver Figura 8). Este valor muestra la magnitud de los procesos de transformación del paisaje

ocurridos en el territorio circundante al CPS durante las últimas dos décadas, asociados principalmente a dinámicas de expansión de la frontera agropecuaria, cambios en el uso del suelo y procesos de ocupación del territorio en zonas de media y baja altitud.

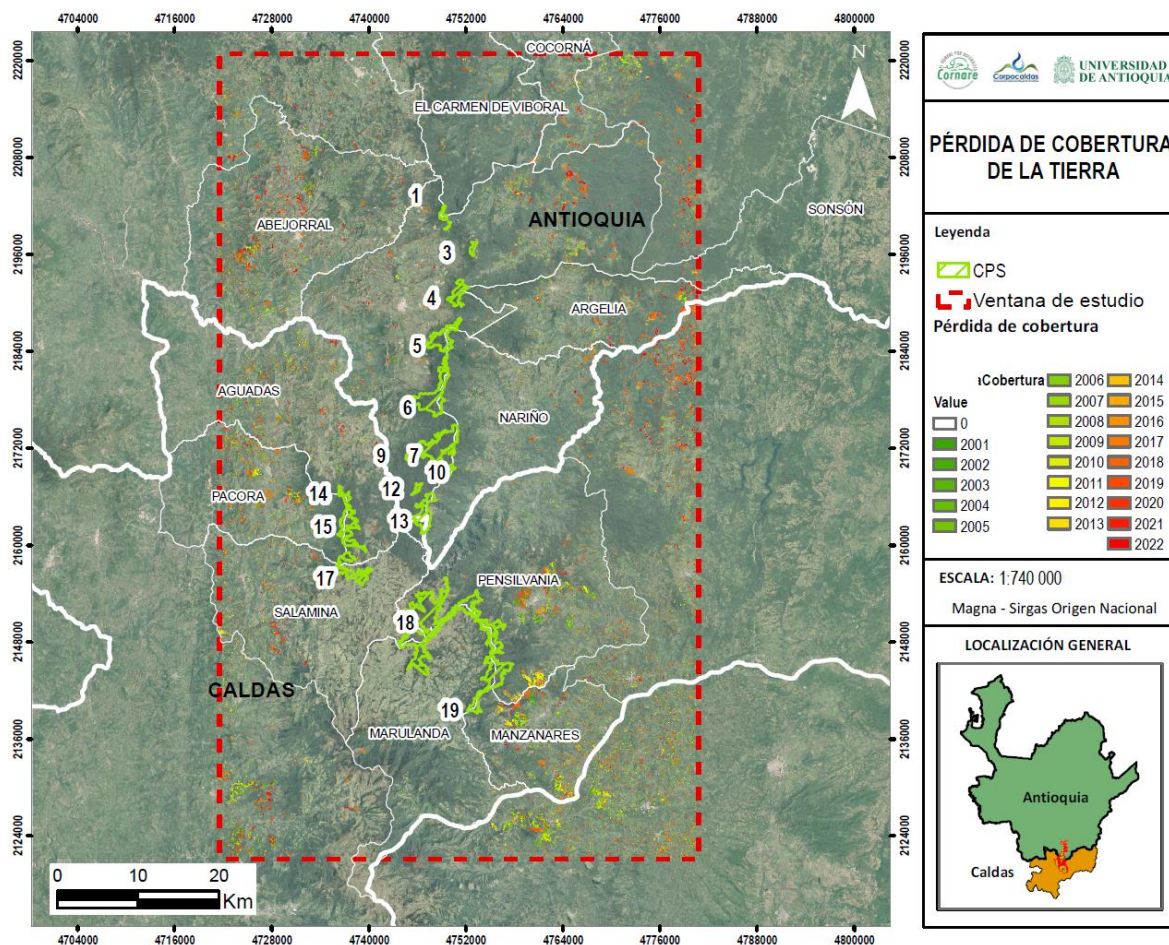


Figura 8. Área de pérdida de cobertura de la tierra.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3.2.3. Ganancia de coberturas en la ventana de estudio

El análisis de ganancia de cobertura arbórea dentro de la ventana de estudio evidencia un total aproximado de 1.868,01 hectáreas, las cuales se localizan principalmente en sectores de menor altitud del Complejo de Páramos Sonsón (CPS) y en áreas periféricas al ecosistema de páramo (ver Figura 9).

Desde el punto de vista espacial, estas áreas de ganancia se encuentran asociadas a zonas que, de acuerdo con el análisis histórico de imágenes satelitales, fueron previamente transformadas mediante procesos de deforestación relacionados con actividades agrícolas

y ganaderas. Posteriormente, y posiblemente debido a procesos de abandono productivo, regeneración natural o iniciativas de restauración, estas áreas han experimentado procesos de reforestación pasiva o activa, lo que ha permitido la recuperación parcial de la cobertura arbórea.

No obstante, es importante mencionar que la ganancia de cobertura se ha generado también a partir del establecimiento de plantaciones forestales, las cuales han reemplazado progresivamente actividades ganaderas, situación evidenciada principalmente en los municipios de Pensilvania y Manzanares. No obstante, es necesario señalar que estas coberturas de bosque no corresponden, en todos los casos, a ecosistemas plenamente consolidados en términos de estructura y composición vegetal, dado que con frecuencia se trata de vegetación secundaria o de estados tempranos de sucesión ecológica.

A pesar de esta condición, dichas áreas pueden desempeñar un papel funcional relevante dentro del paisaje, al contribuir a la conectividad ecológica, la regulación hídrica y la recuperación progresiva de la estructura ecológica del territorio, aspectos fundamentales para el mantenimiento de las funciones ecosistémicas asociadas al CPS.

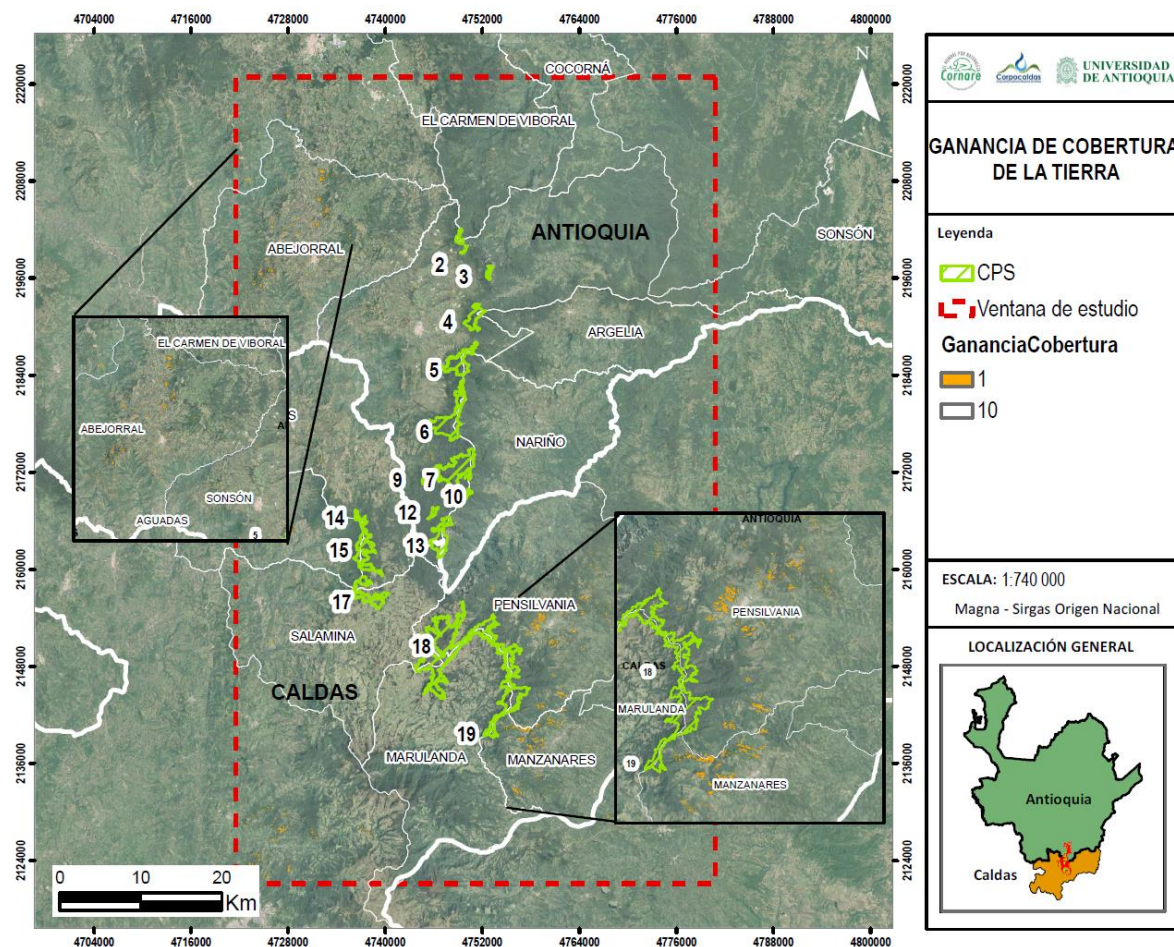


Figura 9. Área de ganancia de cobertura de la tierra.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Tal como se puede apreciar en la Figura 9, las mayores ganancias de cobertura se localizan principalmente hacia el costado noroccidental y suroriental de la ventana de estudio, particularmente en sectores asociados a los municipios de Abejorral, Sonsón y Argelia en el departamento de Antioquia, así como en algunos sectores del departamento de Caldas, principalmente de los municipios de Manzanares y Pensilvania. Estas áreas corresponden en gran medida a zonas de transición entre los ecosistemas de alta montaña y las áreas productivas del territorio, donde históricamente se han desarrollado actividades agropecuarias.

En estos sectores, los procesos de regeneración de la cobertura arbórea parecen estar asociados a dinámicas de abandono de áreas productivas, procesos de sucesión natural o iniciativas locales de restauración, de igual manera, también pueden deberse al establecimiento de plantaciones forestales en los últimos años, lo cual ha permitido la recuperación parcial de la vegetación. Si bien estas coberturas no corresponden

necesariamente a bosques maduros o plenamente estructurados, sí representan etapas tempranas o intermedias de sucesión ecológica, que pueden contribuir progresivamente a la recuperación de la estructura del paisaje y al fortalecimiento de la conectividad ecológica entre los ecosistemas de bosque altoandino y las áreas de páramo del complejo.

Es importante precisar que los resultados de ganancia de cobertura no deben interpretarse como una compensación directa de las áreas donde se registró pérdida de cobertura. Aunque ambas variables describen procesos de cambio en el territorio, su relación no corresponde a una resta simple entre las superficies obtenidas, dado que las áreas de ganancia y pérdida no necesariamente coinciden espacialmente.

Con el fin de evaluar dicha relación, se realizó una superposición espacial entre las capas de pérdida y ganancia de cobertura. Los resultados evidencian que gran parte de las áreas donde se presentan procesos de recuperación o establecimiento de nuevas coberturas se localizan en sectores diferentes a aquellos donde ocurrió la pérdida. Como consecuencia, del total de pérdida identificada se mantiene una pérdida efectiva de 23.592,371 ha.

Este resultado indica que los procesos de ganancia observados en el territorio no compensan espacialmente la pérdida registrada, por lo que ambas dinámicas deben ser analizadas de manera complementaria y no como variables equivalentes. De esta forma, la pérdida efectiva permite evidenciar con mayor precisión la magnitud de la transformación territorial y la persistencia de los procesos asociados al cambio de uso del suelo y a la sustitución de coberturas naturales por otras actividades presentes en el área de estudio.

3.2.4. NDVI

Para el análisis de la condición de la vegetación dentro de la ventana de estudio se utilizó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) como indicador proxy del estado y vigor de la cobertura vegetal. Este índice permite identificar áreas con mayor densidad y actividad fotosintética, lo cual suele estar asociado a vegetación natural bien conservada o con mayor grado de desarrollo estructural. Los valores del NDVI oscilan entre -1 y +1, donde los valores más altos indican mayor concentración de biomasa, mientras que los valores bajos o cercanos a cero representan escasa o nula cobertura vegetal; valores negativos suelen asociarse a cuerpos de agua u otras superficies no vegetadas.

En este sentido, se estableció como criterio de análisis la identificación de aquellos píxeles con valores de NDVI superiores a 0,8, los cuales fueron considerados como indicadores de coberturas vegetales con altos niveles de conservación o densidad foliar. A partir de este umbral se realizó la separación espacial de las áreas con mayor integridad ecológica, permitiendo diferenciar sectores donde predominan coberturas de tipo boscoso o vegetación natural densa frente a otras áreas con menor vigor vegetal o mayor grado de intervención.

De esta manera, el NDVI se emplea como una variable de apoyo para la identificación de zonas prioritarias en términos de conservación de la vegetación, particularmente en aquellos sectores donde las coberturas naturales presentan mayor continuidad y estructura. Este análisis resulta relevante para comprender la distribución espacial de las áreas mejor conservadas dentro del territorio, así como para identificar posibles zonas de transición entre los ecosistemas de bosque altoandino, subpáramo y páramo presentes en el ámbito del CPS.

Es importante precisar que la interpretación de los valores de NDVI debe considerar el contexto ecológico de cada cobertura; en particular, en los ecosistemas de páramo es esperable la presencia de valores relativamente bajos, debido a la predominancia de vegetación de porte bajo y las condiciones biofísicas propias de alta montaña, que inciden en una menor respuesta espectral en comparación con coberturas boscosas. En este sentido, los valores bajos de NDVI observados dentro de los polígonos del Complejo de Páramos Sonsón no deben interpretarse como indicadores de degradación o bajo estado de conservación, sino como una característica de la estructura, composición y funcionamiento ecológico de estos ecosistemas de páramo.

Como resultado del análisis se identifican sectores con valores elevados del índice NDVI, los cuales se concentran principalmente hacia el sector nororiental de la ventana de estudio (ver Figura 10). Estas áreas se localizan particularmente en jurisdicción de municipios como El Carmen de Viboral, Sonsón, Argelia y Nariño, donde se evidencian condiciones favorables de cobertura vegetal y mayor densidad de vegetación.

En varios de estos sectores, las áreas con valores altos de NDVI presentan una importante superposición espacial con el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá – Sonsón, lo cual sugiere la presencia de coberturas vegetales bien conservadas asociadas a ecosistemas de bosque altoandino, subpáramo y vegetación de alta montaña. Esta condición refleja la relevancia de estas zonas en términos de integridad ecológica y funcionalidad ecosistémica, dado que contribuyen al mantenimiento de procesos clave como la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la conectividad ecológica del complejo de páramos.

En este sentido, los resultados del NDVI permiten identificar sectores estratégicos para la conservación dentro del territorio, los cuales coinciden en gran medida con áreas bajo alguna figura de manejo y/o con menor grado de intervención antrópica, reforzando la importancia de estas zonas para la gestión y protección del CPS.

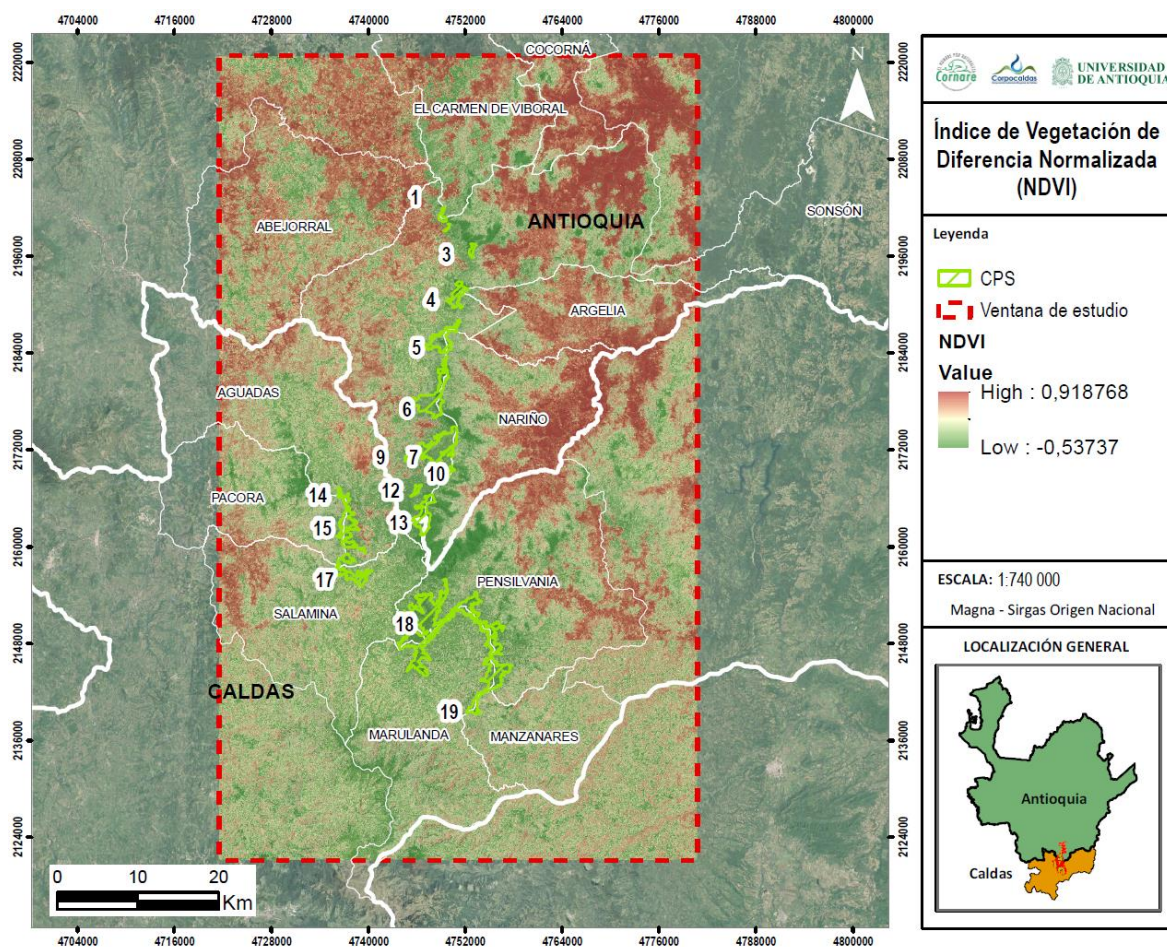


Figura 10. NDVI en la ventana de estudio.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3.2.5 Corredores ecológicos

La conectividad ecológica constituye un elemento fundamental para el mantenimiento de los procesos ecológicos y funcionales del paisaje, especialmente en ecosistemas de alta montaña como el Complejo de Páramos de Sonsón (CPS). Estos sistemas dependen en gran medida de la continuidad estructural y funcional de las coberturas naturales, la cual permite el flujo de especies, la dispersión de semillas, el movimiento de fauna y el mantenimiento de procesos ecosistémicos asociados a la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad.

El presente análisis se desarrolló sobre la ventana de estudio, la cual constituye el ámbito territorial de referencia para la construcción de la matriz de resistencia y la evaluación de la conectividad ecológica. En este sentido, la matriz de resistencia fue generada para la

totalidad de la ventana de estudio, con el fin de representar las condiciones de permeabilidad o restricción al movimiento de especies y al flujo de procesos ecológicos.

Posteriormente, el análisis de conectividad fue ejecutado sobre esta misma superficie de análisis, priorizando los polígonos que conforman el Complejo de Páramos de Sonsón como elementos núcleo de conectividad. A partir de estos nodos se evaluaron las relaciones espaciales y funcionales existentes con los ecosistemas naturales circundantes, particularmente los bosques andinos y altoandinos presentes en el área de estudio. Esto permitió identificar las áreas que facilitan la conectividad ecológica entre los diferentes polígonos del CPS y reconocer aquellos territorios que mantienen una relación funcional con el ecosistema paramuno. De esta manera, los resultados obtenidos del análisis de conectividad son un insumo técnico para la delimitación del área de influencia, al identificar sectores que contribuyen al mantenimiento de los procesos ecológicos, la conectividad del paisaje y la sostenibilidad del complejo de páramo a escala regional.

2.2.5.1. Valores objeto de conservación y análisis de aspectos funcionales

Dentro del Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá – Sonsón, se establecen diferentes Valores Objeto de Conservación (VOC) asociados a la biodiversidad y funcionalidad ecológica del complejo. Entre estos, se destaca la presencia del *Puma concolor*, especie emblemática de los ecosistemas de montaña de los Andes colombianos y considerada un referente ecológico para la región de los departamentos de Antioquia y Caldas.

El puma (*Puma concolor*) cumple un papel fundamental como depredador tope dentro de las redes tróficas, contribuyendo a la regulación de poblaciones de herbívoros y al mantenimiento del equilibrio ecológico del paisaje. Debido a su amplio rango de movilidad, requerimientos de hábitat extensos y sensibilidad frente a la fragmentación del paisaje, esta especie es ampliamente utilizada como especie sombrilla para el diseño de corredores ecológicos y análisis de conectividad del paisaje.

En este sentido, el *Puma concolor* fue seleccionado como especie focal para la modelación de corredores ecológicos dentro del área de estudio, permitiendo identificar aquellas zonas del territorio que presentan condiciones favorables para su desplazamiento y uso del hábitat. A partir de esta aproximación se evaluaron diferentes variables estructurales y funcionales del paisaje, las cuales influyen en la capacidad de la especie para movilizarse a través del territorio (ver Tabla 9).

Tabla 9. Análisis de variables funcionales y ecológicas.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	VALOR	FUENTE
Cobertura del suelo	Prefiere bosques densos y evita áreas abiertas.	3.1.1 Bosques frondosos, 3.1.2 Bosques de coníferas, 3.1.3 Bosques mixtos, 3.2.1 Matorrales y zonas arbustivas, 5.1.1 Humedales interiores	(Sunquist y Sunquist, 2002)
Tamaño mínimo de parches de hábitat	Áreas mínimas necesarias para ser consideradas hábitat funcional.	≥ 50 ha de bosque continuo	(Di Bitetti <i>et al.</i> , 2006)
Densidad de vegetación (NDVI)	Necesita vegetación densa para refugio y caza.	Índice de NDVI > 0.8 (alta cobertura vegetal)	(Emmons y Feer, 1997; Martínez-Calderas <i>et al.</i> , 2015)
Fragmentación del hábitat	Evita áreas con alta fragmentación.	Índice de fragmentación < 0.3 (baja fragmentación)	
Pendiente del terreno	Prefiere zonas con pendiente moderada.	5 - 30% de inclinación	
Ancho de corredores ecológicos	Determina la conectividad funcional entre parches de hábitat.	> 500	(Laack, 1991)
Distancia máxima recorrida en corredores	Máxima distancia que puede desplazarse a través de un corredor.	5 -10 km	(Haines <i>et al.</i> , 2005)

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

A partir de la evaluación de estas variables se establecieron criterios espaciales y funcionales para identificar áreas con mayor potencial de conectividad dentro del paisaje, permitiendo definir rutas de desplazamiento potencial para la especie y, en consecuencia, delimitar corredores ecológicos que favorezcan la conectividad entre los ecosistemas de bosque altoandino, subpáramo y páramo presentes en el CPS.

2.2.5.2. Ponderación de variables ráster

Para la construcción del modelo de conectividad ecológica se empleó un análisis multicriterio mediante combinación ponderada de variables espaciales, el cual permite integrar diferentes factores biofísicos que influyen en la permeabilidad del paisaje y la funcionalidad ecológica del territorio. Este tipo de aproximación es ampliamente utilizado en estudios de conectividad del paisaje, dado que facilita representar la interacción entre

variables ambientales que condicionan el desplazamiento de especies y la continuidad de los ecosistemas.

Los pesos asignados a cada variable fueron definidos considerando su relevancia ecológica dentro del sistema de páramo y su influencia en los procesos de conectividad, particularmente en relación con la disponibilidad de cobertura vegetal, la dinámica reciente del paisaje y las condiciones físicas del terreno. De esta manera, se buscó priorizar aquellas variables que tienen mayor incidencia en la estructura y funcionalidad de los hábitats naturales, así como en la capacidad del paisaje para permitir el desplazamiento de especies.

En este contexto, las variables seleccionadas (ver Tabla 10) corresponden a indicadores de condición de la vegetación, dinámica de cambio de coberturas, estructura del paisaje y características topográficas, las cuales fueron integradas en formato ráster para la generación de una superficie de aptitud para la conectividad ecológica.

Tabla 10. Variables y pesos para la conectividad.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	PESO
Pérdida y ganancia de coberturas	Representa las dinámicas recientes de transformación del paisaje, permitiendo identificar áreas con procesos de degradación o recuperación de la vegetación.	0,286
NDVI	Índice de vigor y densidad de la vegetación, utilizado como indicador de áreas con mayor estado de conservación y continuidad vegetal.	0,346
Pendientes	Variable que permite identificar restricciones físicas del terreno y zonas con menor presión de uso antrópico.	0,081
Coberturas de la tierra	Representa la estructura actual del paisaje y la distribución de coberturas naturales y transformadas.	0,287

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Los resultados de la ponderación de la Tabla 10 muestran que el NDVI presenta el mayor peso dentro del modelo (0,346), debido a su capacidad para representar la condición estructural y funcional de la vegetación, elemento fundamental para la conectividad de los ecosistemas de alta montaña. En segundo lugar, se ubican las variables asociadas a la estructura y dinámica del paisaje: coberturas de la tierra (0,287) y pérdida y ganancia de coberturas (0,286), las cuales permiten identificar tanto la distribución actual de las coberturas naturales y transformadas como los procesos recientes de transformación, degradación o recuperación del territorio. Finalmente, la variable pendiente (0,081) se

incorpora como un factor complementario que permite reconocer condiciones topográficas que pueden influir en la presión antrópica y en la accesibilidad del territorio.

La integración de estas variables permitió generar una superficie continua de aptitud para la conectividad ecológica, a partir de la cual se identificaron áreas con mayor potencial para el establecimiento de corredores ecológicos que contribuyan al mantenimiento de la funcionalidad del paisaje y a la conectividad entre los ecosistemas asociados al Complejo de Páramos Sonsón y su entorno regional.

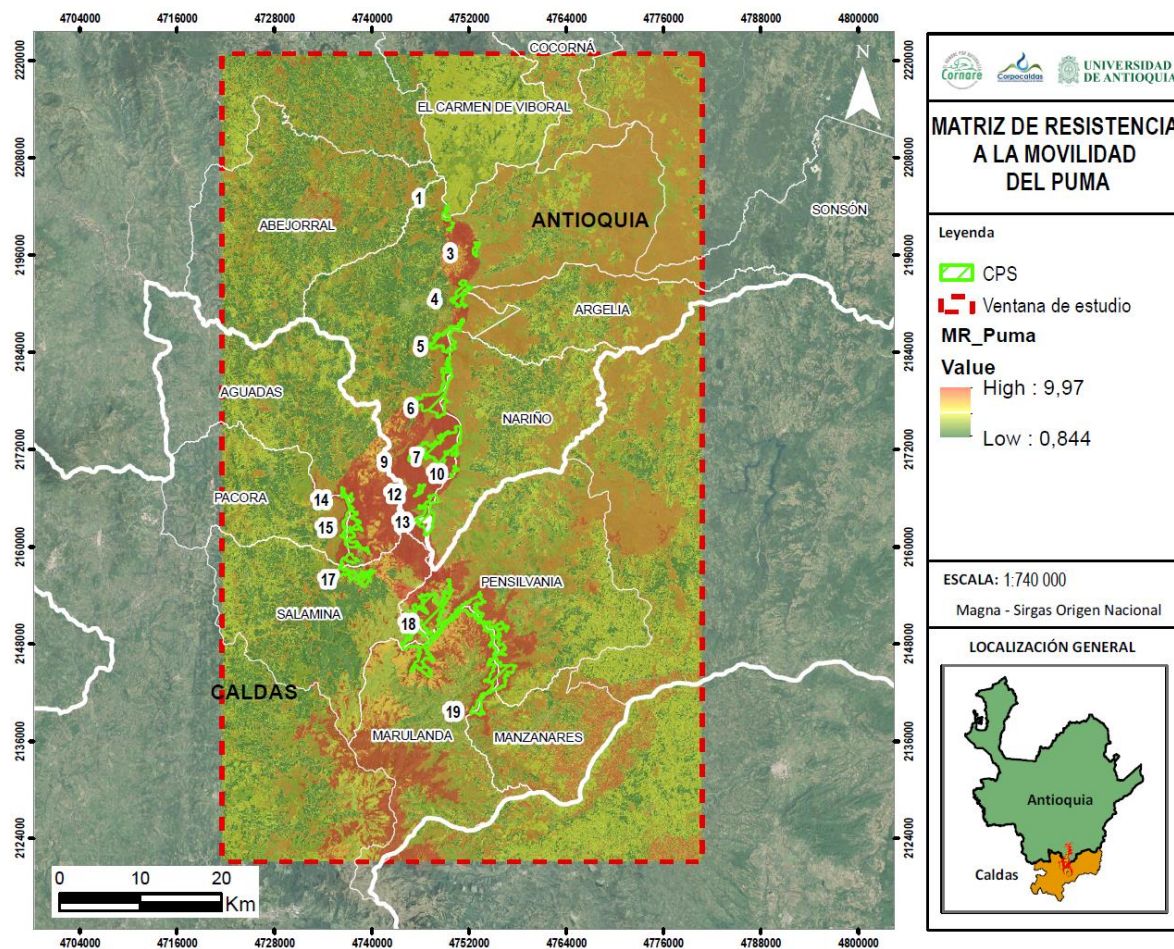


Figura 11. Matriz de resistencia a la movilidad del Puma.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

2.2.5.2.1. Justificación de la selección de variables

La selección de variables para la construcción del modelo de conectividad ecológica se realizó bajo criterios de representatividad ecológica, capacidad explicativa, disponibilidad de información a escala regional y minimización de redundancias estadísticas. El propósito fue construir una superficie de análisis que reflejara de manera adecuada los principales

factores que condicionan la conectividad del paisaje, garantizando al mismo tiempo la independencia conceptual y espacial de las variables utilizadas.

La conectividad ecológica es el resultado de la interacción entre la estructura del paisaje, el estado de conservación de los ecosistemas y los procesos de transformación que afectan la movilidad de las especies y el flujo de procesos ecológicos (Taylor et al., 1993; Crooks & Sanjayan, 2006). En consecuencia, las variables seleccionadas buscan representar estos componentes fundamentales mediante indicadores que sintetizan tanto condiciones biofísicas como los efectos de las actividades humanas sobre el territorio.

La variable de pérdida y ganancia de coberturas fue incorporada debido a su capacidad para representar las dinámicas recientes de transformación del paisaje. Esta variable permite identificar áreas sometidas a procesos de degradación, fragmentación o cambio de uso del suelo, así como sectores donde se evidencia recuperación de la cobertura vegetal. Desde la perspectiva de la ecología del paisaje, los cambios en la cobertura constituyen uno de los principales factores que modifican la funcionalidad ecológica de los ecosistemas y alteran los patrones de conectividad (Fahrig, 2003; Haddad et al., 2015).

Por su parte, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) fue utilizado como un indicador del vigor, densidad y continuidad de la vegetación. Este índice permite diferenciar áreas con mayores niveles de conservación y cobertura vegetal continua de aquellas sometidas a procesos de intervención o degradación, constituyéndose en una aproximación ampliamente utilizada para evaluar la calidad de hábitat, la integridad ecológica y la capacidad de los ecosistemas para mantener flujos biológicos (Pettorelli et al., 2005).

Las coberturas de la tierra fueron incorporadas por representar la estructura actual del paisaje y la distribución espacial de las coberturas naturales y transformadas. Esta variable integra de manera implícita gran parte de las presiones antrópicas presentes en el territorio, incluyendo áreas urbanas, sistemas productivos, infraestructura y ecosistemas naturales. Numerosos estudios de conectividad han demostrado que las coberturas constituyen una de las variables más importantes para la construcción de superficies de resistencia, dado que reflejan las condiciones de permeabilidad o restricción al movimiento de especies y al flujo de procesos ecológicos (Adriaensen et al., 2003; McRae et al., 2008; Zeller et al., 2012).

La pendiente fue incluida como una variable de control biofísico que influye tanto en la distribución de los ecosistemas como en los patrones de ocupación humana. Las condiciones topográficas pueden modificar la accesibilidad, los procesos de transformación del territorio y la distribución de hábitats, influyendo de manera directa sobre la conectividad funcional del paisaje (Zeller et al., 2012).

La selección final de estas variables también respondió al principio metodológico de evitar la incorporación de factores altamente correlacionados. En modelación ecológica y análisis espacial se reconoce que la inclusión simultánea de variables que representan un mismo fenómeno puede generar problemas de multicolinealidad, sobreponderación de determinados factores y distorsiones en la interpretación de los resultados (Zuur et al., 2010). Por esta razón, variables como conflictos de uso del suelo, presión antrópica, expansión de infraestructura o determinadas variables socioeconómicas no fueron incorporadas de manera independiente dentro del modelo, dado que gran parte de la información que contienen ya se encuentra representada directa o indirectamente en las coberturas de la tierra y en las dinámicas de pérdida y ganancia de cobertura vegetal.

Por ejemplo, los conflictos de uso del suelo son, en gran medida, una manifestación espacial de la interacción entre coberturas naturales y actividades productivas o urbanas. De igual forma, los procesos de expansión de infraestructura, transformación agropecuaria o crecimiento urbano terminan reflejándose en los cambios observados en las coberturas del territorio y en los patrones de pérdida de vegetación. En consecuencia, su incorporación adicional podría introducir información redundante sin aportar una mejora significativa en la capacidad explicativa del modelo. Diversos autores han señalado que la construcción de superficies de resistencia debe priorizar variables con significado ecológico claro y evitar la acumulación de factores redundantes que puedan generar incertidumbre o sesgos en los resultados (Cushman et al., 2013; Zeller et al., 2012).

Bajo esta perspectiva, las variables seleccionadas permiten representar de manera integrada los principales gradientes ecológicos y de transformación del paisaje, capturando tanto las condiciones actuales de conservación como los procesos recientes de intervención antrópica. Esto garantiza una aproximación metodológicamente sólida para la identificación de áreas estratégicas para la conectividad ecológica, evitando redundancias y fortaleciendo la robustez técnica de los resultados obtenidos.

2.2.5.3. Análisis de distancias y corredores ecológicos

Con el fin de evaluar la relación entre la distancia de desplazamiento y el costo acumulado del paisaje, se realizó un análisis de truncamiento de distancias a partir de diferentes umbrales espaciales. Este procedimiento permite identificar la correspondencia entre la longitud de los caminos de menor costo (Least Cost Path – LCP) y las unidades de costo acumulado derivadas de la superficie de resistencia del paisaje, permitiendo así estimar distancias funcionales para el establecimiento de corredores ecológicos. Las distancias evaluadas fueron 1000 m, 800 m, 600 m, 400 m, 200 m y 100 m.

Estos valores permiten analizar cómo varía la relación entre distancia y costo acumulado dentro del modelo de conectividad, evaluando distintos escenarios potenciales de desplazamiento a través del paisaje. A partir de estos umbrales se calcularon los caminos

de menor costo y se evaluó su comportamiento en términos de longitud del corredor y distancia ponderada por fricción.

El análisis se realizó a partir de 31 registros de caminos de menor costo, obtenidos entre los diferentes parches de hábitat identificados dentro del área de estudio. Con base en estos registros se ajustó un modelo de relación entre distancia (LCP Length) y costo acumulado (Cost Weighted Distance – CWD) mediante una regresión en escala logarítmica.

Los resultados del ajuste estadístico indican una alta correspondencia entre ambas variables, evidenciada por un coeficiente de determinación elevado:

- Pendiente (a): 1,001656
- Intercepto (b): 0,049739
- Coeficiente: $K = e^b = 1,050997$
- Coeficiente de determinación: $R^2 = 0,9976$

A partir de estos parámetros se obtiene la siguiente ecuación de relación entre distancia y costo acumulado:

$$\text{ECUACIÓN: cost} = 1.050997 * \text{distance}^{1.001656}$$

El alto valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,9976$) indica que existe una relación prácticamente lineal en escala log-log entre la distancia recorrida y el costo acumulado del paisaje, lo cual sugiere una consistencia en la estructura de la superficie de fricción utilizada en el modelo.

En este sentido, se presenta la relación entre la longitud de los caminos de menor costo y el costo acumulado del paisaje para diferentes escenarios de distancia, permitiendo visualizar la correspondencia entre ambas variables y los puntos seleccionados como referencia para el análisis de corredores (ver Figura 12)

Calibración costo-distancia (Linkage Mapper)
 $\text{cost} = 1.05 \cdot \text{distance}^{1.002}$ | $R^2(\log\text{-log})=0.998$

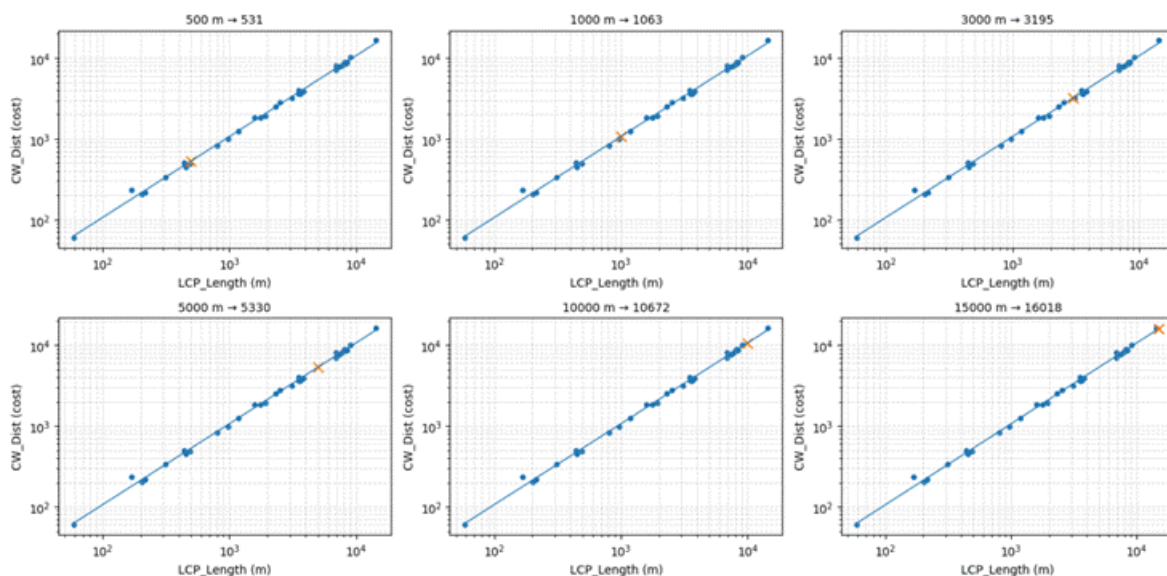


Figura 12. Regresiones de distancias de costos y distancias euclidianas.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Como resultado del análisis gráfico se evidencia una alta correspondencia entre la distancia de los caminos de menor costo (LCP Length) y el costo acumulado del paisaje (Cost Weighted Distance – CWD). Esta relación, respaldada por el alto valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,9976$), indica una fuerte consistencia entre ambas variables dentro del modelo de conectividad.

Este comportamiento sugiere, entre otros aspectos, la predominancia de áreas con bajos valores de ponderación dentro de la matriz de resistencia, lo que implica que gran parte del paisaje presenta condiciones relativamente favorables para el desplazamiento potencial de especies. En otras palabras, la superficie de fricción generada a partir de las variables consideradas refleja un territorio donde existen sectores amplios con niveles moderados a bajos de resistencia al movimiento, lo cual favorece la identificación de rutas potenciales de conectividad.

En este sentido, la alta correspondencia observada entre la distancia y el costo acumulado permite inferir que el modelo presenta una estructura coherente de costos del paisaje, para la identificación y delimitación de corredores ecológicos funcionales dentro del área de estudio, particularmente en aquellas zonas donde la continuidad de coberturas naturales favorece los procesos de conectividad entre los ecosistemas asociados al Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.

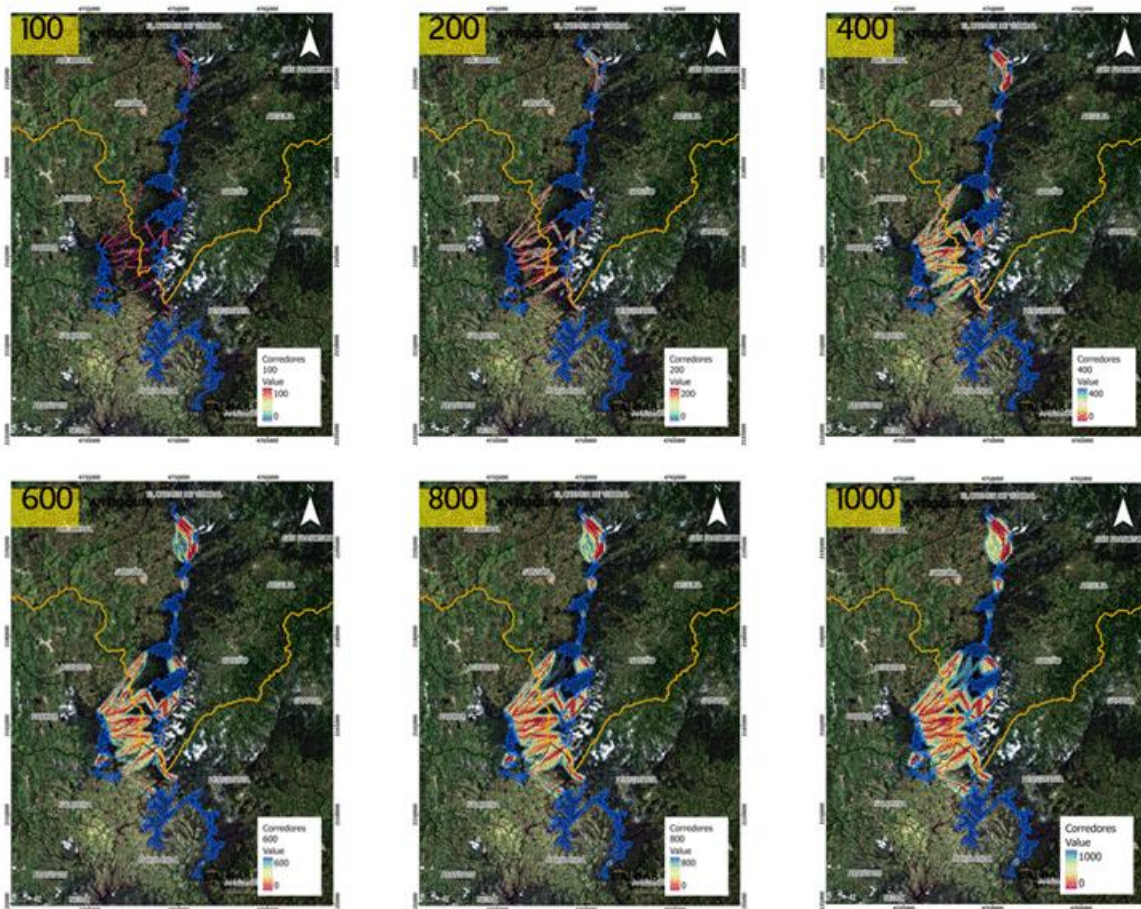


Figura 13. Corredores ecológicos potenciales para diferentes distancias.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

A partir del análisis anterior se procedió a la modelación de corredores ecológicos potenciales, los cuales fueron generados para cada uno de los umbrales de distancia evaluados previamente. Lo anterior permitió identificar rutas potenciales de conectividad basadas en los caminos de menor costo derivados de la superficie de resistencia del paisaje, considerando las variables ambientales integradas en el modelo de conectividad.

Los resultados muestran la presencia de corredores ecológicos potenciales que conectan diferentes sectores del CPS a través del sistema montañoso que compone este ecosistema de alta montaña. Estos corredores se articulan tanto con áreas de vegetación natural circundante, principalmente asociadas a bosques altoandinos y zonas de transición hacia el subpáramo, como con sectores internos del propio complejo de páramo, donde aún se mantienen coberturas naturales con altos niveles de integridad ecológica.

En este sentido, los corredores identificados evidencian la existencia de continuidades estructurales dentro del paisaje, las cuales facilitan los procesos de movilidad de especies,

dispersión de semillas y mantenimiento de flujos ecológicos entre diferentes parches de hábitat. De manera particular, estos corredores adquieren relevancia en la medida en que permiten articular los ecosistemas de páramo con los sistemas de bosque altoandino y las coberturas naturales presentes en las zonas de transición del territorio, contribuyendo así al mantenimiento de la conectividad ecológica del CPS y su entorno regional.

3.2.6. Plan Nacional de Restauración

El Plan Nacional de Restauración, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), establece una zonificación del territorio nacional orientada a identificar áreas prioritarias para procesos de restauración, rehabilitación y recuperación ecológica. Esta clasificación se fundamenta en la identificación de zonas que, desde una perspectiva ecológica, cumplen funciones importantes dentro de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, pero que han sufrido procesos de degradación asociados a diferentes presiones antrópicas, lo que ha generado alteraciones en su composición, estructura y dinámica ecológica.

Dentro de la ventana de estudio, las áreas priorizadas para restauración suman un total de 10.835,35 ha, las cuales se localizan principalmente hacia el costado suroriental del área de análisis, con una mayor presencia en municipios como Pensilvania, Samaná, Manzanares y Marulanda, en el departamento de Caldas. Estas áreas corresponden a territorios donde las condiciones ecológicas permiten promover procesos orientados a la recuperación de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas naturales, mediante acciones de restauración activa o pasiva.

Por su parte, las áreas identificadas para procesos de rehabilitación ocupan una superficie de 9.586,28 ha dentro de la ventana de estudio, localizándose igualmente en sectores del costado suroriental del territorio. Estas zonas corresponden a áreas que presentan niveles intermedios de degradación, donde las intervenciones se orientan principalmente a restablecer parcialmente las funciones ecológicas del ecosistema, sin necesariamente alcanzar las condiciones originales de los ecosistemas naturales.

Finalmente, dentro de esta cartografía también se identifican áreas priorizadas para recuperación, las cuales ocupan aproximadamente 37.815,35 ha dentro de la ventana de estudio. Estas áreas se distribuyen principalmente hacia el sector sur del área de análisis y corresponden a territorios donde los procesos de degradación han sido más intensos, por lo que las acciones se orientan a restablecer ciertas funciones ambientales básicas del ecosistema, particularmente aquellas relacionadas con la estabilidad del suelo, la regulación hídrica y la cobertura vegetal (ver Figura 14).

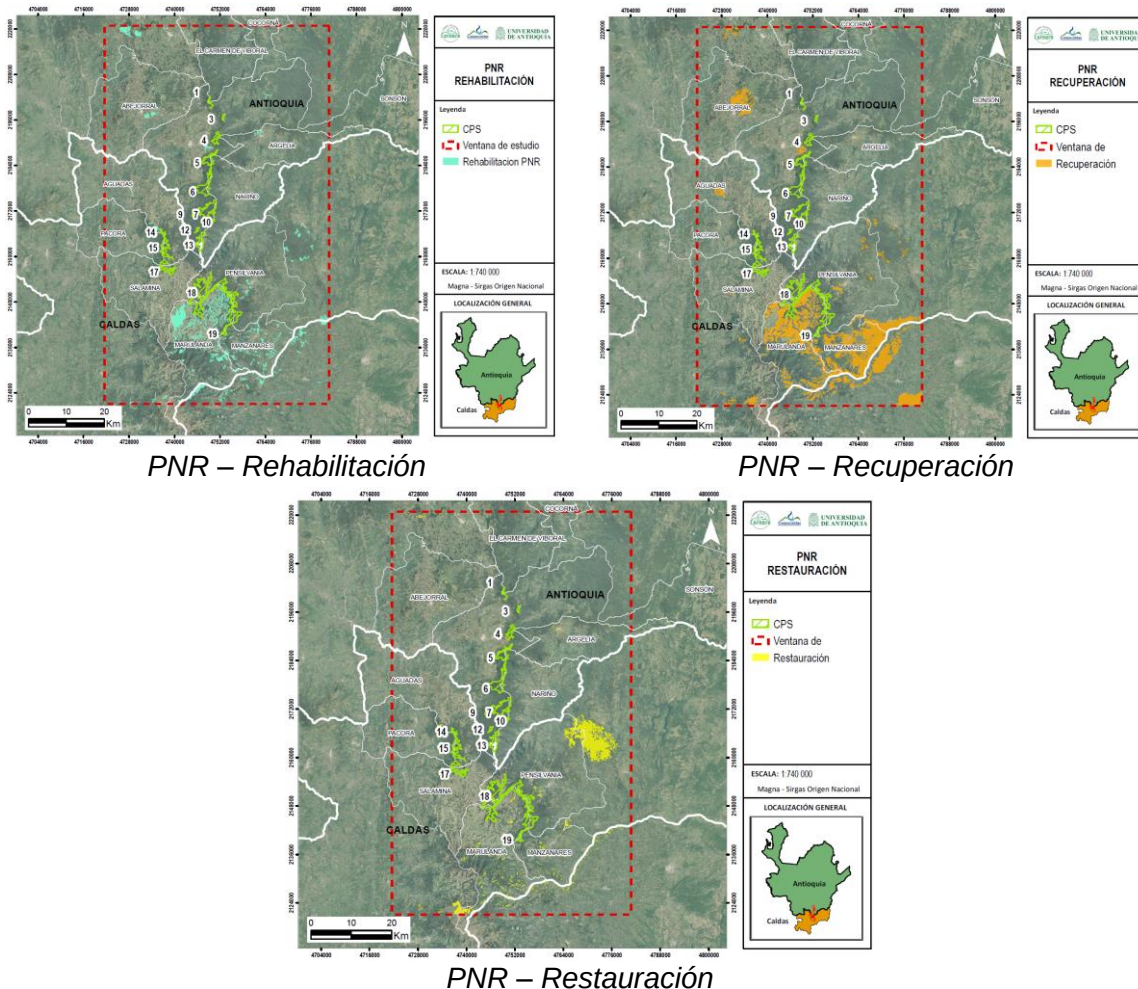


Figura 14. Plan Nacional de Restauración.

Fuente: CORNARE, CORPORCALDAS y Universidad de Antioquia (2026)..

3.2.7. Frontera Agrícola

La frontera agrícola, definida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, constituye un instrumento de ordenamiento del territorio que delimita las áreas del país destinadas prioritariamente al desarrollo de actividades agropecuarias, estableciendo un marco de referencia para la planificación productiva y la gestión del uso del suelo.

Dentro de la ventana de estudio, la frontera agrícola ocupa una superficie aproximada de 318.591,64 ha (ver Figura 15), distribuyéndose de manera relativamente homogénea en los diferentes municipios que conforman el área de análisis. Esta condición refleja la presencia

histórica de actividades productivas de tipo agrícola y pecuario en amplios sectores del territorio circundante al Complejo de Páramos de Sonsón.

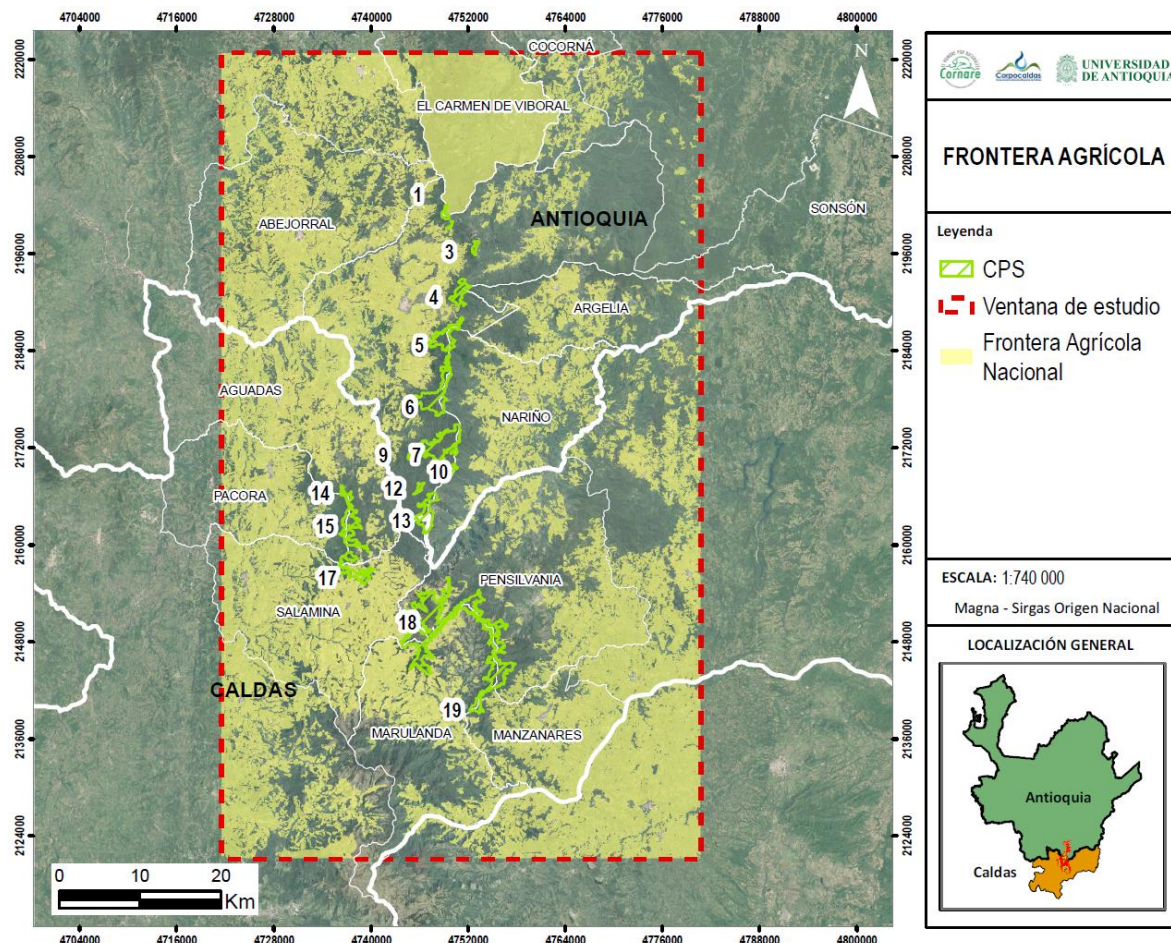


Figura 15. Frontera Agrícola.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Desde el punto de vista del análisis territorial, esta variable permite identificar y delimitar áreas con vocación productiva o con antecedentes de uso agropecuario, lo cual resulta relevante para la evaluación de la funcionalidad ecológica del paisaje y la identificación de áreas potenciales para procesos de conectividad o restauración. En este sentido, la frontera agrícola se utiliza como un criterio de referencia para excluir o ponderar aquellas áreas donde el uso productivo del suelo es predominante, especialmente en el contexto de la modelación de corredores ecológicos.

No obstante, es importante señalar que la presencia de áreas dentro de la frontera agrícola no implica necesariamente la ausencia de funciones ecosistémicas, ya que en muchos

casos estas zonas pueden mantener fragmentos de vegetación natural, sistemas agroforestales o coberturas seminaturales que contribuyen al mantenimiento de procesos ecológicos dentro del paisaje.

Sin embargo, desde una perspectiva normativa, las áreas delimitadas como frontera agrícola adquieren un carácter regulatorio en términos de planificación del uso del suelo, lo cual implica que su gestión se encuentra orientada prioritariamente hacia el desarrollo de actividades productivas compatibles con la política agropecuaria nacional, condicionando en cierta medida la implementación de estrategias de conservación o restauración en estos sectores del territorio.

3.2.8. Gradiente altitudinal de los ecosistemas

Con el fin de identificar la estructura altitudinal del ecosistema de páramo dentro de la ventana de estudio, se realizó una clasificación de las franjas altitudinales a partir del modelo digital de elevación (MDE), utilizando como referencia los rangos altitudinales comúnmente asociados a los ecosistemas de bosque altoandino, subpáramo, páramo propiamente dicho y superpáramo en la región andina (Humboldt, 2013)

Estas franjas representan gradientes ecológicos fundamentales dentro de los ecosistemas de alta montaña, dado que la variación altitudinal condiciona factores como la temperatura, la humedad, la composición florística y la estructura de la vegetación, determinando así la distribución de las diferentes comunidades vegetales presentes en el territorio.

Esta variable fue analizada sobre la totalidad de la ventana de estudio previamente definida para la identificación del área de influencia del Complejo de Páramos de Sonsón. En este sentido, la presencia de áreas ubicadas por debajo de los rangos altitudinales típicamente asociados al ecosistema paramuno es consistente con el alcance del análisis, ya que permite evaluar las relaciones ecológicas y funcionales existentes entre el páramo y los ecosistemas circundantes.

De esta manera, la variable de franja altitudinal constituye un criterio de análisis orientado a identificar, dentro de la ventana de estudio, aquellas áreas que presentan una mayor afinidad ecológica con los ecosistemas de páramo, tomando como referencia las unidades altitudinales reconocidas por el Instituto Humboldt para los ecosistemas de subpáramo, páramo propiamente dicho y superpáramo. Su incorporación permite reconocer gradientes ecológicos relevantes para la definición del área de influencia, sin que ello implique la exclusión de sectores localizados en cotas inferiores que puedan mantener relaciones funcionales con el ecosistema paramuno. En este sentido, para el análisis se establecieron las siguientes categorías altitudinales (ver Tabla 11):

Tabla 11. Rangos altitudinales según la guía divulgativa Humboldt.

CATEGORÍA	RANGO ALTITUDINAL	DESCRIPCIÓN
Franja Altoandina	3.000 – 3.200	Corresponde a una zona de transición o ecotonía entre los bosques de montaña y las formaciones abiertas del páramo. En esta franja predominan bosques altos dominados por especies como <i>Weinmannia</i> (encenillos) y <i>Hesperomeles</i> (mortinos), junto con comunidades arbustivas y vegetación de transición.
Páramo bajo (subpáramo)	3.200 – 3.500 (3.600) m	Se caracteriza por la presencia de vegetación arbustiva y matorrales densos, dominados por géneros como <i>Diplostephium</i> , <i>Pentacalia</i> , <i>Gynoxys</i> , <i>Hypericum</i> , <i>Vaccinium</i> , <i>Bejaria</i> y <i>Gaultheria</i> . En esta franja se presentan frecuentemente zonas de transición con los ecosistemas de bosque altoandino.
Páramo propiamente dicho	3.500 (3.600) – 4.100 m	Zona dominada por pajonales y frailejonales, con especies como <i>Espeletia</i> , gramíneas del género <i>Calamagrostis</i> y chuscales de <i>Chusquea tessellata</i> . Esta franja presenta una alta diversidad de comunidades vegetales propias de los ecosistemas de páramo.
Superpáramo	> 4.100 m	Corresponde a la franja más alta del ecosistema de páramo, caracterizada por la discontinuidad de la vegetación, presencia de suelos rocosos y comunidades vegetales adaptadas a condiciones extremas, donde predominan especies herbáceas y vegetación de tipo prado.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en Guía Divulgativa Humboldt (2013).

A partir de estos criterios se realizó la clasificación altitudinal del territorio, generando un raster que permitió identificar espacialmente las diferentes franjas ecológicas del sistema de páramo dentro de la ventana de estudio. Para efectos del presente análisis se consideraron principalmente las franjas altoandinas, subpáramo y páramo propiamente dicho, dado que son los rangos altitudinales de este CPS.

La identificación de estas franjas altitudinales permite comprender la organización ecológica del territorio en función del gradiente altitudinal, facilitando la identificación de áreas estratégicas para la conservación, restauración ecológica y conectividad del paisaje dentro del sistema montañoso que compone el CPS (ver Figura 16)

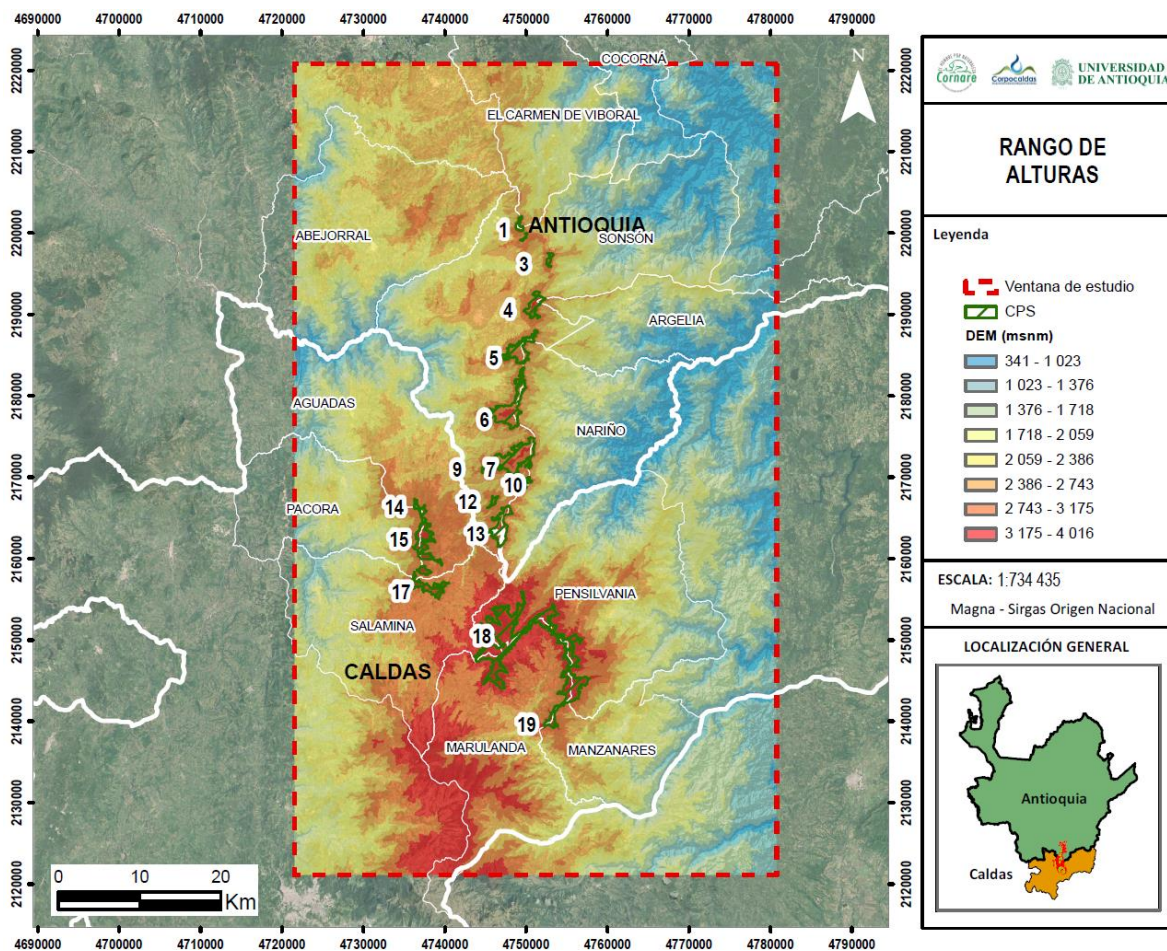


Figura 16. Rango altitudinal ecosistemas de páramo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3.2.9. Integración de capas

Con el fin de integrar las diferentes variables espaciales consideradas en el modelo de priorización ecológica, se aplicó el Proceso Analítico Jerárquico (AHP – Analytic Hierarchy Process) propuesto por Saaty (1980). Este método multicriterio permite asignar pesos relativos a diferentes variables a partir de la evaluación de expertos, facilitando la construcción de modelos de decisión espacial donde intervienen múltiples factores ambientales.

Para el desarrollo del ejercicio participaron 12 expertos temáticos. Cada participante realizó una valoración porcentual de la importancia relativa de las variables consideradas, asegurando que la suma de los pesos asignados correspondiera al 100 % del modelo.

Los resultados de la valoración realizada por los expertos se presentan en la siguiente tabla, donde se muestran los pesos asignados individualmente por cada participante y el promedio final utilizado para la integración del modelo (ver Tabla 12).

Tabla 12. Ponderaciones de participantes.

VARIABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROM
Delimitación IAVH	26,3	15,4	27,1	7,3	2,4	16,6	26,4	33,3	4,5	17,5	41,4	4,9	18,59
Frontera Agrícola	6,2	5,6	12,8	3,9	5,9	20,8	23,7	9,3	3,1	5,5	10,4	3,2	9,2
PNR	3,7	4,3	15,1	34,7	28,2	15,6	17,8	15,8	8,1	6,2	10,6	9	14,09
Corredores Ecológicos	31	28,4	18,5	36,8	30	27	23	20,3	15,9	45,5	30,4	48,1	29,58
Coberturas de la Tierra	10,7	18,2	18,5	15,4	13,4	13,2	4,1	13,1	9,6	18	4,2	20,3	13,23
NDVI	22	28,2	7,9	1,9	20,1	6,8	5	8,2	59	7,4	3	14,5	15,33
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Además, se presentan las ponderaciones asignadas por cada uno de los participantes a las variables consideradas dentro del modelo de priorización (ver Figura 17), con el fin de visualizar la variabilidad en los criterios de valoración y la distribución relativa de los pesos asignados.

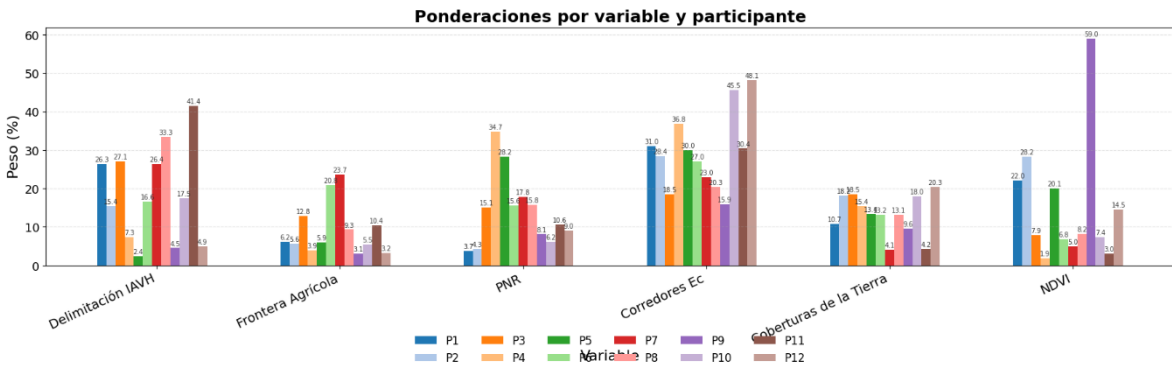


Figura 17. Representación gráfica de las ponderaciones generadas por cada participante.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

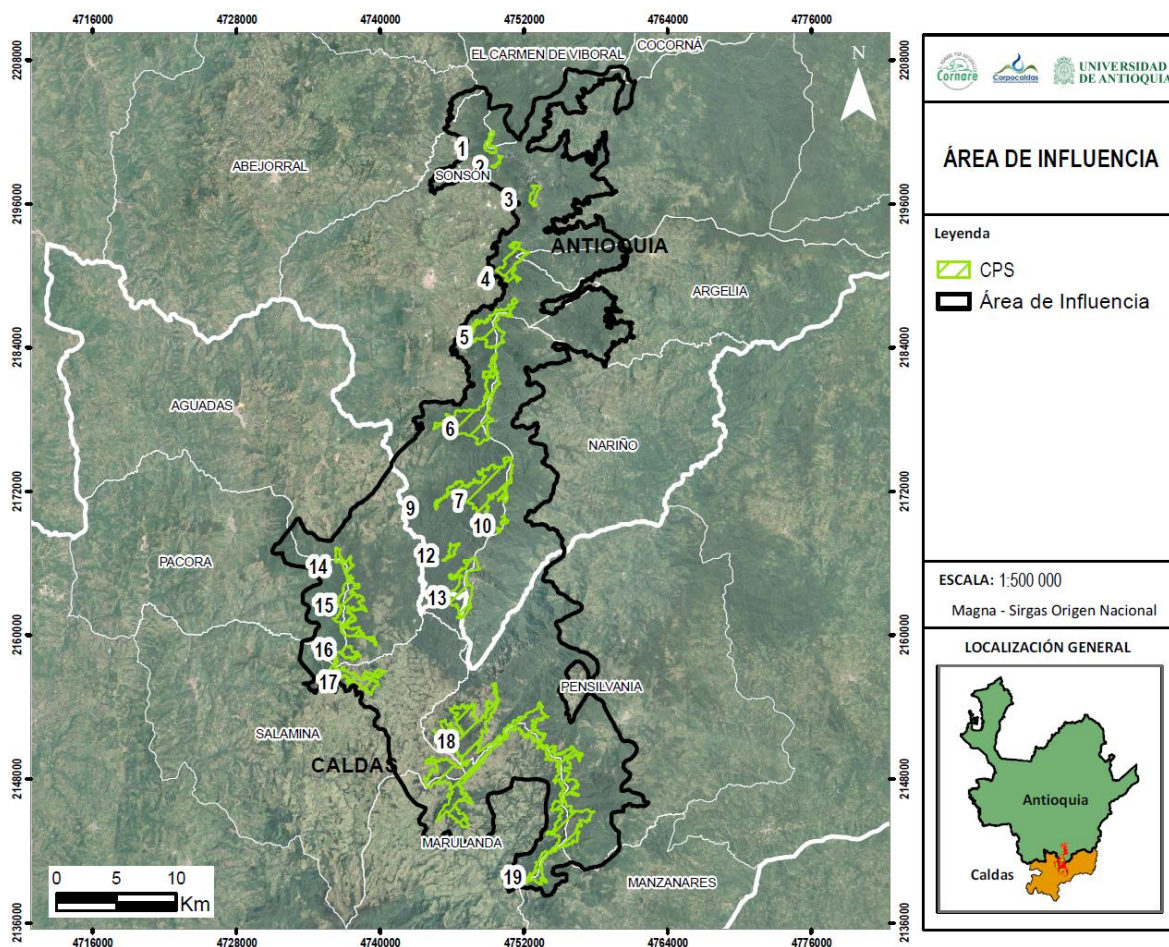
3.2.10. Resultado delimitación del área de influencia

Una vez integradas las diferentes variables consideradas dentro del modelo multicriterio, se procedió a generar una matriz espacial de vulnerabilidad de elementos territoriales, con el propósito de identificar aquellos sectores que presentan mayor relevancia ecológica y funcional dentro del área de estudio. Esta matriz se construyó mediante la integración ponderada de las capas temáticas previamente analizadas, incorporando los pesos derivados del ejercicio de Análisis Jerárquico Analítico (AHP).

El resultado de este proceso corresponde a un raster de priorización o vulnerabilidad ambiental, el cual representa la distribución espacial de los diferentes niveles de sensibilidad y relevancia ecológica dentro de la ventana de estudio. A partir de esta superficie se procedió a identificar las áreas con mayor concentración de valores de vulnerabilidad, las cuales fueron utilizadas como base para la delimitación del área de influencia del CPS.

Con base en este procedimiento, y mediante la aplicación de criterios de clasificación y delimitación espacial sobre el raster resultante, se obtuvo un área de influencia aproximada de 89.303,73 ha, correspondiente a los sectores que presentan mayor interacción funcional, ecológica y territorial con el CPS (ver Figura 18).

Esta área delimita los territorios que, por su importancia ecológica, conectividad del paisaje, estado de conservación de la vegetación y relación con ecosistemas estratégicos, desempeñan un papel relevante en el mantenimiento de los procesos ecológicos asociados al sistema de páramo y sus zonas de transición.



3.2.11. Comparación área de influencia con áreas protegidas aledañas

Una vez obtenido el ráster reclasificado de vulnerabilidad, se evidencia una relación espacial directa entre las áreas con mayor susceptibilidad de ser consideradas dentro del área de influencia y la delimitación del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá – Sonsón. Esta correspondencia espacial sugiere que los sectores identificados por el modelo presentan condiciones ecológicas y funcionales similares a aquellas áreas previamente reconocidas como estratégicas dentro de esta figura de manejo.

En este sentido, para el sector correspondiente al departamento de Antioquia, el área de influencia se define tomando como referencia la delimitación del DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón, dado que esta figura de ordenamiento ya reconoce la importancia

ecológica de estos territorios en términos de conservación, conectividad ecológica, regulación hídrica y mantenimiento de la biodiversidad asociada a los ecosistemas de alta montaña. Asimismo, el análisis realizado evidencia una alta correspondencia espacial entre las áreas identificadas por el modelo multicriterio y los límites de esta área protegida, lo que refuerza la validez de la delimitación propuesta.

Por su parte, en el departamento de Caldas, aunque existen diversas figuras de conservación regional y nacional en el entorno del Complejo de Páramos de Sonsón, tales como el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, las Reservas Forestales Protectoras El Popal, La Linda y Tarcará, así como el Distrito Regional de Manejo Integrado Cerro Guadalupe, el Distrito Regional de Manejo Integrado Estrella Hídrica de Caldas, la Reserva Forestal Protectora Regional El Diamante y el Distrito de Conservación de Suelos El Gigante, ninguna de estas áreas protegidas presenta una relación espacial inmediata o una continuidad territorial directa con el CPS comparable a la existente entre el complejo y el DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón en Antioquia. En consecuencia, para este sector la delimitación del área de influencia se realizó a partir de las zonas con mayores valores de vulnerabilidad identificadas en el análisis multicriterio, incorporando aquellos territorios que presentan condiciones favorables de conectividad ecológica, conservación de coberturas naturales y funcionalidad ecosistémica asociada al complejo de páramos.

De esta manera, la delimitación final del área de influencia integra criterios ecológicos, funcionales y normativos, permitiendo identificar los territorios que presentan una mayor interacción con el Complejo de Páramos de Sonsón, tanto en el departamento de Antioquia como en el departamento de Caldas, sin sustituir las competencias ni los objetivos de conservación de las áreas protegidas existentes, sino complementando su análisis desde una perspectiva regional e integral (ver Figura 19).

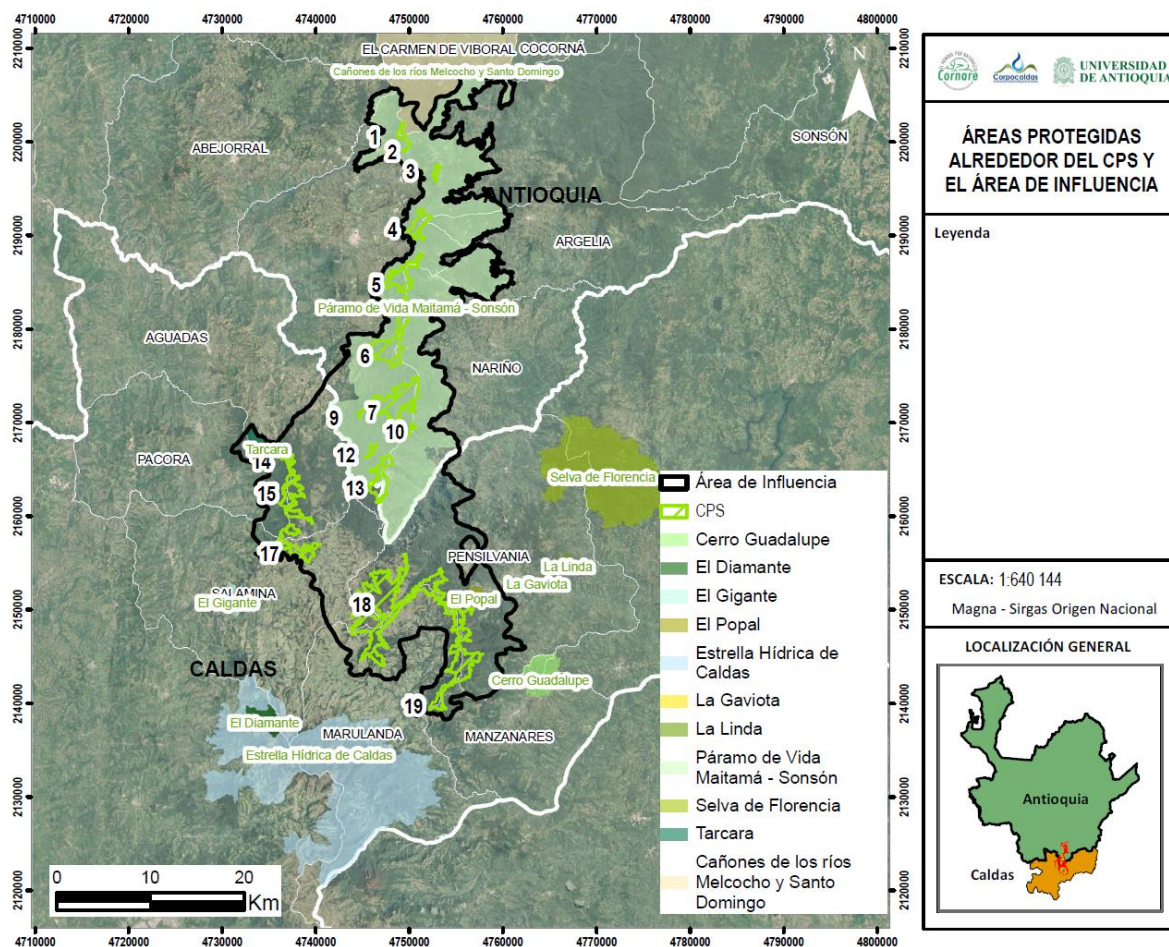


Figura 19. Área de superposición entre el área de influencia y las áreas protegidas

Fuente: CORNARE, CORPORCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

3.2.12. Análisis funcional, operativo y jurídico del área de influencia

El Complejo de Páramos de Sonsón fue delimitado mediante la Resolución 0493 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, comprendiendo un total de 9.179,40 hectáreas (medidas en el sistema de coordenadas Origen Único Nacional) distribuidas en 19 polígonos localizados en los departamentos de Antioquia y Caldas. Esta superficie corresponde al área oficialmente reconocida como ecosistema de páramo y constituye el ámbito territorial sobre el cual recaen las disposiciones específicas de protección, manejo y conservación establecidas por la normativa nacional.

En este sentido, el Complejo de Páramos de Sonsón representa el objeto principal del presente Plan de Manejo Ambiental y de la propuesta de zonificación ambiental, en concordancia con lo establecido en la Ley 1930 de 2018, la Resolución 0493 de 2016 y la

Resolución 0886 de 2018. Estas disposiciones definen el páramo delimitado como el ecosistema estratégico sujeto a planificación y manejo, así como los lineamientos técnicos y metodológicos para la formulación de los respectivos planes de manejo.

Ahora bien, alrededor del Complejo de Páramos de Sonsón se presentan una serie de relaciones físicas, bióticas y sociales que no pueden ser desconocidas dentro del proceso de planificación y manejo del territorio. Si bien gran parte de estas áreas no cuentan con una delimitación específica como ecosistemas estratégicos o áreas protegidas, mantienen una estrecha relación funcional con el páramo, particularmente en aspectos asociados a la conectividad ecológica, la regulación hídrica, la provisión de hábitat para la biodiversidad y las dinámicas de ocupación y uso del suelo presentes en la región (Ley 1930 de 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Estas relaciones son especialmente evidentes en los bosques altoandinos y andinos adyacentes al complejo, los cuales desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de los flujos ecológicos, la conectividad del paisaje y la conservación de especies de fauna y flora que utilizan de manera complementaria los ecosistemas de páramo y bosque (Hofstede et al., 2003). De igual forma, numerosos procesos hidrológicos que sustentan la funcionalidad del páramo se desarrollan en territorios localizados por fuera de la delimitación oficial, evidenciando la necesidad de comprender el ecosistema dentro de un contexto territorial más amplio.

En el caso particular de Antioquia, parte de estas áreas funcionalmente relacionadas con el páramo se encuentran incorporadas dentro del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá–Sonsón, figura que contribuye a la conservación de ecosistemas complementarios al complejo paramuno. Sin embargo, en el caso del Departamento de Cladas, gran parte del territorio circundante carece de figuras específicas de protección, aunque continúa desempeñando funciones ecológicas y socioambientales relevantes para la conservación y manejo del ecosistema de páramo.

Por esta razón, el análisis del área de influencia busca reconocer e incorporar estas relaciones funcionales, entendiendo que la conservación efectiva del Complejo de Páramos de Sonsón depende no solo del manejo de su área delimitada, sino también de la articulación con los territorios circundantes que contribuyen al mantenimiento de sus procesos ecológicos, hidrológicos y sociales.

En este sentido, el área de influencia no busca transgredir ni sustituir las competencias de las áreas protegidas presentes alrededor del Complejo de Páramos de Sonsón. Por el contrario, busca articularse espacial y funcionalmente con estas figuras de conservación, reconociendo los objetivos de manejo y los instrumentos de planificación ya existentes, tal

como se presenta en la Figura 19. De esta manera, el área de influencia constituye un mecanismo complementario para comprender las relaciones ecológicas, sociales y territoriales que trascienden los límites del ecosistema paramuno y de las propias áreas protegidas.

Particularmente en el departamento de Caldas, donde no se identifican áreas protegidas de carácter regional o nacional inmediatas al Complejo de Páramos de Sonsón, el área de influencia adquiere una relevancia especial al permitir identificar aquellos territorios que, sin contar actualmente con una figura formal de protección, presentan una alta importancia ecológica, física y social para el mantenimiento de la funcionalidad del ecosistema paramuno. En este contexto, la delimitación propuesta busca reconocer áreas estratégicas asociadas a la conectividad ecológica, la regulación hídrica, la conservación de coberturas naturales y las dinámicas territoriales que pueden incidir directa o indirectamente sobre el estado de conservación del complejo de páramos.

Asimismo, la información derivada de este análisis puede constituir un insumo técnico para que las autoridades ambientales evalúen, en caso de considerarlo pertinente, la incorporación futura de algunas de estas áreas dentro de estrategias de conservación o figuras de protección, en concordancia con lo establecido en el literal a) del artículo noveno de la Resolución 0493 de 2016, el cual señala que:

*“a) Las autoridades ambientales regionales, en el marco de la conservación del ecosistema de páramo, **procurarán por la incorporación de áreas protegidas** conforme lo señala el Título 2 sobre gestión ambiental, del Capítulo I sobre áreas de manejo especial, de la Sección 1 del Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.2.1.2.1.1.”*

cursiva y negrilla fuera del texto original

No obstante, es importante precisar que el área de influencia no debe entenderse como una nueva área protegida ni como una figura de ordenamiento ambiental con efectos regulatorios propios. En consecuencia, no adquiere las características, categorías, objetivos de conservación ni los instrumentos de manejo definidos para las áreas protegidas en el Decreto 2372 de 2010, compilado posteriormente en el Decreto 1076 de 2015. Su delimitación responde exclusivamente a un ejercicio técnico orientado a comprender las relaciones ecológicas, físicas y sociales existentes alrededor del Complejo de Páramos de Sonsón y a generar insumos para la toma de decisiones en materia de conservación, restauración, gobernanza y gestión territorial.

De igual forma, se reitera que la definición del área de influencia no tiene como finalidad generar una zonificación ambiental ni formular un plan de manejo específico para dicho territorio. La zonificación y las medidas de manejo derivadas del presente proceso se

circunscriben al ecosistema de páramo delimitado mediante la Resolución 0493 de 2016, de conformidad con lo establecido en la Ley 1930 de 2018 y en la Resolución 0886 de 2018. En este contexto, el área de influencia constituye únicamente una herramienta de análisis que permite incorporar elementos territoriales relevantes para la comprensión integral del ecosistema y para la definición de acciones de manejo sobre el complejo de páramos, sin generar nuevas restricciones, categorías de manejo o determinantes ambientales adicionales sobre los territorios incluidos en ella.

Entendido lo anterior, el área de influencia cumple dos finalidades principales dentro del presente estudio. La primera consiste en facilitar la comprensión de las dinámicas territoriales que se desarrollan alrededor del Complejo de Páramos de Sonsón, particularmente aquellas relacionadas con presiones antrópicas, cambios en el uso del suelo, transformaciones del paisaje y demás factores que puedan incrementar la vulnerabilidad del ecosistema paramuno. Desde esta perspectiva, el área de influencia permite identificar de manera temprana procesos y tendencias que, en el mediano o largo plazo, podrían convertirse en motores de transformación del páramo, constituyéndose en un insumo para la orientación de acciones preventivas y de manejo.

La segunda finalidad está asociada a la identificación y caracterización de actores estratégicos con capacidad de incidir directa o indirectamente sobre la conservación y manejo del complejo. Lo anterior adquiere especial relevancia si se considera que, tal como se evidencia en el diagnóstico, los polígonos del CPS presentan una baja ocupación humana permanente o, en algunos casos, ausencia de asentamientos al interior del ecosistema de páramo propiamente dicho. Por el contrario, la mayor parte de la población, las actividades productivas y las dinámicas socioeconómicas asociadas al territorio se concentran en las áreas aledañas al complejo y dentro del área de influencia definida.

En consecuencia, el área de influencia constituye una herramienta operativa para fortalecer los procesos de gobernanza alrededor del páramo, al permitir reconocer e involucrar actores localizados en los territorios circundantes que desempeñan un papel fundamental en la conservación del ecosistema. De esta manera, facilita la formulación e implementación de programas, proyectos y estrategias de participación, educación ambiental, restauración, reconversión productiva y gestión territorial articulada, orientadas a promover procesos de inclusión y corresponsabilidad en torno al manejo del Complejo de Páramos de Sonsón, tal como se desarrolla posteriormente en el componente programático del presente Plan de Manejo Ambiental.

Bajo este contexto, a partir del presente capítulo, el diagnóstico se desarrollará de manera paralela para el CPS y para el área de influencia delimitada. Esto permitirá, por una parte, comprender las dinámicas ecológicas, físicas, sociales y territoriales que se presentan

alrededor del ecosistema y que pueden constituirse en factores de presión, amenaza o transformación futura del páramo y, por otra, caracterizar las condiciones propias del CPS que servirán de base para la formulación de la zonificación ambiental, la definición de áreas prioritarias de conservación, restauración y uso sostenible, así como para la estructuración de las medidas de manejo propuestas.

Finalmente, es importante precisar que, a partir de este capítulo, no se hará referencia nuevamente a la ventana de estudio utilizada durante la fase metodológica. Lo anterior obedece a que dicha ventana constituyó exclusivamente una unidad de análisis empleada para la delimitación del área de influencia y para el desarrollo de algunos ejercicios de modelación territorial. En consecuencia, los análisis, resultados e interpretaciones presentados en adelante estarán referidos únicamente al Complejo de Páramos de Sonsón y al área de influencia definida para el presente estudio.

4. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA, SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

El diagnóstico del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS) se desarrolló a partir del análisis de componentes físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales, con el fin de caracterizar las principales condiciones ambientales y territoriales presentes en el ecosistema y en su entorno. Los componentes y variables evaluados se presentan en la Tabla 13.

Cada una de las variables fue analizada tanto para el área delimitada del CPS como para su área de influencia. Este enfoque permitió evaluar de manera diferenciada las dinámicas que ocurren al interior del ecosistema paramuno y aquellas que se desarrollan en los territorios circundantes con los cuales mantiene relaciones funcionales. En este sentido, el análisis del área de influencia permitió identificar elementos, procesos y presiones externas que podrían generar conflictos, amenazas o transformaciones futuras sobre el páramo, constituyéndose en un insumo para la comprensión de la vulnerabilidad del ecosistema y la definición de estrategias preventivas de manejo.

Por su parte, el análisis desarrollado al interior del CPS permitió caracterizar las condiciones ambientales propias del ecosistema estratégico, identificar sus principales atributos ecológicos y reconocer las áreas con diferentes niveles de importancia para la conservación, restauración y uso sostenible. Estos resultados constituyen la base técnica para la formulación de la zonificación ambiental y la definición de las medidas de manejo propuestas en el presente Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 13. Aspectos y variables consideradas en el diagnóstico del CPS

ASPECTO	VARIABLE
Físico	Cobertura de la tierra/ usos del suelo
	Clima
	Hidrología
	Geología
	Geomorfología
Biótico	Ecosistemas y biomas
	Flora
	Fauna
Social	Localización y distribución territorial
	Variables demográficas
	Información predial
	Condiciones de vida (vivienda, educación salud, NBI, saneamiento básico)
	Presencia administrativa
	Actores identificados
	Problemas sociales
	Gobernanza
Económico	Dinámica económica
	Infraestructura
	Problemas económicos
Cultural	Contexto histórico
	Conocimiento local de los ecosistemas
	Percepción de la situación medioambiental

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026)

4.1 Caracterización Física

4.1.1 Clima

La caracterización climática se realizó a partir de la cartografía y la información climatológica oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). El análisis se orientó al estudio de la variabilidad mensual y anual de las variables de precipitación y temperatura en área. Asimismo, se analizaron los escenarios de cambio climático de precipitación y temperatura correspondientes a los SSP1-2.6 y SSP5-8.5; con base en la información generada por el IDEAM, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Cancillería (2015), con el fin de identificar tendencias y proyecciones futuras de estas variables climáticas. Finalmente, para la clasificación

climática del área de influencia y del CPS se utilizó la cartografía oficial del IDEAM. Esta clasificación se basa en el modelo climático Caldas–Lang, el cual considera la relación entre las variables de precipitación y temperatura.

4.1.1.1 Precipitación

- **Precipitación media mensual**

La red de monitoreo hidrometeorológico disponible en el área de influencia del CPS es limitada y presenta una cobertura insuficiente. En particular, no existen estaciones ubicadas al interior del complejo, y su presencia en el área de influencia es escasa, lo que dificulta el seguimiento adecuado de las variables hidrometeorológicas en el CPS. En consecuencia, en la Figura 18 se presenta la precipitación promedio mensual multianual correspondiente al periodo 1981–2010, con base en información cartográfica generada por el IDEAM.

La variación mensual de la precipitación en el CPS está asociada al tránsito de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), lo que determina un régimen bimodal de lluvias característico de la región andina colombiana. La primera temporada lluviosa se presenta entre los meses de marzo y mayo, mientras que la segunda ocurre entre septiembre y noviembre (ver Figura 20), comportamiento es consistente con el patrón climático regional y nacional. La localización del área dentro de la franja de influencia media de la ZCIT favorece una alta disponibilidad de humedad atmosférica y una baja amplitud térmica anual, condiciones que contribuyen a la ocurrencia de lluvias abundantes a lo largo del año y configuran rasgos propios de un clima ecuatorial típico en el área.

Durante los periodos de lluvia, en algunas regiones —principalmente en el nororiente del área de influencia en el departamento de Antioquia— las precipitaciones mensuales totales presentan rangos entre 400 y 600 mm. En el CPS, durante las temporadas lluviosas, en la mayoría de los polígonos —excepto en los ubicados al norte de Antioquia— la precipitación se sitúa entre 200 y 300 mm, mientras que en el norte alcanza rangos entre 300 y 400 mm. En la temporada seca, en el CPS las precipitaciones disminuyen, ubicándose en rangos principalmente entre 100 y 150 mm.

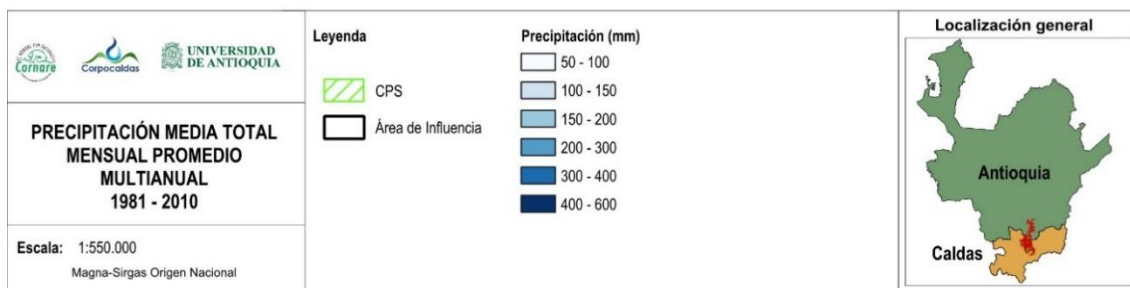
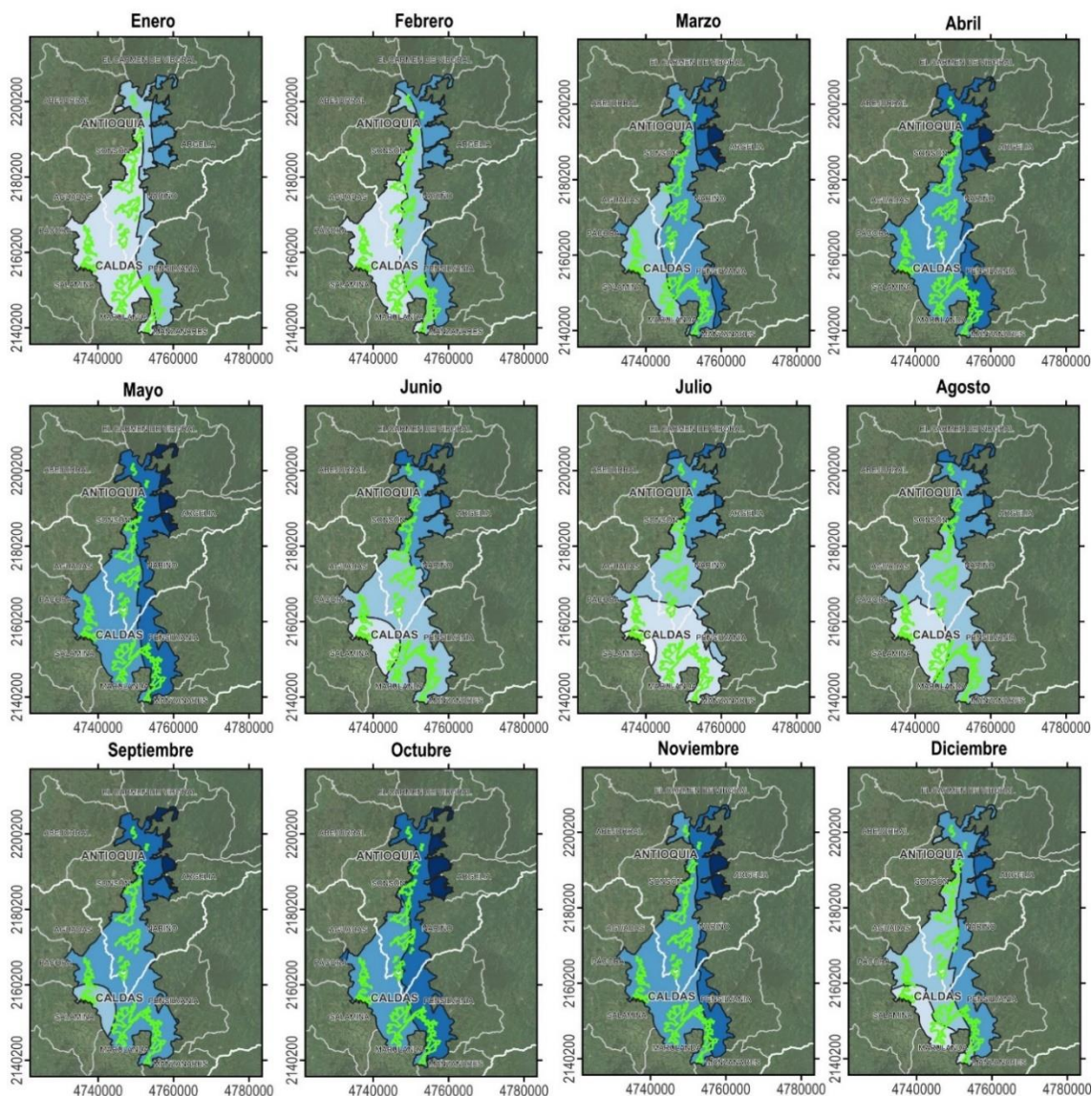


Figura 20. Precipitación media mensual total en el CPS y su área de influencia.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2014).

- **Precipitación media anual**

En el área de influencia, la precipitación anual varía entre 1.500 y 5.000 mm, evidenciando un comportamiento espacial heterogéneo asociado principalmente a las variaciones altitudinales, la complejidad del relieve y la extensión geográfica del territorio. En este contexto, el sector nororiental del departamento de Antioquia concentra los mayores acumulados de precipitación anual, con valores entre 4.000 y 5.000 mm, mientras que las menores precipitaciones se registran en el departamento de Caldas, en los municipios de Aguadas, Pácora, Salamina y Marulanda, con rangos entre 1.500 y 2.500 mm (ver Figura 21).

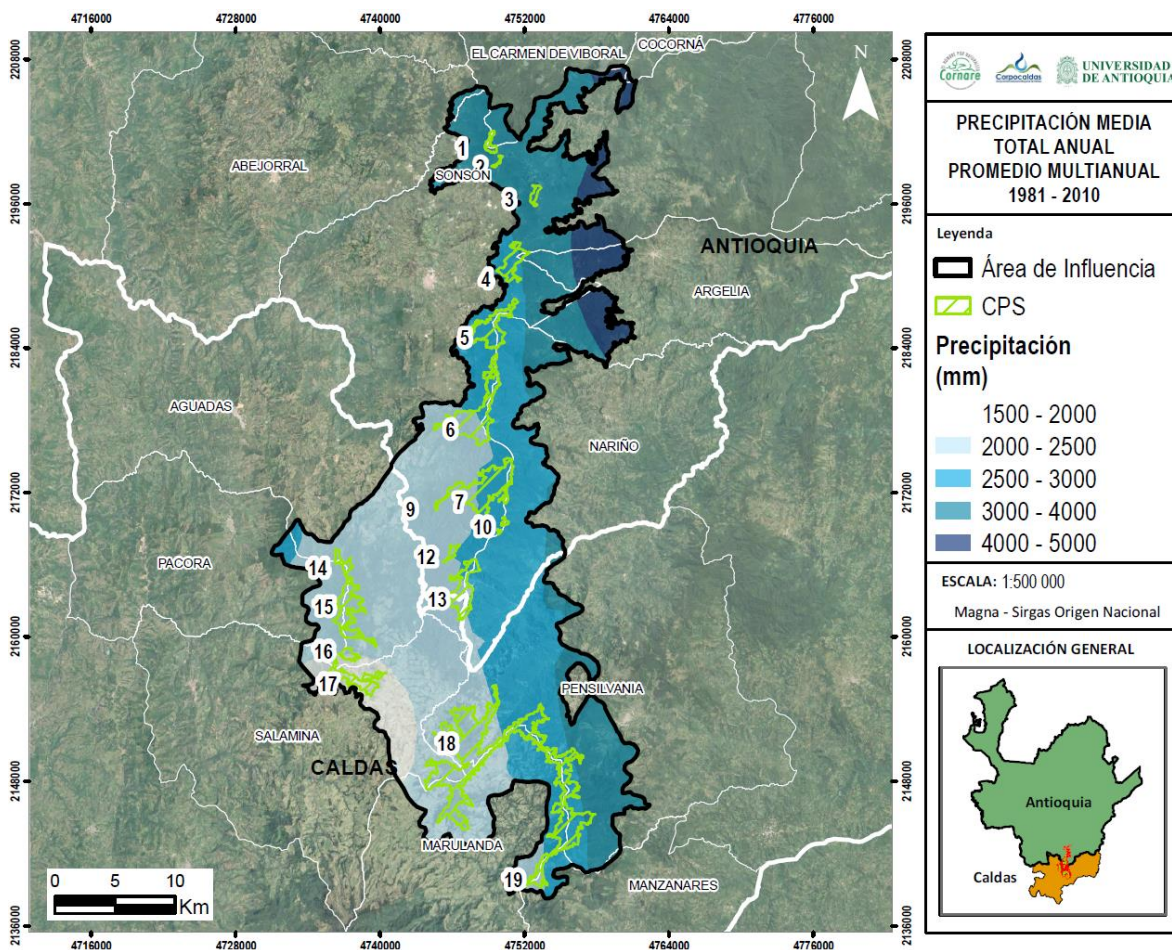


Figura 21. Precipitación media anual total en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2014).

La variación espacial de la precipitación anual promedio en el CPS presenta valores que oscilan entre 1.500 y 4.000 mm. En términos generales, la mayor parte de los polígonos (1 al 5) registran precipitaciones predominantes entre 2.500 y 3.000 mm anuales. En el

polígono 6 se observa una disminución de los valores, con rangos principalmente entre 2.000 y 2.500 mm. Hacia el sur del complejo, en el departamento de Caldas, la precipitación continúa disminuyendo, predominando valores entre 2.000 y 2.500 mm en la mayoría de los polígonos. La excepción corresponde al polígono 17, ubicado en el municipio de Salamina, donde se presentan las condiciones más secas del CPS, con precipitaciones anuales entre 1.500 y 2.000 mm (ver Figura 22).

Por otra parte, los mayores valores de precipitación se concentran en el sector oriental y nororiental del complejo, correspondiente a los polígonos 1 al 3 en el departamento de Antioquia, donde las precipitaciones alcanzan entre 3.000 y 4.000 mm anuales. Este patrón podría estar relacionado con las menores altitudes y las temperaturas relativamente más altas presentes en esta zona, condiciones que favorecen una mayor evapotranspiración y una mayor disponibilidad de humedad para la formación de precipitaciones.

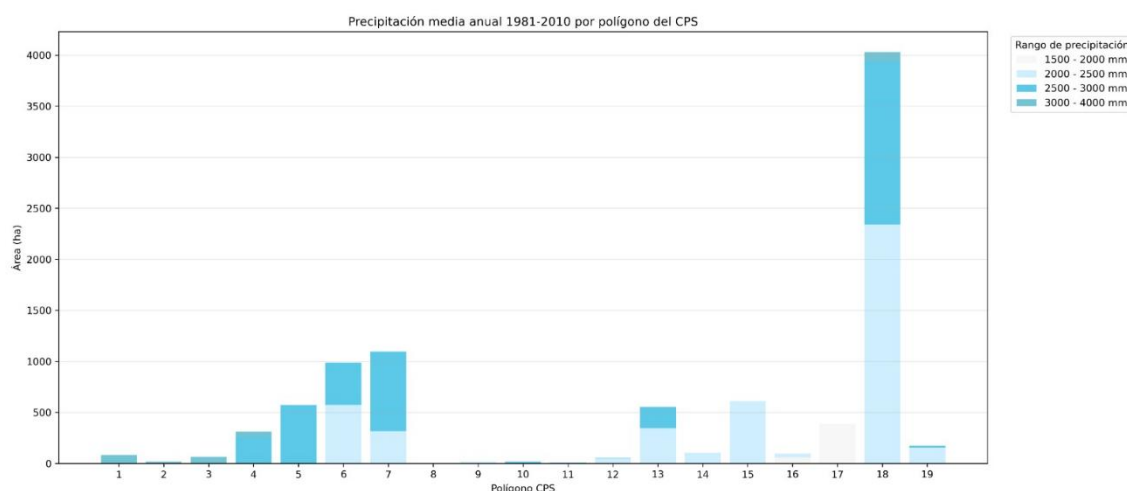


Figura 22. Precipitación media anual total por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2014).

4.1.1.2 Temperatura

En el área de influencia, la temperatura media anual varía aproximadamente entre 8°C y 20°C, con diferencias explicadas principalmente por la altitud y la configuración del relieve. En general, las temperaturas más bajas se registran en las zonas de mayor elevación ubicadas en el departamento de Caldas, mientras que los valores más altos se presentan en sectores de menor altitud en el departamento de Antioquia, especialmente hacia la vertiente oriental, donde predominan elevaciones más bajas (ver Figura 23).

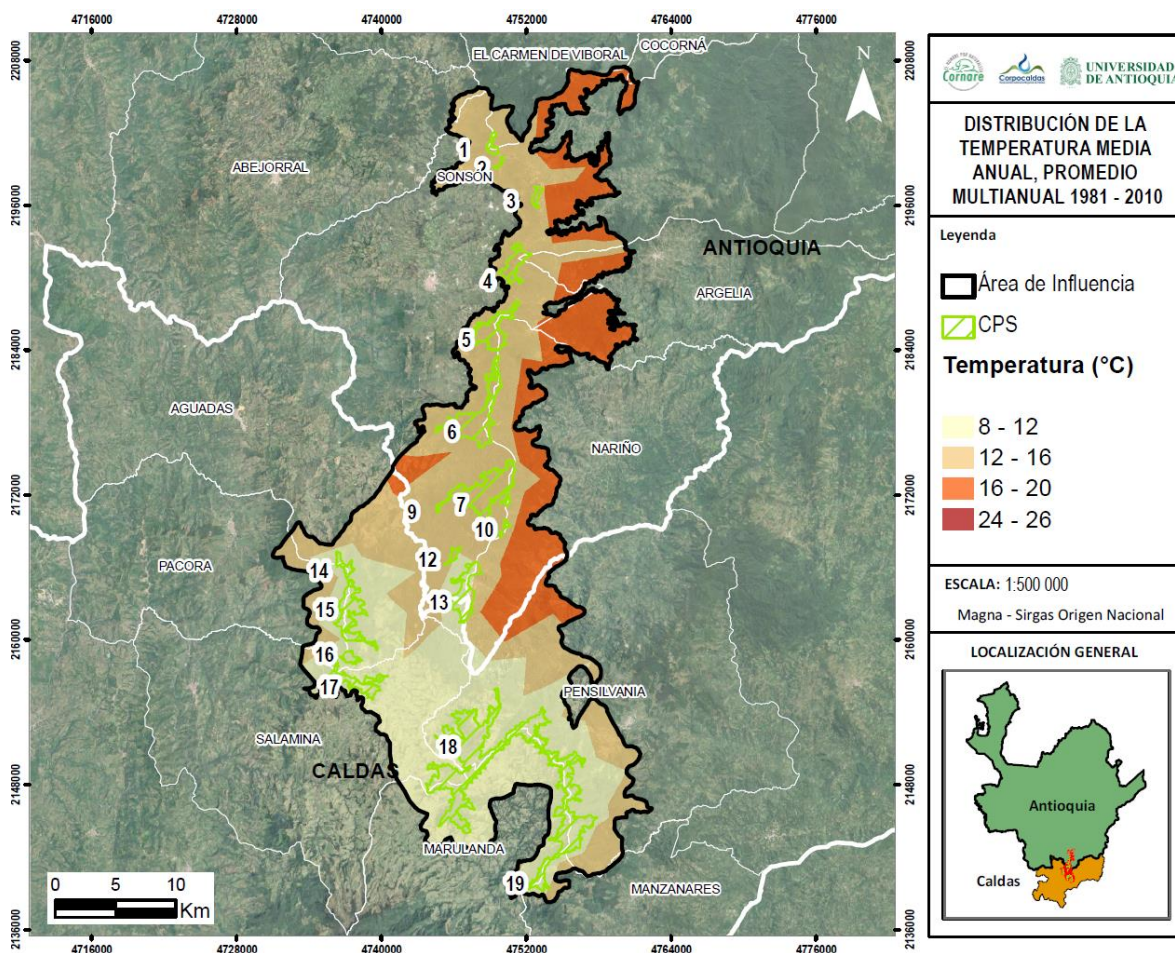


Figura 23. Distribución de la temperatura media anual en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2014).

El CPS presenta temperaturas medias anuales que oscilan entre 8 °C y 16 °C, cuya variación está principalmente asociada al gradiente altitudinal del territorio (ver Figura 24). A nivel espacial, se observa una disminución progresiva de la temperatura en sentido norte-sur dentro del complejo. En los polígonos ubicados en el departamento de Antioquia (polígonos 1 al 12) predominan temperaturas entre 12 °C y 16 °C, asociadas a sectores de menor altitud.

Por su parte, el polígono 13, localizado entre los departamentos de Antioquia y Caldas, presenta principalmente temperaturas entre 8 °C y 12 °C, aunque conserva una pequeña proporción de áreas con temperaturas entre 12 °C y 16 °C, correspondientes al sector ubicado en Antioquia. Hacia el sur del complejo, en los polígonos 14 al 19 localizados en el departamento de Caldas, predominan temperaturas entre 8 °C y 12 °C, en concordancia con las mayores elevaciones presentes en esta zona.

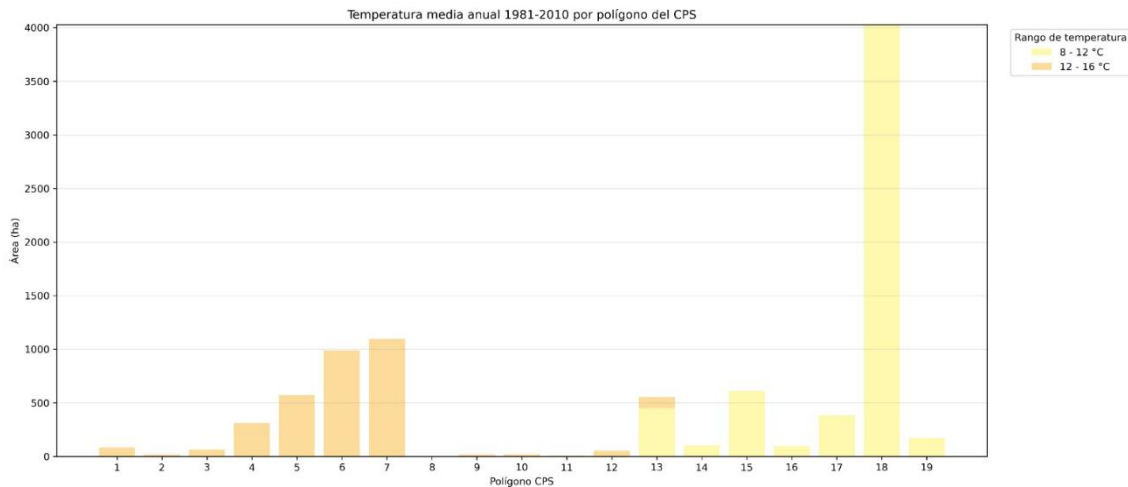


Figura 24. Distribución de la temperatura media anual por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2014).

4.1.1.3 Proyecciones climáticas

Para el análisis de los cambios proyectados en temperatura media y precipitación en el CPS y su área de influencia durante el periodo 2021–2080, se utilizaron los escenarios de cambio climático desarrollados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el marco de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático. En particular, se emplearon los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, los cuales representan trayectorias socioeconómicas y de emisiones diferentes: el escenario SSP2-4.5 corresponde a una trayectoria intermedia con medidas moderadas de mitigación y estabilización parcial de emisiones, mientras que el escenario SSP5-8.5 representa una trayectoria de altas emisiones asociada a un desarrollo intensivo en combustibles fósiles y mayores incrementos proyectados de temperatura. Estos escenarios se basan en ensambles multimodelo ajustados estadísticamente a escala de 10×10 km, comparando los valores futuros con el periodo histórico 1981–2010, lo que permite estimar los cambios espaciales esperados en estas variables climáticas.

Es importante señalar que estos modelos climáticos conllevan incertidumbres inherentes, especialmente en regiones de alta complejidad topográfica y climática como este ecosistema de montaña. Factores como la resolución espacial, la representación de procesos atmosféricos y la variabilidad natural del clima influyen en los resultados proyectados. A pesar de dichas incertidumbres, constituyen herramientas fundamentales para orientar la planificación y la toma de decisiones preventivas, permitiendo anticipar posibles cambios y diseñar estrategias de adaptación frente a los impactos del cambio climático.

• Precipitación

El análisis del cambio futuro proyectado de la precipitación bajo el escenario SSP1-2.6 para los periodos 2021–2040, 2041–2060 y 2061–2080 evidencia una tendencia general al aumento de las lluvias en el área (ver Figura 25). En particular, varias zonas del área de influencia ubicadas en el sector occidental, entre los departamentos de Antioquia y Caldas, presentan incrementos que pasan de rangos entre 0% y 10% en el periodo inicial a valores cercanos e incluso superiores al 10% – 20% en el periodo más lejano analizado, lo que sugiere una intensificación progresiva del régimen de lluvias, aun bajo un escenario de bajas emisiones como el SSP1-2.6.

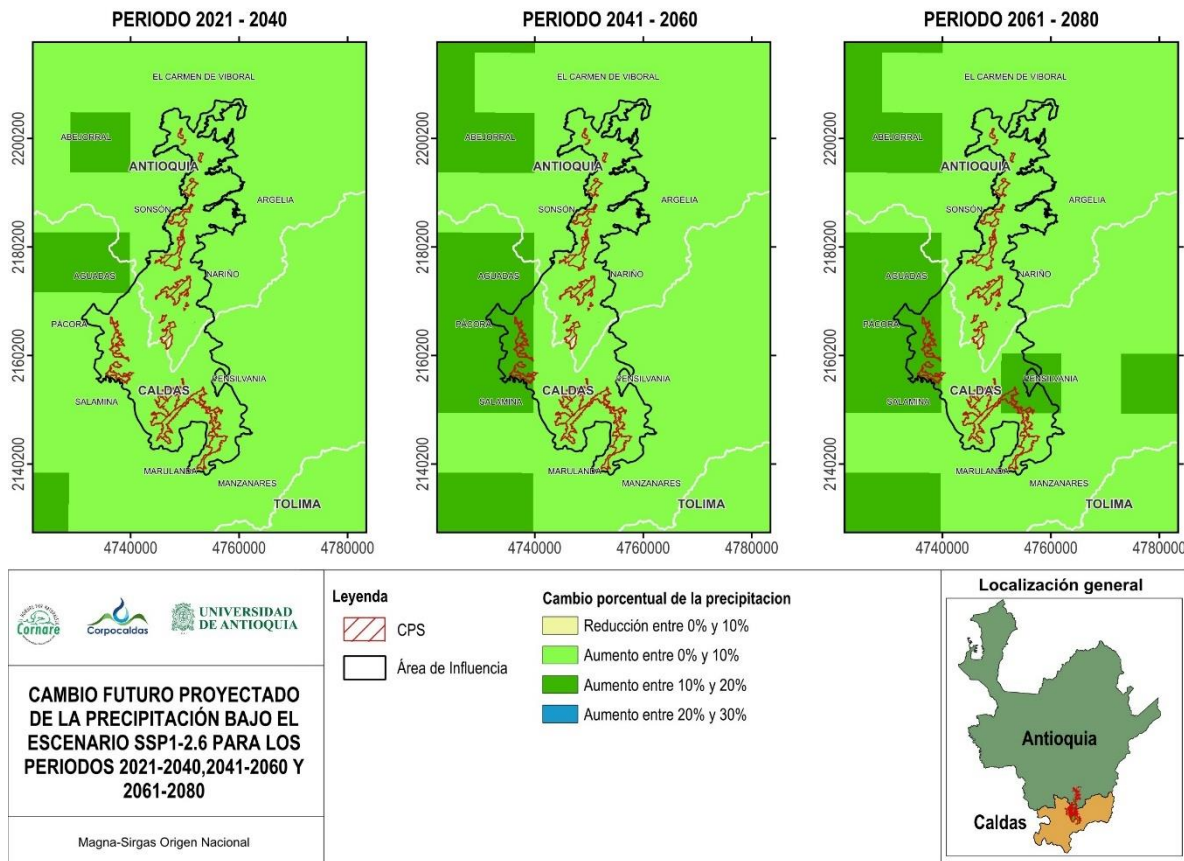


Figura 25. Cambio futuro proyectado de la precipitación bajo el escenario SSP1-2.6 en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

Al comparar estos resultados con el escenario de mayor emisión (SSP5-8.5), se observa que la magnitud de los incrementos proyectados tiende a ser mayor, especialmente hacia el horizonte 2061–2080 (ver

Figura 26), lo que indica una posible intensificación más marcada de los cambios en el régimen pluviométrico bajo trayectorias con mayores concentraciones de gases de efecto invernadero.

No obstante, es importante precisar que estos incrementos corresponden a valores promedio proyectados y no implican necesariamente una mayor disponibilidad hídrica continua o uniforme en los ecosistemas. Estos cambios pueden estar asociados a modificaciones en la distribución temporal de las lluvias, como temporadas más cortas, pero más intensas, desplazamientos en la estacionalidad o una mayor frecuencia de eventos extremos de precipitación. En este sentido, los aumentos proyectados podrían reflejar episodios de lluvia más concentrados en periodos específicos, alternados con intervalos secos más prolongados, lo que implica que no necesariamente habrá una mayor oferta hídrica permanente; por el contrario, podría incrementarse la variabilidad climática y los riesgos asociados a avenidas torrenciales, deslizamientos, inundaciones y déficits hídricos estacionales (IPCC, 2021).

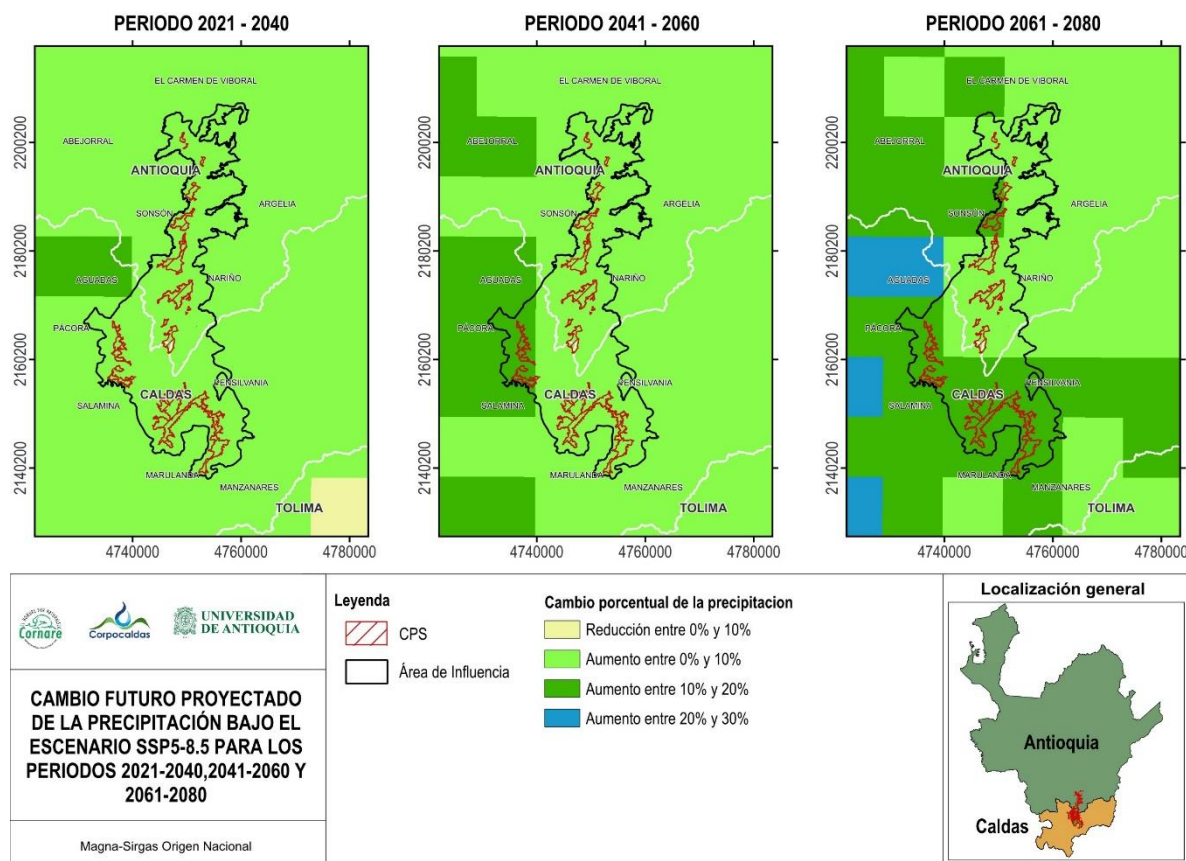


Figura 26. Cambio futuro proyectado de la precipitación bajo el escenario SSP5-8.5 en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

• Temperatura

El cambio futuro proyectado de la temperatura media bajo el escenario SSP1-2.6 para los periodos 2021–2040, 2041–2060 y 2061–2080 muestra una tendencia gradual de aumento de la temperatura en el CPS y su área de influencia (ver

Figura 27). Para el periodo 2021–2040 predominan incrementos entre 0,5 °C y 1 °C, mientras que hacia 2041–2060 los aumentos se sitúan principalmente entre 1 °C y 1,5 °C, alcanzando valores cercanos a 1,5 °C–2 °C en el periodo 2061–2080 en algunos sectores del área ubicada entre los departamentos de Antioquia y Caldas. Estos resultados evidencian un incremento térmico progresivo, aunque moderado, bajo un escenario de bajas emisiones.

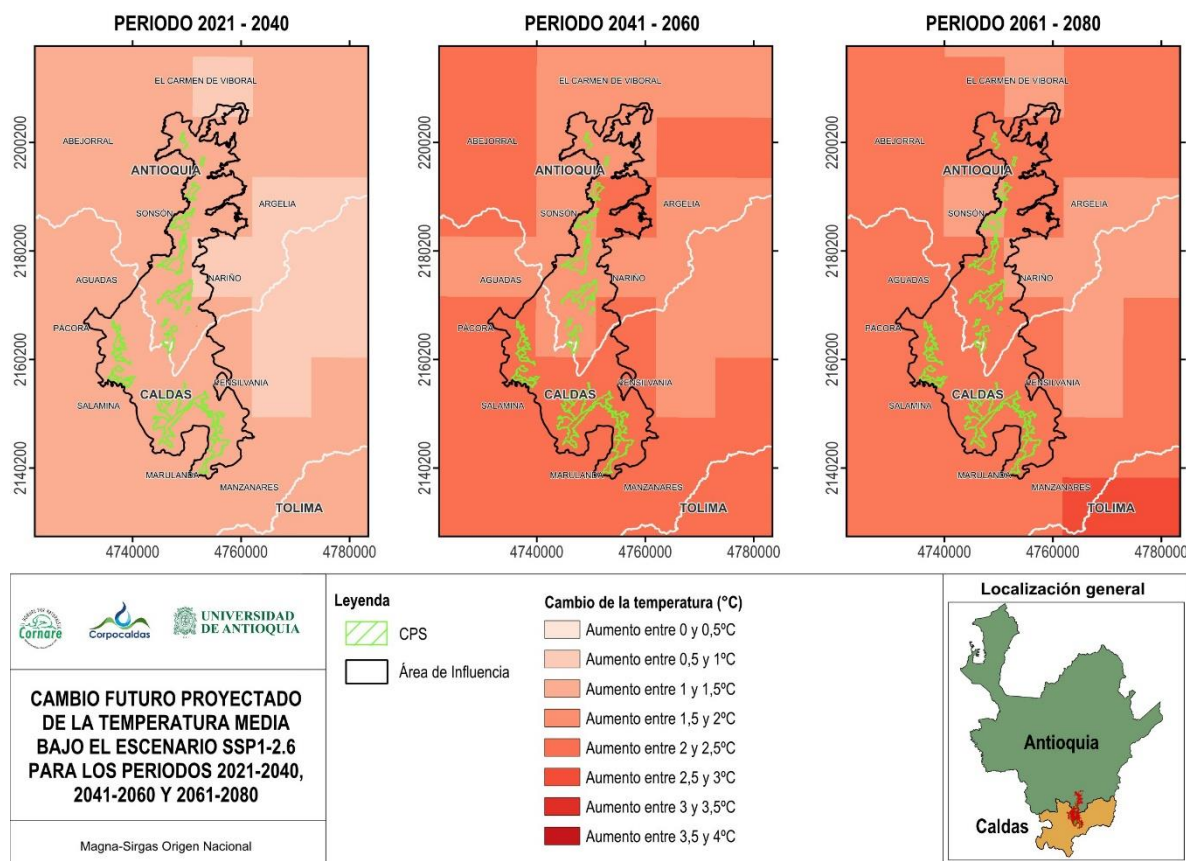


Figura 27. Cambio futuro proyectado de la temperatura media bajo el escenario SSP1-2.6 en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

Al comparar con el escenario SSP5-8.5, los incrementos proyectados son mayores en todos los periodos analizados, especialmente hacia 2061–2080, cuando se observan aumentos que en varias zonas superan los 3 °C, principalmente hacia al sur del CPS (ver Figura 28). Esto muestra que la magnitud del cambio en la temperatura depende en gran medida de la trayectoria futura de emisiones, y resalta la diferencia entre escenarios de bajas y altas emisiones en el mediano plazo.

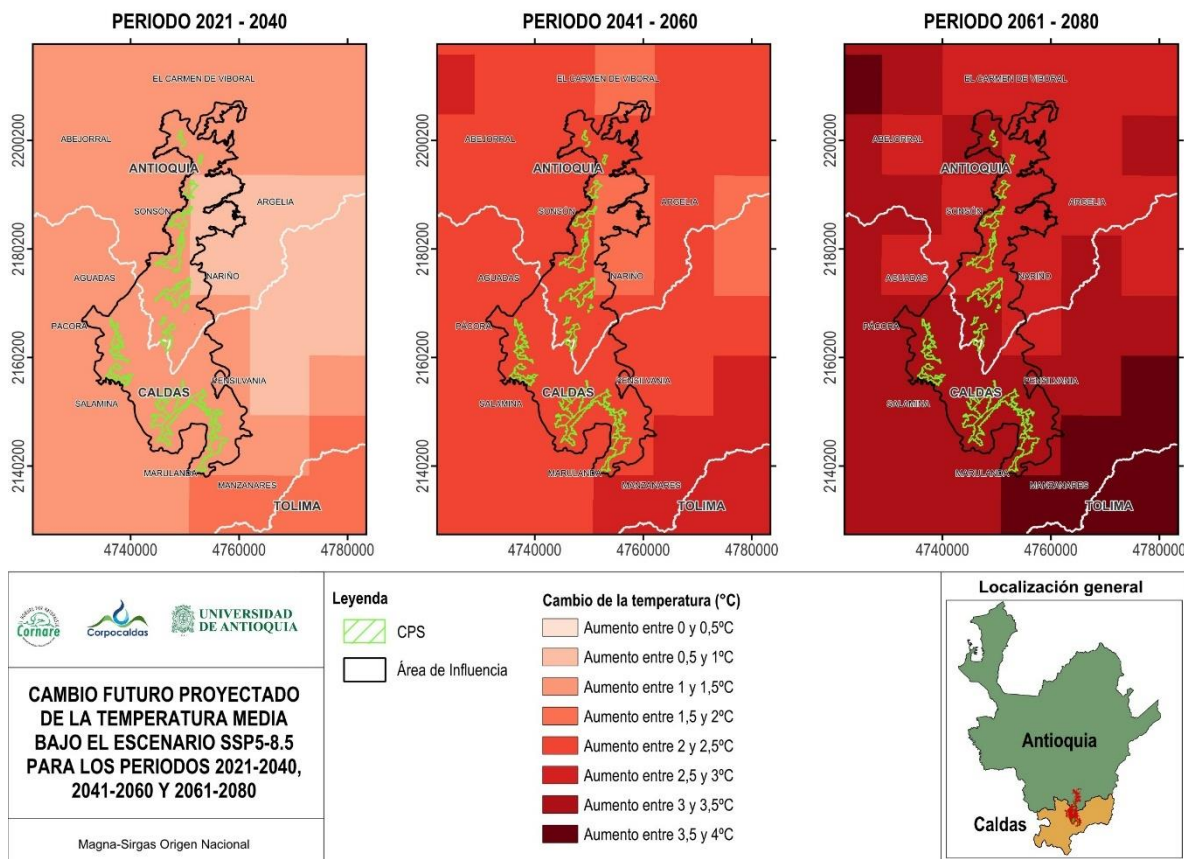


Figura 28. Cambio futuro proyectado de la temperatura media bajo el escenario SSP5-8.5 en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

El aumento de la temperatura en ecosistemas de montaña puede generar cambios en su estructura y funcionamiento. Entre los principales impactos se encuentran el desplazamiento altitudinal de especies, posibles reducciones en la extensión de hábitats de alta montaña, variaciones en la disponibilidad hídrica asociadas a cambios en los procesos de evapotranspiración y regulación natural del agua, así como modificaciones en los ciclos fenológicos de la vegetación. Además, estos ecosistemas suelen presentar alta sensibilidad frente a las variaciones climáticas y una menor capacidad de adaptación, por lo que incluso incrementos moderados de temperatura pueden influir en su dinámica ecológica a mediano y largo plazo (Pauli & Halloy, 2019).

4.1.1.4 Clases de clima

La caracterización climática del área de influencia evidencia un predominio de condiciones frías a muy frías con régimen superhúmedo, lo cual es consistente con la localización del territorio en zonas altoandinas y de transición hacia ecosistemas de páramo.

En particular, las categorías frío superhúmedo (49,30%) y muy frío superhúmedo (38,99%) concentran la mayor parte del área evaluada (ver Tabla 14), lo que indica la presencia de temperaturas bajas asociadas a pisos altitudinales elevados y altos niveles de precipitación durante la mayor parte del año. En este sentido, se observa que en el sector del área de influencia localizado en el departamento de Antioquia predomina la categoría frío superhúmedo, mientras que en el sector correspondiente al departamento de Caldas se presenta principalmente la categoría muy frío superhúmedo, situación asociada principalmente a las mayores elevaciones registradas en esta parte del complejo. En menor proporción se presentan condiciones frío húmedo (5,67%) y templado húmedo a templado superhúmedo (alrededor del 6% en conjunto), asociadas principalmente a sectores de menor altitud dentro del área de influencia, donde se registran temperaturas relativamente más altas y una ligera disminución en los niveles de humedad.

Para el CPS, la distribución climática muestra un dominio marcado de condiciones propias de alta montaña, destacándose el clima muy frío superhúmedo (83,41%), seguido por el frío superhúmedo (16,59%) (ver Figura 29 y Tabla 14). La mayoría de los polígonos presentan condiciones de clima muy frío superhúmedo; sin embargo, los polígonos 1 al 3, ubicados al norte de Antioquia, corresponden a clima frío superhúmedo. Estas categorías climáticas se asocian con ambientes caracterizados por bajas temperaturas, alta humedad atmosférica y elevados niveles de precipitación, rasgos típicos de ecosistemas de páramo y subpáramo.

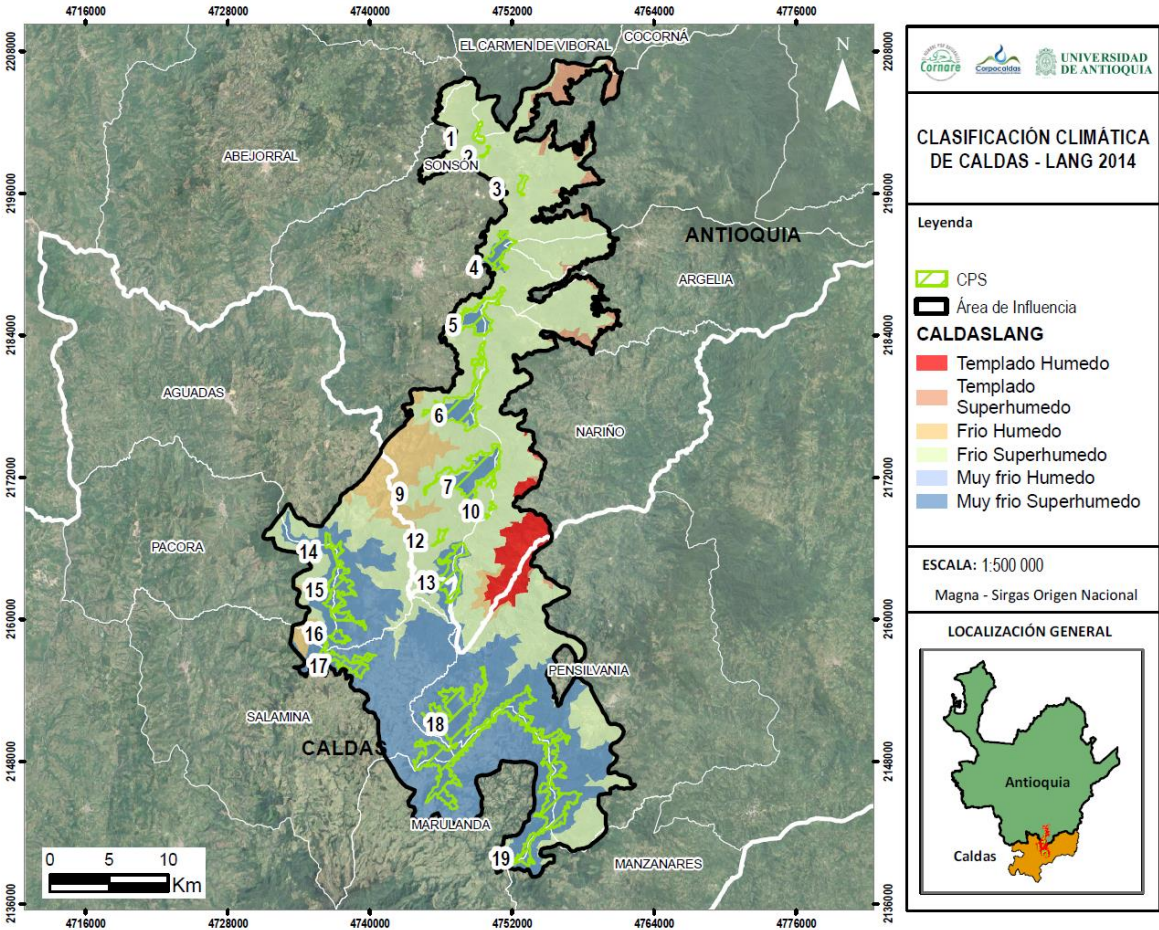


Figura 29. Clasificación climática de Caldas - Lang en el CPS y su área de influencia.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2015).

Tabla 14. Clasificación climática de Caldas – Lang en el CPS y su área de influencia.

CLASE DE CLIMA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE INFLUENCIA		
Frio Superhumedo	44.029,17	49,30%
Muy frio Superhumedo	34.822,.62	38,99%
Frio Húmedo	5.063,94	5,67%
Templado Superhumedo	2.738,67	3,07%
Templado Humedo	2.649,92	2,97%
Muy Frio Humedo	2,64	0,00%
Total	89.306,96	100,00%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		
Frio Superhumedo	1.522,59	16,59%
Muy frio Superhumedo	7.657,03	83,41%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2015).

4.1.2 Geología y geomorfología

4.1.2.1. Rango de alturas

La hipsometría del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS) evidencia un gradiente altitudinal claramente diferenciado entre los polígonos localizados en el departamento de Antioquia (1–12), así como el polígono 13, que se extiende entre ambos departamentos, y aquellos ubicados exclusivamente en el departamento de Caldas (polígonos 14–19). El rango altitudinal general del complejo oscila entre los 2.782 m.s.n.m. como cota mínima y 3.862 m.s.n.m. como cota máxima (ver Figura 31), lo que confirma su condición de ecosistema de alta montaña.

El histograma de alturas medias por polígono muestra que los primeros doce polígonos, correspondientes a Antioquia, presentan valores promedio predominantemente entre 2.940 y 3.150 m.s.n.m., evidenciando un bloque altitudinal relativamente homogéneo, con variaciones internas moderadas. En este conjunto, se observan incrementos progresivos hacia el polígono 12, donde la altura media comienza a superar los 3.150 m.s.n.m., marcando la transición hacia sectores de mayor elevación.

Por su parte, a partir del polígono 13, ubicado entre los departamentos de Antioquia y Caldas, y en los polígonos 14 al 19, localizados en el departamento de Caldas, se observa un incremento altitudinal más marcado, con alturas medias que superan los 3.170 m.s.n.m. y alcanzan valores máximos cercanos a 3.550 m.s.n.m. en el polígono 18. Este comportamiento evidencia que el núcleo altitudinal más elevado del complejo se concentra en jurisdicción caldense.

En términos territoriales, los sectores con mayores alturas se asocian a áreas ubicadas en los municipios de Pensilvania, Marulanda y Manzanares, donde se registran las mayores cotas promedio del CPS. En contraste, los valores relativamente más bajos se identifican en sectores de Antioquia, particularmente hacia municipios como El Carmen de Viboral y Sonsón, donde, si bien se mantienen condiciones propias de páramo, las alturas medias son ligeramente inferiores en comparación con el bloque caldense.

Este patrón hipsométrico sugiere una configuración altitudinal escalonada del complejo, con una tendencia general de incremento hacia el flanco oriental–suroriental, lo cual puede incidir en variables clave como la temperatura media anual, la distribución de coberturas vegetales, la ocurrencia de turberas y la regulación hídrica. Asimismo, la concentración de mayores elevaciones en el sector caldense podría estar asociada a diferencias estructurales del basamento geológico y a procesos tectónicos que han condicionado la evolución geomorfológica del macizo.

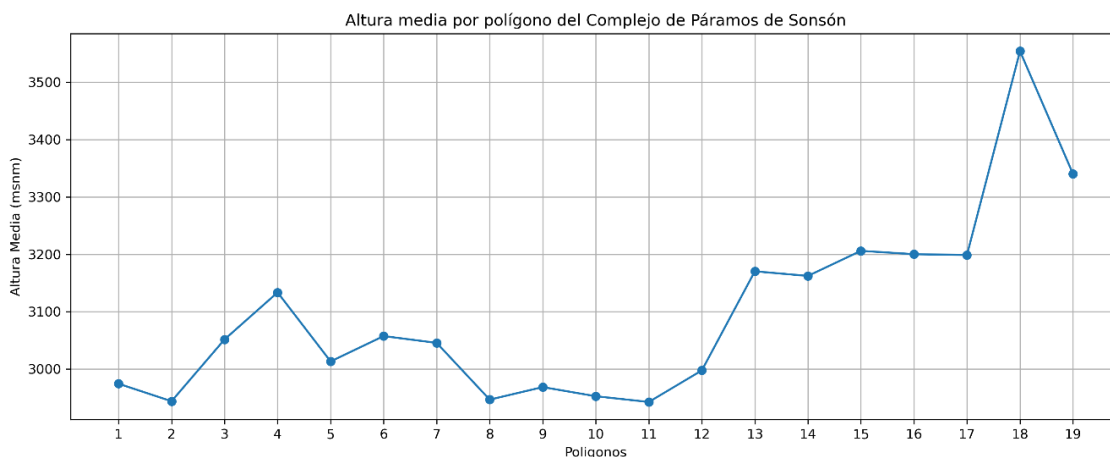


Figura 30. Altura media en los polígonos del CPS.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

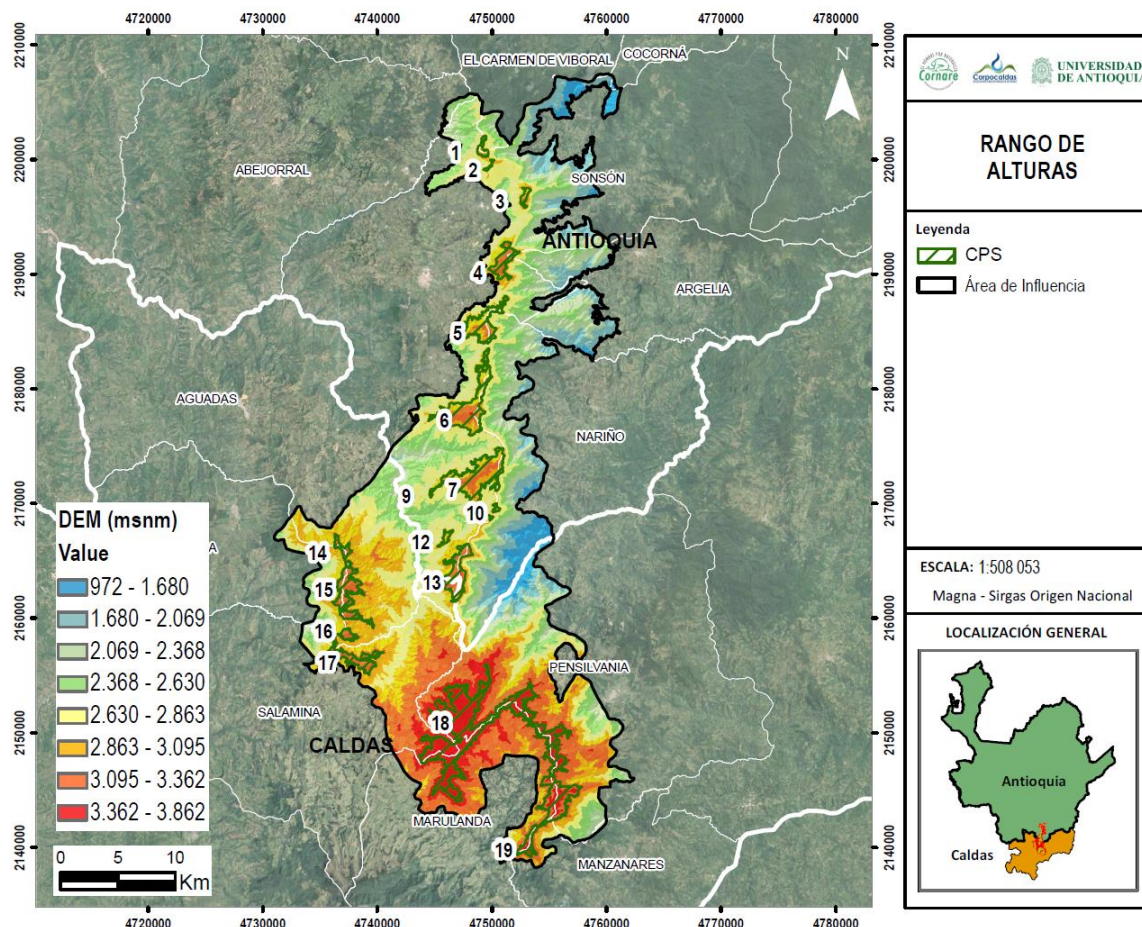


Figura 31. Representación hipsométrica en el CPS y su área de influencia.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en el Modelo de Elevación Digital.

4.1.2.2. Rango de pendientes

La distribución de la pendiente media en los 19 polígonos del CPS evidencia un relieve predominantemente escarpado, característico de sistemas de alta montaña estructural. Los valores promedio oscilan aproximadamente entre 34 % y 62 % (ver Figura 32), lo que confirma que el complejo se desarrolla sobre laderas de fuerte inclinación y crestas montañosas bien definidas.

En los primeros doce polígonos, correspondientes al departamento de Antioquia, se observa una variabilidad marcada en la pendiente media. Algunos sectores presentan valores moderados cercanos al 35% (como los polígonos 2 y 8, localizados en el municipio de Sonsón), mientras que otros superan el 60% (Polígonos 3 y 4, entre Sonsón y Argelia), lo que indica la presencia de bloques montañosos con fuerte control estructural y procesos geomorfológicos activos. Esta heterogeneidad sugiere diferencias locales en la dinámica de erosión y en la estabilidad de laderas.

En el caso del polígono 13, ubicado entre los departamentos de Antioquia y Caldas, y de los polígonos 14 al 19, localizados en el departamento de Caldas, se identifican pendientes medias generalmente entre 39 % y 49 %, con excepción del polígono 19, ubicado en los municipios de Marulanda y Manzanares, alcanza el valor más alto del conjunto (~62%). Este comportamiento indica que, aunque el bloque caldense presenta mayores altitudes medias —como se evidenció en el análisis hipsométrico—, no necesariamente mantiene de manera homogénea las pendientes más abruptas, sino que alterna sectores relativamente más suaves con otros altamente inclinados.

Desde el punto de vista geomorfológico, pendientes superiores al 40% implican condiciones de alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa, particularmente en escenarios de saturación hídrica, característicos de ecosistemas de páramo con elevada precipitación y suelos orgánicos de limitada cohesión. En sectores donde las pendientes superan el 55 – 60%, el control estructural del basamento rocoso es determinante en la configuración del relieve, favoreciendo la formación de divisorias estrechas, laderas convexas y escarpes.

La combinación de altos gradientes altitudinales y pendientes pronunciadas refuerza la condición del CPS como un sistema de montaña estructuralmente complejo, donde la estabilidad del terreno, la conectividad ecológica y la regulación hídrica están estrechamente vinculadas a la morfometría del relieve. En términos de planificación ambiental, estos resultados son relevantes para la delimitación de áreas núcleo, la identificación de zonas con mayor susceptibilidad a procesos erosivos y la priorización de estrategias de conservación.

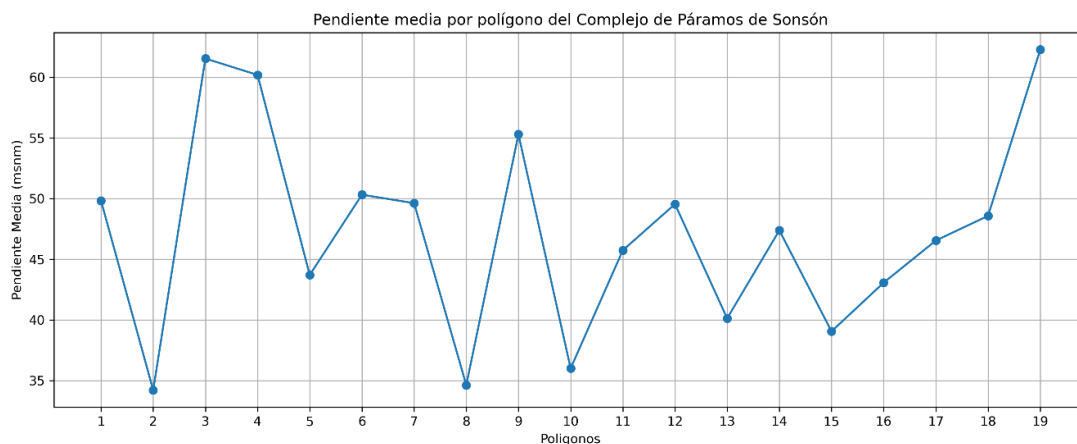


Figura 32. Pendiente media en el Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

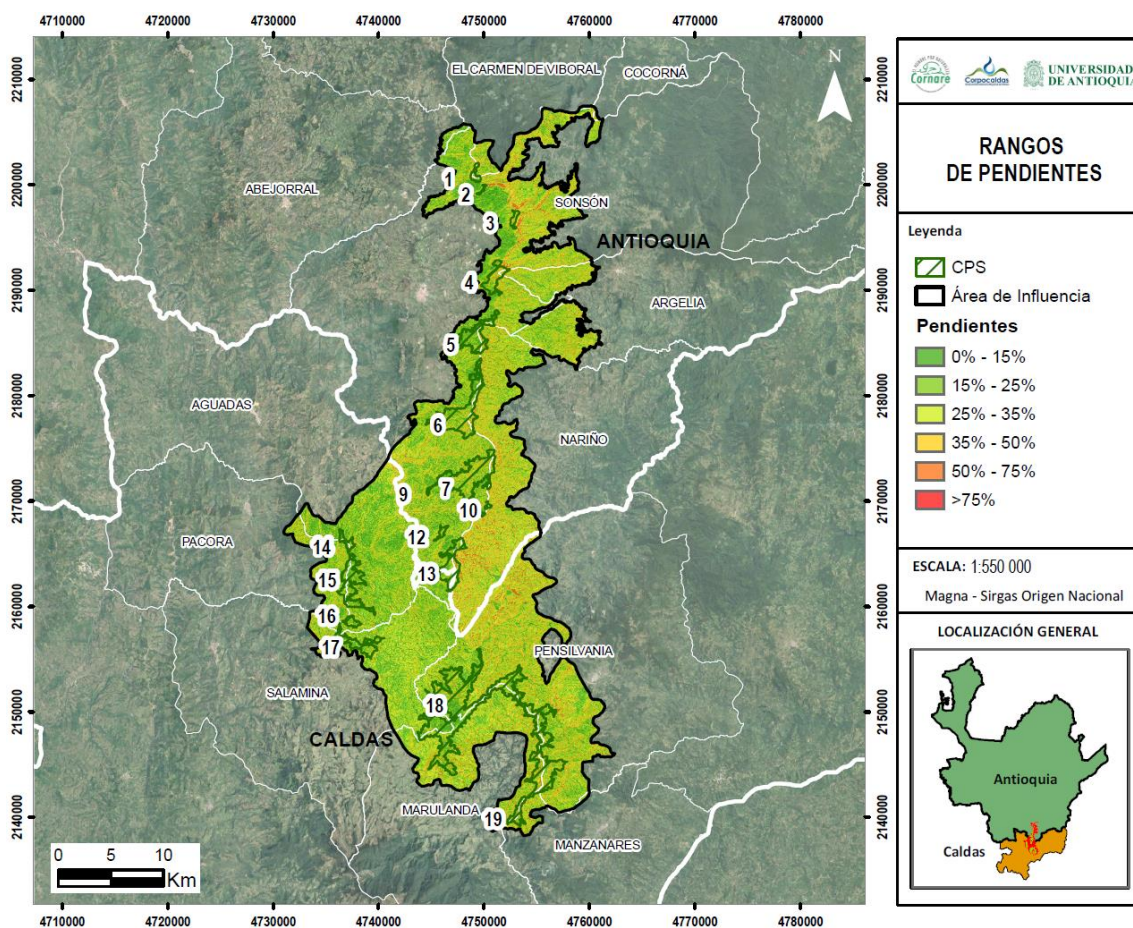


Figura 33. Rangos de pendientes en el Complejo de Páramos Páramo de Sonsón y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

4.1.2.3. Unidades geológicas

En el área de influencia, según el Servicio Geológico Colombiano, se identificaron nueve unidades geológicas, reflejando una mayor diversidad litológica respecto al núcleo del páramo. Al igual que en el CPS, predomina el Batolito de Sonsón, con una extensión de 52.575,33 hectáreas, equivalente al 58,87% del territorio. Su presencia dominante define gran parte de la estructura morfológica regional y desempeña un papel determinante en la regulación hídrica y en la configuración de divisorias hidrográficas.

En segundo lugar, se encuentra el Complejo Cajamarca, con 17.365,33 hectáreas (19,45%), cuyas características metamórficas influyen directamente en la estabilidad de las laderas, especialmente cuando la orientación de sus planos estructurales coincide con la pendiente natural del terreno, lo que puede favorecer la ocurrencia de procesos de remoción en masa. La Formación Abejorral ocupa 9.662,83 hectáreas (10,82%), mientras que el Grupo Cajamarca abarca 7.379,00 hectáreas (8,26%), consolidando la presencia de unidades metamórficas y volcánico-sedimentarias que aportan heterogeneidad al comportamiento geomecánico del territorio (ver Figura 34).

Con menor representatividad se identifican la Formación Quebradagrande, miembro volcánico (1.253,12 ha; 1,40%), el Gneis Intrusivo de Abejorral (222,99 ha; 0,25%) y el Gneis Intrusivo de Río Verde (251,29 ha; 0,28%), así como áreas clasificadas como roca ígnea (559,04 ha; 0,63%) y depósitos sueltos (34,77 ha; 0,04%). Estos últimos corresponden a acumulaciones recientes de materiales transportados por acción hídrica o gravitacional, caracterizados por baja consolidación y mayor susceptibilidad a procesos erosivos e inestabilidad (ver Figura 34).

En términos generales, el CPS presenta una estructura geológica relativamente más homogénea y dominada por macizos ígneos consolidados propios de ambientes de alta montaña. En contraste, el Área de Influencia exhibe una mayor diversidad litológica, lo que implica variaciones espaciales en la respuesta geomecánica del terreno, la susceptibilidad a movimientos en masa y la dinámica hidrogeológica regional.

Las unidades geológicas describen la composición litológica y la estructura del sustrato rocoso que conforma el territorio. La cartografía empleada para este análisis corresponde a la información oficial del Servicio Geológico Colombiano (SGC) (Gómez, Montes & Marín, 2023), integrada en los instrumentos de planificación territorial. Estas unidades representan la distribución espacial de formaciones ígneas, metamórficas y volcánico-sedimentarias que afloran o se encuentran próximas a la superficie, constituyendo el soporte físico sobre el cual se desarrollan las formas del relieve, los procesos geomorfológicos y los ecosistemas de alta montaña.

La geología condiciona directamente la morfología del relieve, el grado de fracturamiento, la permeabilidad del macizo rocoso, el comportamiento hidrogeológico y la respuesta del

terreno frente a procesos como la erosión y los movimientos en masa. En este sentido, el análisis de las unidades geológicas se constituye en un insumo fundamental para la evaluación de estabilidad de laderas, la regulación hídrica, el desarrollo de suelos y la funcionalidad ecosistémica del páramo, al definir el sustrato estructural que sustenta la dinámica biofísica del territorio.

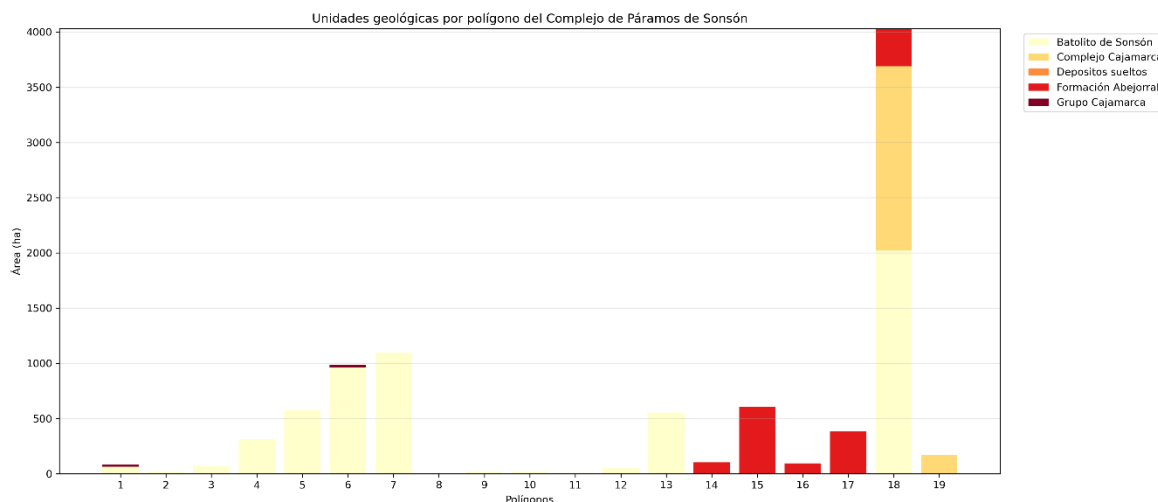


Figura 34. Distribución de Unidades Geológicas en los polígonos del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026). con base en información del Servicio Geológico Colombiano – SGC (2023).

El análisis por área de las unidades geológicas integradas para los 19 polígonos del CPS evidencia una marcada dominancia litológica y un patrón espacial diferenciado entre los sectores ubicados en Antioquia (1-12) aquellos localizados en el departamento de Caldas (13-19), haciendo la claridad que el polígono 13, que se encuentra entre ambos departamentos, en los municipios de Sonsón, Nariño y Pensilvania. En términos generales, los polígonos del CPS se estructuran sobre tres grandes unidades: el Batolito de Sonsón, la Formación Abejorral y el Complejo Cajamarca, con ocurrencias puntuales del Grupo Cajamarca y depósitos recientes de muy baja representatividad.

En los polígonos 1 al 12, se identifica un dominio casi absoluto del Batolito de Sonsón, que ocupa el 100 % del área en diez de los doce polígonos (2–5 y 7–12). En este conjunto, solo se observan dos excepciones parciales: el polígono 1, donde el batolito representa el 75,70% y se complementa con el Grupo Cajamarca (24,30%), y el polígono 6, donde el batolito continúa siendo dominante (97,61%) con una participación menor del Grupo Cajamarca (2,39%). Este patrón confirma que el núcleo antioqueño del complejo se desarrolla predominantemente sobre un basamento ígneo intrusivo consolidado, asociado a alta competencia mecánica del sustrato y a un control estructural del relieve a través de

fracturas y diaclasas, con implicaciones directas en la configuración de divisorias, la infiltración y la circulación subterránea.

En contraste, en el departamento de Caldas, del polígono 14 al 19 se observa un cambio litológico. Los polígonos 14 y 15 ubicados en los municipios de Aguadas y Pacora están conformados en su totalidad por la Formación Abejorral (100%). Por su parte, el polígono 17, entre Salamina, Pacora y Aguadas mantiene el mismo patrón, con predominio de la Formación Abejorral (99,05%) y una participación menor del batolito (0,95%). Estos resultados sugieren que, en Caldas, el CPS se desarrolla principalmente sobre secuencias de origen volcánico-sedimentario, lo que introduce mayor heterogeneidad litológica y potencialmente variaciones en meteorización, desarrollo de suelos y respuesta geomecánica local frente a pendientes y saturación hídrica.

El polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina (Caldas), representa el polígono de mayor complejidad geológica del conjunto, al integrar tres unidades: Batolito de Sonsón (50,15%), Complejo Cajamarca (41,42%) y Formación Abejorral (8,41%), además de una presencia baja de depósitos sueltos (0,02%).

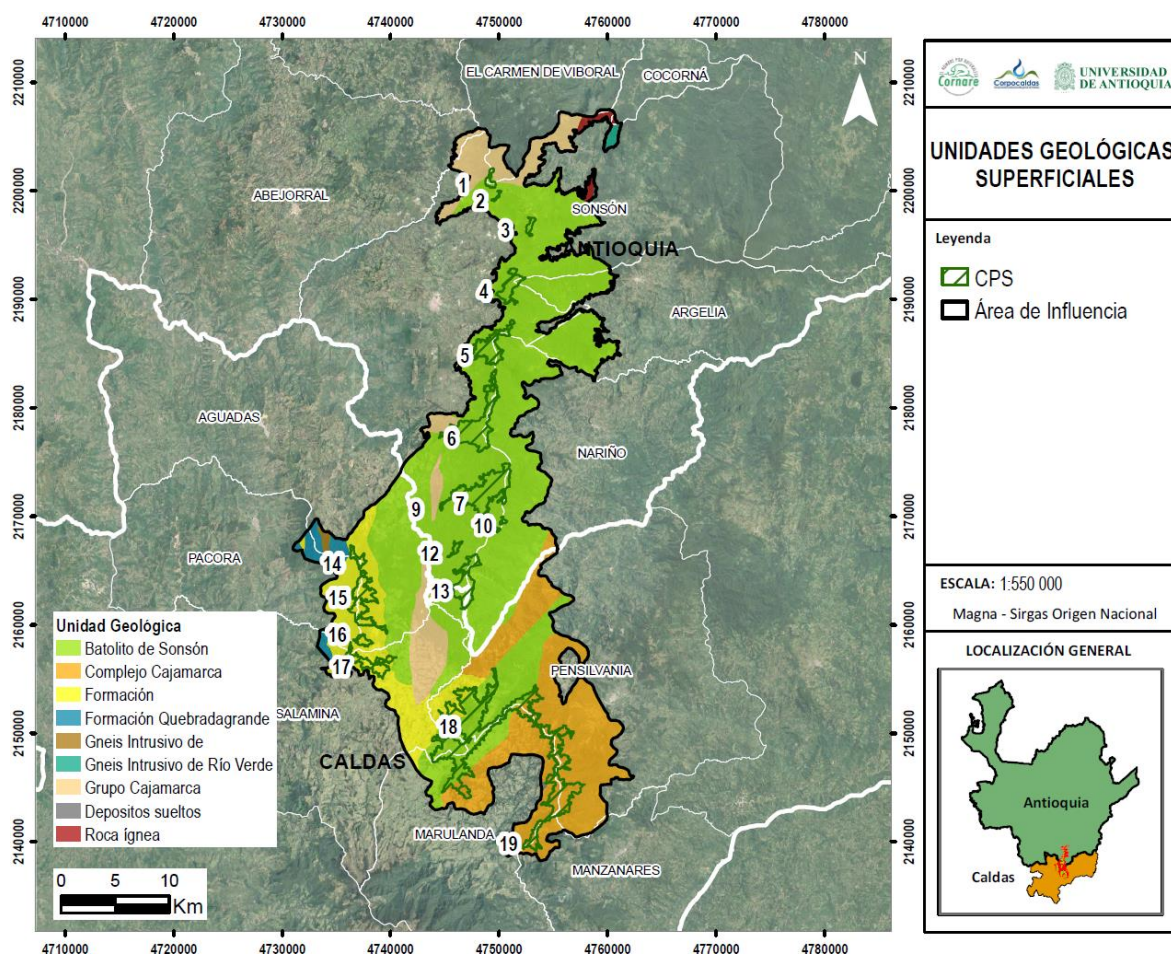
Finalmente, el polígono 19, localizado entre los municipios de Marulanda y Manzanares (Caldas), se caracteriza por una homogeneidad total del Complejo Cajamarca (100 %), reflejando un sustrato metamórfico dominante, asociado típicamente a rocas como esquistos, filitas y cuarcitas. Este tipo de litología, en combinación con pendientes de alta montaña, puede incidir en la estabilidad de laderas dependiendo de la orientación de planos estructurales, la meteorización y el nivel de saturación hídrica, aspectos especialmente relevantes en ecosistemas de páramo donde la humedad edáfica y la precipitación son altas (ver Tabla 15 y Figura 35).

Tabla 15. Unidades geológicas superficiales en el CPS y su área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
UNIDADES	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Batolito de Sonsón	52.575,33	58.87%
Complejo Cajamarca	17.365,33	19.45%
Depósitos sueltos	34,77	0.04%
Formación Abejorral	9.662,83	10.82%
Formación Quebradagrande, Miembro Volcánico	1.253,12	1.40%
Gneis Intrusivo de Abejorral	222,99	0.25%
Gneis Intrusivo de Río Verde	251,29	0.28%
Roca ígnea	559,042	0.63%
Grupo Cajamarca	7.379,00	8.26%
Total	89.303,73	100.00%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		
Batolito de Sonsón	5.765,303	62,81%

ÁREA DE INFLUENCIA		
UNIDADES	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Complejo Cajamarca	1.842,286	20,07%
Depósitos sueltos	0,865	0,01%
Formación Abejorral	1.527,204	16,64%
Grupo Cajamarca	43,736	0,48%
Total	9.179,394	100%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del Servicio Geológico Colombiano – SGC (2023).



Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del Servicio Geológico Colombiano – SGC (2023).

4.1.2.4. Unidades geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas describen las formas del relieve y los procesos morfodinámicos que han modelado el territorio a lo largo del tiempo. La cartografía empleada para el análisis fue obtenida a partir de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) de los ríos Arma, Samaná Norte, Samaná Sur, (CORNARE, s.f.), Tapias, La Miel y Guarinó (Corpocaldas, s.f.), constituyéndose en la base oficial para la interpretación morfológica del área de estudio. Estas unidades representan la expresión superficial de la interacción entre la geología, el clima y los procesos erosivos, y constituyen un insumo fundamental para la evaluación de amenazas naturales, estabilidad de laderas, dinámica de escorrentía y funcionalidad ecosistémica del páramo

En el área de influencia, el patrón geomorfológico confirma este carácter montañoso estructural. Las unidades con mayor representatividad son el Espolón (31,48%) y el Valle estructural (30,97%), que en conjunto ocupan más del 62 % del territorio. Los espolones corresponden a crestas alargadas formadas bajo fuerte control estructural y acción erosiva, asociadas a topografías abruptas y pendientes pronunciadas. Los valles estructurales, por su parte, son depresiones alineadas con fracturas o contactos litológicos que concentran la escorrentía y configuran corredores naturales de drenaje.

El Lomo denudado representa el 12,04% del área de influencia y corresponde a superficies suavizadas por procesos de erosión prolongada, donde las formas estructurales originales han sido parcialmente modificadas. Otras unidades relevantes incluyen colinas residuales suavemente onduladas (4,16%), sierra homoclinal (3,25%), formas de origen denudacional (3,08%) y escarpe rocoso (2,74%), todas asociadas a procesos de levantamiento tectónico, inclinación de estratos y erosión diferencial.

Las unidades de ladera (2,35%), movimiento lento (1,97%) y sierra y lomo de presión (1,96%) evidencian procesos morfodinámicos activos o potenciales, particularmente en sectores donde la pendiente y la estructura geológica condicionan la estabilidad del terreno. La categoría de movimiento lento resulta especialmente relevante en términos de gestión del riesgo, al señalar áreas susceptibles a deslizamientos progresivos. En contraste, las unidades asociadas a ambientes fluviales, terrazas o superficies planas presentan una participación muy baja, inferior al 0,1% en la mayoría de los casos, lo que confirma el carácter predominantemente montañoso y estructural del territorio.

En síntesis, tanto el CPS como su área de influencia se desarrollan sobre un relieve estructural de alta montaña, donde la interacción entre tectónica, erosión y dinámica hídrica ha configurado un paisaje dominado por crestas, lomos y corredores estructurales, con implicaciones directas para la regulación hídrica, la estabilidad geomorfológica y la planificación ambiental del ecosistema de páramo.

El análisis por área de las unidades geomorfológicas en el CPS, calculado a partir de la intersección de los 19 polígonos con la cartografía geomorfológica, muestra una estructura del relieve dominada por geoformas de control estructural y denudacional. Se identifican diferencias claras entre los polígonos (1-12) ubicados en el departamento de Antioquia y aquellos localizados en el departamento de Caldas (14–19), haciendo la claridad que el polígono 13 se encuentra en ambos departamentos.

Aunque en términos generales predominan unidades como Espolón, Lomo denudado y Valle estructural, lo que indica que el complejo se desarrolla principalmente sobre crestas, lomos y divisorias montañosas intercaladas con corredores estructurales que canalizan procesos hídricos y erosivos.

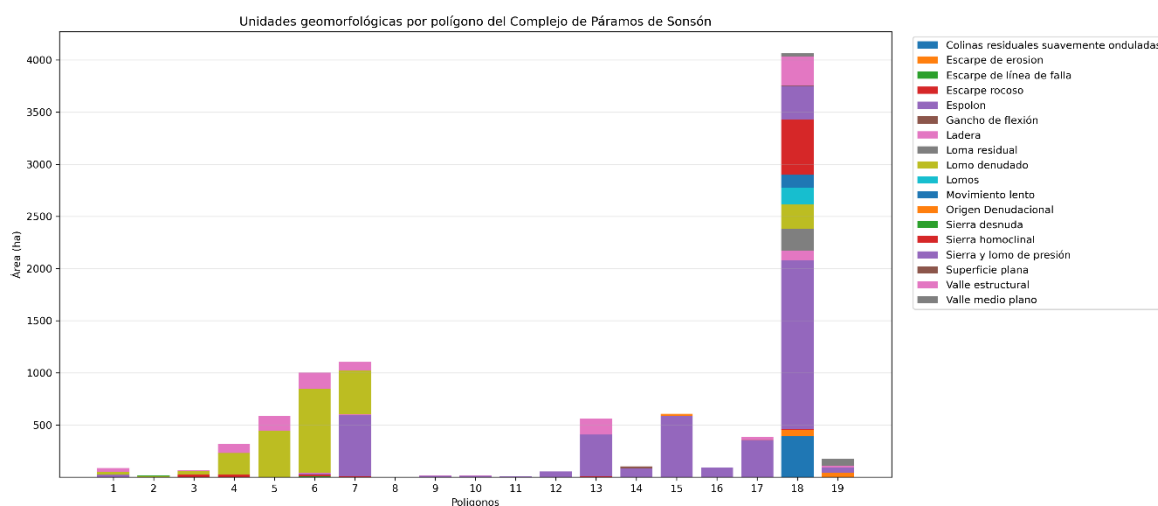


Figura 36. Distribución de Unidades Geomorfológicas en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

En los polígonos del 1 al 6 del CPS, localizados principalmente en los municipios de Sonsón y Nariño predomina el Lomo denudado, con participaciones entre el 53% y el 80% del área, acompañado por el Valle estructural como unidad secundaria relevante. Esta configuración corresponde a sectores de montaña donde la erosión ha suavizado parcialmente las formas estructurales originales, generando dorsales y laderas con suelos someros sobre macizos rocosos consolidados. La presencia de Escarpe rocoso en algunos polígonos, especialmente en los polígonos 3 y 4, refuerza el carácter abrupto del relieve y su asociación con pendientes elevadas, coherentes con los análisis morfométricos previamente realizados. En polígono 6, entre Sonsón y Nariño, la aparición de escarpe de línea de falla y ladera sugiere además un control tectónico local que puede incidir en la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

Entre los polígonos 7 y 12, ubicados también en el municipio de Sonsón se consolida el predominio del Espolón como geoforma dominante, alcanzando incluso el 100 % del área en el polígono 12. Los espolones corresponden a crestas alargadas y estrechas que se desprenden de divisorias principales y que se asocian con pendientes pronunciadas y alta energía topográfica. En estos sectores, el Valle estructural aparece de manera complementaria, evidenciando corredores topográficos donde se concentran flujos y procesos de encauzamiento. Esta combinación sugiere un paisaje de montaña estructural donde las divisorias y las vertientes controlan la organización espacial del drenaje y la conectividad ecológica.

En los polígonos ubicados en Caldas (14–19) se mantiene la dominancia del Espolón en los polígonos del 14 al 17, con proporciones superiores al 80 % en la mayoría de los casos. Sin embargo, se incorporan unidades que reflejan mayor complejidad morfoestructural, como el Gancho de flexión y formas de origen denudacional, lo cual sugiere ajustes estructurales y deformaciones locales del relieve. El polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina (Caldas), presenta el mayor grado de heterogeneidad geomorfológica del conjunto, combinando espolones con sierra homoclinal, colinas residuales suavemente onduladas, sierra y lomo de presión, valle estructural, loma residual, movimiento lento y superficies planas. Este mosaico muestra un territorio con fuerte diversidad morfodinámica y evidencia explícita de procesos activos o potenciales de inestabilidad, constituyéndose en un sector prioritario para análisis de susceptibilidad y gestión del riesgo. Finalmente, el polígono 19, localizado entre los municipios de Marulanda y Manzanares, presenta un patrón diferenciado, con predominio de Valle medio plano, acompañado por Espolón y Escarpe de erosión, lo que indica la presencia de superficies relativamente suavizadas en transición hacia bordes abruptos y encajamientos activos.

En conjunto, el CPS presenta una geomorfología propia de sistemas de alta montaña, dominada por geoformas estructurales y denudacionales, donde espolones y lomos configuran la matriz territorial, mientras que valles estructurales y escarpes actúan como elementos articuladores de la dinámica hídrica y la estabilidad del terreno (ver Tabla 16 y Figura 37)

Tabla 16. Unidades geomorfológicas en el CPS y su área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Ambiente fluvial	54,647	0,061%
Cerro estructural	757,789	0,849%
Colinas residuales suavemente onduladas	3.714,270	4,159%
Cono o lóbulo	47,309	0,053%
Escarpe de erosión	814,812	0,912%
Escarpe de línea de falla	197,450	0,221%
Escarpe rocoso	2.448,694	2,742%

ÁREA DE INFLUENCIA		
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Ambiente fluvial	54,647	0,061%
Espolón	28.115,251	31,483%
Gancho de flexión	1.554,837	1,741%
Ladera	2.095,426	2,346%
Loma residual	266,485	0,298%
Lomo denudado	10.754,696	12,043%
Lomos	686,444	0,769%
Movimiento lento	1.761,583	1,973%
Origen Denudaciones	2.748,362	3,078%
Origen estructural	28,885	0,032%
Sierra desnuda	595,733	0,667%
Sierra homoclinal	2.898,532	3,246%
Sierra y lomo de presión	1.754,227	1,964%
Superficie de terraza fluvial	8,904	0,010%
Superficie plana	58,579	0,066%
Valle denudacional	118,315	0,132%
Valle estructural	27.661,321	30,974%
Valle medio plano	361,295	0,405%
Total	89.303,73	100%
COMPLEJO DE PÁRAMOS SONSÓN		
Colinas residuales suavemente onduladas	394,311	4,296%
Escarpe de erosión	101,910	1,110%
Escarpe de línea de falla	8,274	0,090%
Escarpe rocoso	89,079	0,970%
Espolón	3.893,785	42,419%
Gancho de flexión	25,166	0,274%
Ladera	159,869	1,742%
Loma residual	206,113	2,245%
Lomo denudado	2.191,138	23,870%
Lomos	158,120	1,723%
Movimiento lento	121,049	1,319%
Origen Denudacional	22,278	0,243%
Sierra desnuda	7,175	0,078%
Sierra homoclinal	531,743	5,793%
Sierra y lomo de presión	322,207	3,510%
Superficie plana	6,626	0,072%
Valle estructural	942,927	10,272%
Valle medio plano	93,425	1,018%

ÁREA DE INFLUENCIA		
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Ambiente fluvial	54,647	0,061%
Total	9.179,394	100%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

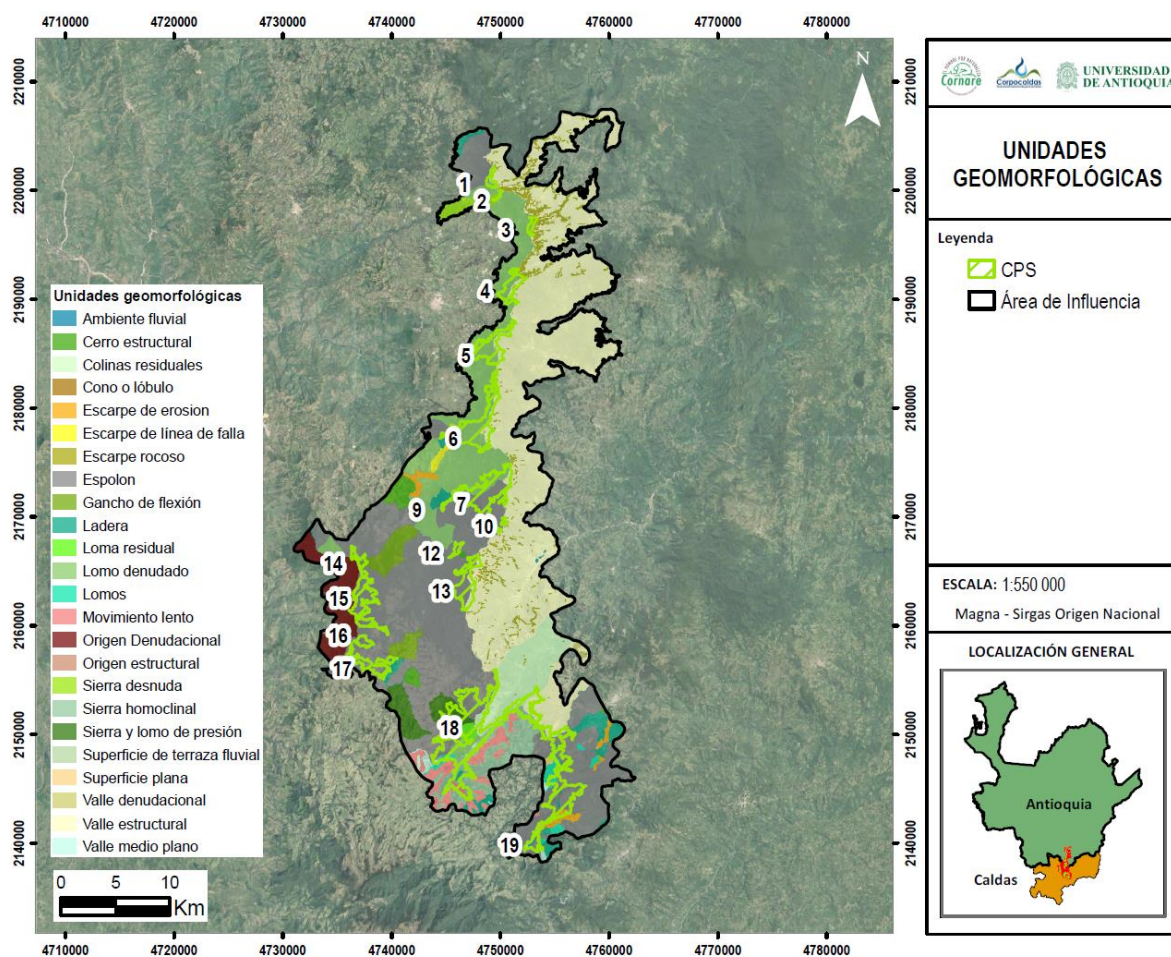


Figura 37. Unidades Geomorfológicas en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

4.1.3 Recurso hídrico

4.1.3.1 Unidades hidrográficas

La zonificación de unidades hidrográficas permite delimitar áreas, zonas y subzonas hidrográficas como unidades de referencia para la planificación ambiental, la ordenación del territorio y la gestión del recurso hídrico. Estas unidades corresponden a espacios definidos por divisorias de aguas, dentro de los cuales se integran procesos como la precipitación, la infiltración, la evapotranspiración y la escorrentía superficial y subterránea, que en conjunto estructuran la red de drenaje natural del territorio. En este sentido, las unidades hidrográficas constituyen un referente para el análisis de la dinámica hídrica regional, al facilitar la comprensión de la distribución de los drenajes principales, su articulación con sistemas fluviales mayores y su papel en la regulación del recurso hídrico.

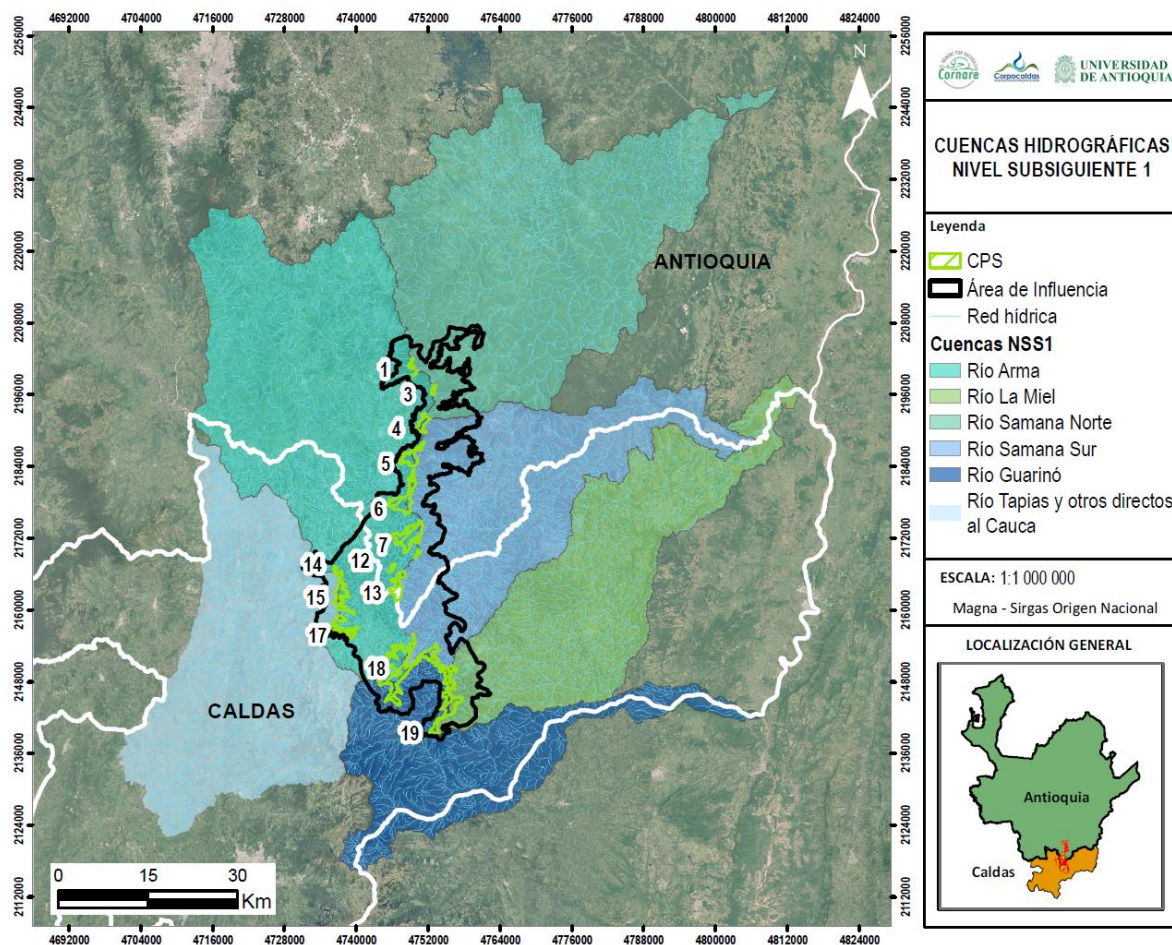


Figura 38. Cuencas hidrográficas nivel subsiguiente 1 en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de Cornare y Corporcaldas.

En este contexto, el CPS se localiza dentro de varias unidades hidrográficas pertenecientes al área hidrográfica Magdalena–Cauca, entre las que se destacan los ríos Samaná Norte, Samaná Sur, Arma, La Miel, Guarinó y Tapias y otros directos al Cauca. Estas unidades estructuran el sistema hídrico regional y cumplen un papel importante en la regulación y distribución del recurso hídrico en la subregión de páramo (ver Figura 38). Cada una de estas cuencas cuenta con un Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), instrumento que establece determinantes ambientales y lineamientos de manejo que son considerados en el proceso de planificación del CPS.

La información que se describe a continuación, relacionada con la caracterización hidrográfica, así como con la oferta y el abastecimiento hídrico del área de estudio, fue tomada y adaptada de los documentos técnicos y diagnósticos de los respectivos POMCA, los cuales constituyen la principal fuente oficial para la caracterización ambiental e hidrológica del territorio. No obstante, es importante señalar que el nivel de detalle y la disponibilidad de información varían entre cuencas, por lo que algunos POMCA presentan mayor desarrollo en aspectos como índices hídricos, análisis de oferta, demanda, calidad del agua y zonificación ambiental, mientras que en otros la información disponible es más general o limitada.

4.1.3.1.1 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Norte

La cuenca hidrográfica del río Samaná Norte (código 2308-03) se localiza en el departamento de Antioquia, en la subregión del Oriente antioqueño, y cuenta con una extensión aproximada de 200.829 ha. De esta área, la mayor parte se encuentra en jurisdicción de Cornare (94,84%), mientras que el 5,16% restante corresponde al municipio de Puerto Nare, en jurisdicción de Corantioquia. Considerando que la cuenca es compartida entre ambas autoridades ambientales, se conformó una comisión conjunta, con el fin de coordinar el proceso de ordenación y manejo en el marco del POMCA.

La cuenca comprende los municipios de Cocorná, Granada, El Carmen de Viboral, El Santuario, San Carlos, San Francisco, San Luis y Sonsón, en jurisdicción de Cornare, además del municipio de Puerto Nare, en jurisdicción de Corantioquia. El río Samaná Norte constituye el eje principal de drenaje del sistema hidrográfico; nace en la confluencia de los ríos Verde y Calderas, entre las veredas Boquerón (municipio de San Francisco) y La Palmera (municipio de San Luis), y desemboca en el Magdalena Medio.

Desde el punto de vista de su organización hidrográfica interna, la cuenca se encuentra subdividida en 22 subcuencas (nivel subsiguiente 2 – NSS2), las cuales a su vez se distribuyen en 220 microcuencas (nivel subsiguiente 3 – NSS3). En términos de gestión del riesgo, dentro de la cuenca se identifican principalmente amenazas asociadas a

deslizamientos y avenidas torrenciales, procesos característicos de territorios de montaña con altas precipitaciones y pendientes pronunciadas.

4.1.3.1.2 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur

La cuenca hidrográfica del río Samaná Sur se extiende en sentido occidente–oriente desde el cerro Las Palomas, en el CPS, hasta las divisorias de aguas con las cuencas de los ríos Arma, Samaná Norte y Río Claro–Cocorná Sur. Presenta una extensión aproximada de 116.573 ha, de las cuales 67.611 ha (58%) se encuentran en jurisdicción de Cornare y 48.962 ha (42%) en jurisdicción de Corpocaldas, lo que evidencia su carácter de cuenca compartida entre ambas autoridades ambientales.

La cuenca comprende territorios de los municipios de Argelia, Nariño y Sonsón, en jurisdicción de Cornare, y de Norcasia, Pensilvania y Samaná, en jurisdicción de Corpocaldas. Su eje principal de drenaje es el río Samaná Sur, el cual nace en el CPS, en jurisdicción del municipio de Sonsón, y desemboca en el Magdalena Medio, recorriendo un amplio gradiente altitudinal que va aproximadamente desde los 3.375 msnm hasta los 350 msnm, lo que determina una variación térmica aproximada entre 12 °C en las zonas altas y 35 °C hacia la desembocadura.

Desde el punto de vista de su organización hidrográfica interna, la cuenca del río Samaná Sur se encuentra subdividida en 22 subcuencas (nivel subsiguiente 2 – NSS2). La red hidrográfica de la cuenca está conformada por numerosos ríos y quebradas, entre los que se destacan La Paloma, Negrito, Venus y San Pedro, cuyas cabeceras se localizan en sectores de alta montaña y presentan importancia estratégica por su aporte hídrico, así como por su aprovechamiento reciente para la generación hidroeléctrica.

Dentro de la cuenca se localiza el Parque Nacional Natural Selva de Florencia, en jurisdicción de los municipios de Pensilvania y Samaná (Caldas), con una extensión aproximada de 10.019 ha, de las cuales cerca de 6.038 ha corresponden a bosque natural primario, lo que resalta la importancia ecológica de esta unidad hidrográfica en términos de conservación de ecosistemas estratégicos.

En términos generales, la cuenca presenta una dinámica productiva asociada principalmente a actividades agropecuarias, forestales y mineras, destacándose la ganadería y los cultivos de café, cacao, caña, plátano, yuca y guadua, así como actividades de aprovechamiento maderero y explotación de recursos minerales como oro, uranio y mármol.

4.1.3.1.3 Cuenca hidrográfica del Río Arma

La cuenca hidrográfica del río Arma corresponde a la subzona hidrográfica 2618-01, según la clasificación del IDEAM, y cuenta con una extensión aproximada de 191.803 ha. Se localiza entre el sur del departamento de Antioquia y el norte del departamento de Caldas, con un rango altitudinal que oscila entre aproximadamente 3.799 m.s.n.m en las zonas altas y 160 msnm en su desembocadura en el río Cauca, en límites entre los municipios de La Pintada (Antioquia) y Aguadas (Caldas). La cuenca se encuentra bajo la jurisdicción de CORNARE, CORPOCALDAS y CORANTIOQUIA, lo que evidencia su carácter compartido en términos de gestión y planificación hídrica.

La cuenca comprende territorios de los municipios de Sonsón, La Unión, Montebello, El Retiro, La Ceja, Abejorral, El Carmen de Viboral, La Pintada y Santa Bárbara, en el departamento de Antioquia, así como de Aguadas, Salamina y Pensilvania, en el departamento de Caldas. El río Arma constituye el eje principal de drenaje del sistema hidrográfico y nace en el sector denominado Valle Alto, en el páramo de San Félix, entre los municipios de Pensilvania y Salamina, desde donde desciende hacia el occidente hasta su desembocadura en el río Cauca. En gran parte de su recorrido, su cauce sirve como límite natural entre los departamentos de Antioquia y Caldas.

Desde el punto de vista de su organización hidrográfica interna, la cuenca del río Arma se encuentra subdividida en 57 subcuencas (nivel subsiguiente 2 – NSS2). La red hidrográfica de la cuenca está conformada por numerosos ríos y quebradas que drenan sectores de alta montaña asociados al Complejo de Páramos Sonsón, especialmente en jurisdicción del municipio de Aguadas. En este sector se presenta un patrón de drenaje angulado a rectangular, relacionado con el control estructural del relieve y con condiciones de alta pendiente, características de áreas con procesos erosivos activos y rápida concentración de escorrentía.

Entre las principales corrientes hídricas se destacan las quebradas La Picarra, Santa Lucía, La Pintada y San Antonio, así como el río Tarcará y las quebradas Chuchera, Barroblanco y La Castrillona, las cuales abastecen sistemas de acueducto locales, incluyendo el del municipio de Aguadas y el corregimiento de Arma. En el municipio de Salamina sobresalen además el río San Félix y las quebradas San Rafael, Guayaquil, El Retiro y Cañada Honda, esta última fuente de abastecimiento del corregimiento de San Félix.

4.1.3.1.4 Cuenca hidrográfica del Río La Miel

La cuenca hidrográfica del río La Miel se localiza principalmente en el nororiente del departamento de Caldas y presenta una extensión aproximada de 117.013 ha, con un rango altitudinal entre los 3.400 msnm en las zonas altas y los 121 msnm en su desembocadura en el río Magdalena, en límites entre los municipios de La Dorada (Caldas) y Sonsón (Antioquia). La cuenca comprende territorios de los municipios de La Dorada, Samaná,

Norcasia y Victoria (subregión Magdalena caldense), así como de Pensilvania, Manzanares y Marquetalia (subregión Alto Oriente de Caldas), e incluye además una pequeña porción en el municipio de Sonsón, en jurisdicción de CORNARE, correspondiente aproximadamente a 4.625 ha en el corregimiento de San Miguel, en la zona del Magdalena Medio.

El río La Miel nace entre los municipios de Manzanares y Pensilvania, en las cuchillas de Letras y La Piconá, en sectores asociados al CPS, desde donde desciende hacia el oriente hasta su desembocadura en el río Magdalena. En esta subzona hidrográfica, los municipios de Pensilvania y Manzanares presentan una participación territorial relevante, siendo Pensilvania el que registra mayor extensión dentro de la cuenca.

Desde el punto de vista de su organización hidrográfica interna, se destacan las microcuencas de los ríos Pensilvania, Dulce y Salado, así como las quebradas Negra y Brujas, que representan aportes importantes dentro de esta subzona. Morfológicamente, el patrón de drenaje predominante es de tipo angular a contorsionado, mientras que la forma alargada u oblonga de las microcuencas influye en el comportamiento del régimen hidrológico del área.

En esta cuenca se presenta una demanda significativa del recurso hídrico asociada principalmente a la generación de energía hidroeléctrica, destacándose el Sistema Hidroeléctrico La Miel, conformado por las centrales La Miel I y La Miel II, localizadas en el municipio de Norcasia, las cuales utilizan aportes de los ríos La Miel, Guarinó, Moro, Manso, Samaná Sur, así como de los ríos Pensilvania y Tenerife. Adicionalmente, en esta subzona se desarrolla el proyecto hidroeléctrico El Edén, el cual opera bajo tecnología de generación a filo de agua.

En esta subzona se localizan los acueductos municipales de Manzanares y Pensilvania; este último se abastece principalmente de las quebradas El Popal y El Dorado, cuyos nacimientos se localizan en sectores asociados al Complejo de Páramos Sonsón. Asimismo, el recurso hídrico de la cuenca soporta actividades productivas relacionadas con cultivos de mora y fresa en los municipios de Pensilvania y Manzanares, así como plantaciones forestales comerciales de pino, principalmente en el municipio de Pensilvania.

4.1.3.1.5 Cuenca hidrográfica del Río Guarinó

La cuenca hidrográfica del río Guarinó se localiza dentro del Área Hidrográfica Magdalena–Cauca, específicamente en la zona hidrográfica del Medio Magdalena. Presenta un rango altitudinal aproximado entre los 3.190 msnm, en su nacimiento en el municipio de Marulanda (Caldas), y los 400 msnm en su desembocadura en el río Magdalena, en inmediaciones del municipio de La Dorada (Caldas).

La cuenca se encuentra ubicada en límites de los departamentos de Caldas y Tolima, con una extensión aproximada de 83.863 ha, de las cuales cerca del 75% (62.897 ha) corresponden al departamento de Caldas, en jurisdicción de los municipios de Manzanares, Marulanda, Marquetalia, Victoria y La Dorada. El área restante se localiza en el departamento del Tolima, en jurisdicción de los municipios de Herveo, Fresno, Mariquita y Honda. Dentro de estos municipios, Marulanda aporta la mayor extensión territorial a la cuenca, con aproximadamente 37.634 ha, equivalentes al 44,89% del área total.

Desde el punto de vista de su organización hidrográfica interna, la cuenca del río Guarinó se encuentra subdividida en 21 subcuencas, correspondientes a tributarios directos del río principal, además de 15 microcuencas asociadas, para un total de 33 unidades hidrográficas. Entre las microcuencas de mayor extensión dentro de la subzona se destacan las de los ríos Unión y Santo Domingo, en el municipio de Manzanares, así como las de los ríos Hondo y Guarinó y la quebrada El Salado, en el municipio de Marulanda.

En términos geomorfológicos, la subzona presenta diferentes patrones de drenaje, entre los que se destacan configuraciones paralelas, representativas de sectores de menor pendiente, así como patrones dendríticos y angulares, asociados a zonas de mayor pendiente y control estructural del relieve. La morfología predominante de las microcuencas corresponde a formas oblongas o alargadas, características de áreas con rápida concentración y evacuación de la escorrentía superficial.

En términos comparativos dentro del CPS, esta subzona corresponde a una de las unidades hidrográficas con menor oferta hídrica relativa; sin embargo, mantiene un papel relevante en el soporte del abastecimiento regional y en la regulación del recurso hídrico hacia sectores asociados a la vertiente del Magdalena Medio.

4.1.3.1.6 Cuenca hidrográfica del Río Tapias y otros directos al Cauca

La subzona hidrográfica del río Tapias y otros drenajes directos al río Cauca se localiza en el occidente del departamento de Caldas, sobre la vertiente occidental de la cordillera Central, e incluye sectores asociados al Complejo de Páramos Sonsón (CPS) en las partes altas de los municipios de Salamina, Pácora y Aguadas. Esta subzona hace parte del Área Hidrográfica Magdalena–Cauca y presenta una extensión aproximada de 139.000 ha, con un rango altitudinal que oscila entre los 650 m.s.n.m y cerca de los 3.800 m.s.n.m en las zonas de nacimiento de los ríos Tapias, Chamberí y Pocito.

Desde el punto de vista geomorfológico, las microcuencas que conforman esta subzona presentan formas predominantemente alargadas u oblongas, típicas de territorios de alta pendiente, lo que favorece procesos de rápida concentración y evacuación de la escorrentía superficial. Asimismo, se caracteriza por presentar una alta densidad de drenajes secundarios, siendo una de las subzonas con mayor desarrollo de tributarios dentro del contexto regional, después de la cuenca del río La Miel.

En términos bioclimáticos, la variación altitudinal de la subzona permite la presencia de diferentes pisos térmicos, que van desde condiciones de bosque húmedo tropical cálido en el valle del río Cauca, con temperaturas promedio cercanas a los 24°C, hasta bosques de montaña de clima frío húmedo en las zonas altas, donde las temperaturas oscilan entre 4°C y 10°C. Esta heterogeneidad ambiental se asocia con una alta diversidad ecológica y con la presencia de condiciones favorables para la regulación hídrica regional.

Desde el punto de vista funcional, la subzona hidrográfica cumple un papel importante en el abastecimiento de agua para consumo humano, principalmente a través de acueductos veredales y municipales, así como en el soporte de actividades productivas rurales. En conjunto, sus características morfológicas, climáticas y estructurales la convierten en una unidad hidrográfica de alto interés hidrológico, ecológico y socioeconómico dentro del ámbito de influencia del CPS.

4.1.3.2 Regulación y abastecimiento de agua

Para la identificación de zonas abastecedoras del recurso hídrico, se realizó la delimitación de microcuencas abastecedoras a partir de los puntos de captación (bocatomas) identificados en las bases oficiales de CORNARE y CORPOCALDAS (ver **Figura 40**), correspondientes a concesiones y sistemas de abastecimiento de agua.

A partir los puntos de captación, y con base en un Modelo Digital de Terreno (MDT) Alos Palsar, se llevó a cabo el análisis hidrológico mediante la generación de dirección y acumulación de flujo, lo que permitió delimitar la red de drenaje y las unidades de aporte hídrico asociadas. Como resultado, se identificaron un total de 85 microcuencas abastecedoras en el entorno del CPS y su área de influencia, las cuales representan unidades importantes para la provisión y regulación del recurso hídrico en el territorio.

Se evidencia que varios polígonos del CPS se encuentran total o parcialmente al interior de áreas delimitadas como microcuencas abastecedoras, llegando en algunos casos a cubrir cerca del 100 % de su superficie. Entre ellos se destacan los polígonos 4, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, localizados en el departamento de Antioquia, entre los municipios de Sonsón y Nariño, así como el polígono 13, ubicado entre Antioquia y Caldas, donde la totalidad del territorio cumple una función directa en la captación, almacenamiento y regulación hídrica (ver Figura 39 y Figura 40).

De manera complementaria, otros polígonos presentan también una alta proporción de área asociada a microcuencas abastecedoras, como el polígono 3 (96,08%), 17 (95,72%), 6 (90,81%), 16 (87,77%) y 2 (81,88%), lo que refuerza el papel generalizado del complejo como territorio estratégico para el mantenimiento de la oferta hídrica regional. Por su parte, los polígonos 14 (72,70%), 15 (73,36%) y 5 (61,81%) registran valores intermedios,

mientras que los menores porcentajes corresponden a los polígonos 19 (52,57%) y 1 (46,64%); sin embargo, incluso en estos casos, la relación con áreas abastecedoras continúa siendo importante (ver Figura 39).

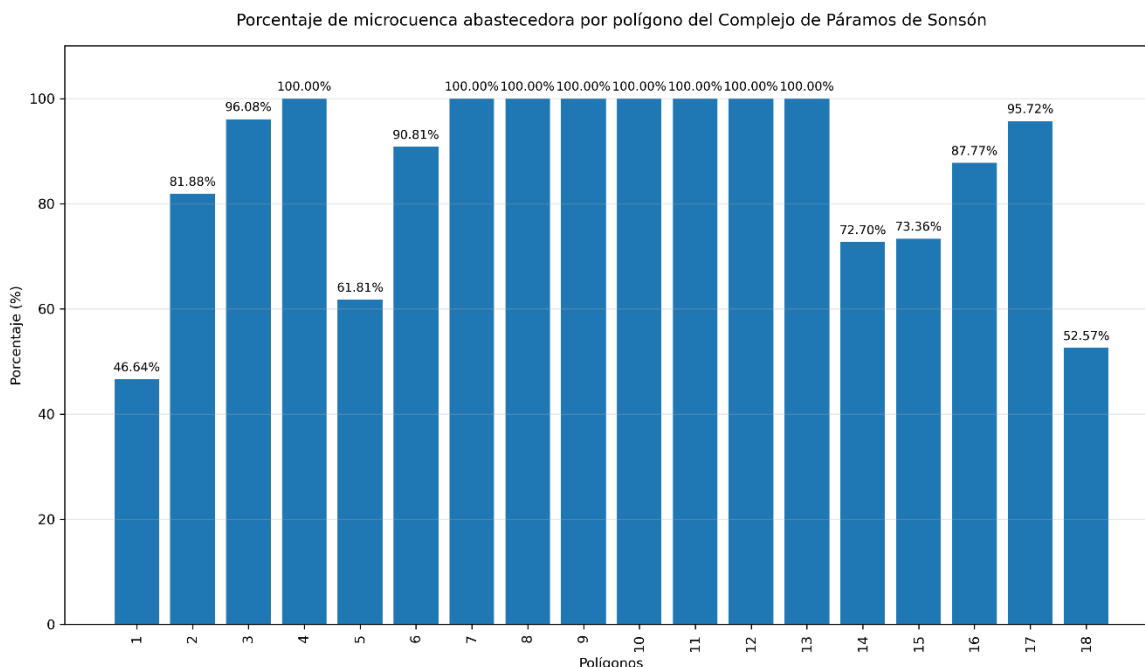


Figura 39. Área de microcuencas abastecedoras del CPS por polígono.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de información cartográfica de Cornare (2026) y Corpocaldas (2026).

Estos resultados muestran que el CPS, en su conjunto, constituye una unidad hidroecológica de alta importancia como área abastecedora directa de agua, en la cual la mayoría de sus polígonos se encuentran asociados a microcuencas que soportan sistemas de captación utilizados por las comunidades. Esta condición implica que las corrientes hídricas que se originan o discurren desde el complejo no sólo cumplen funciones ecológicas, sino que son aprovechadas directamente para el abastecimiento humano (rural y, en algunos casos, urbano), consolidando al CPS como un territorio estratégico para la seguridad hídrica local y regional.

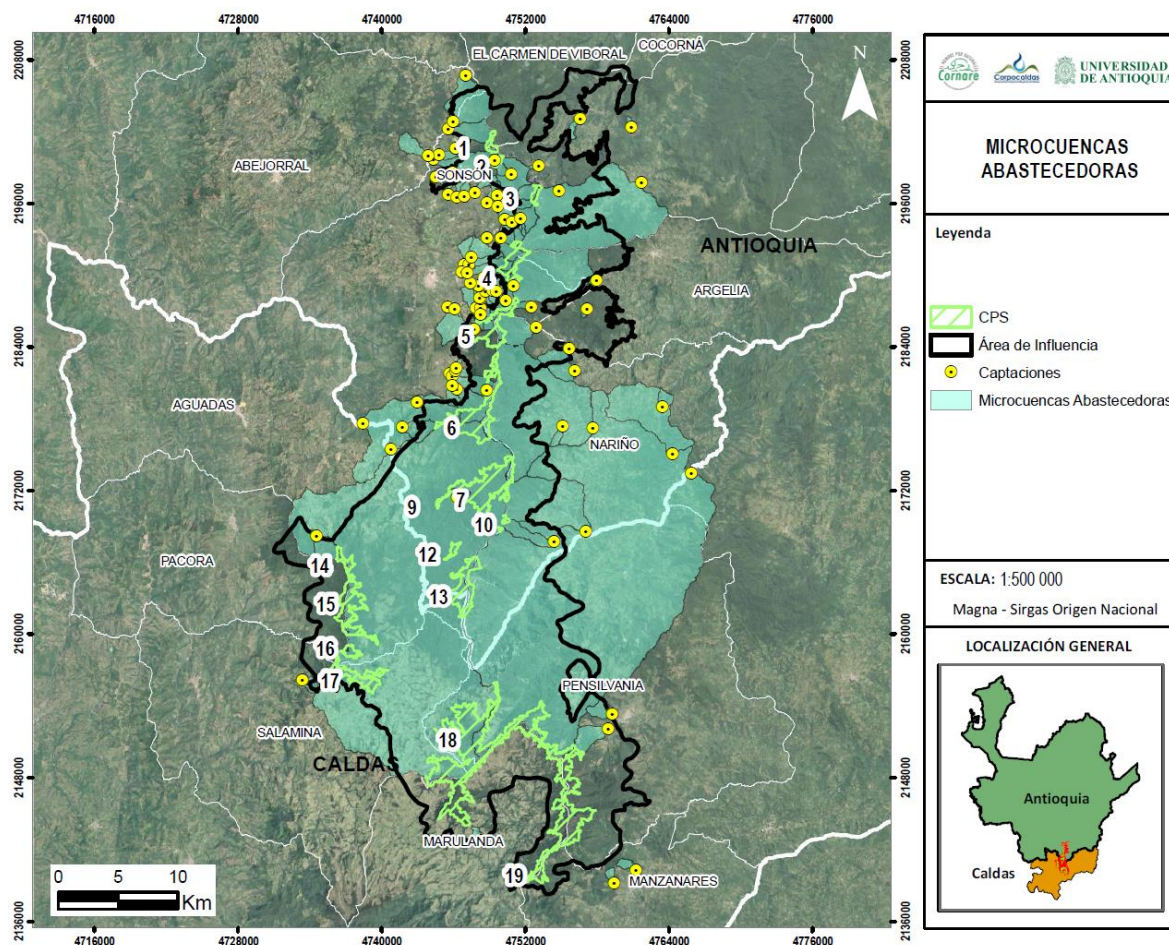


Figura 40. Microcuencas abastecedoras del CPS y sus captaciones.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de información cartográfica de Cornare (2026) y Corpocaldas (2026).

La alta correspondencia espacial entre los polígonos del complejo y las microcuencas abastecedoras evidencia que el CPS actúa como un sistema generador de agua, donde la precipitación, la cobertura vegetal y las características del suelo favorecen la captación y conducción del recurso hídrico hacia las partes bajas, donde es interceptado mediante bocatomas y sistemas de captación. En este sentido, la importancia del complejo trasciende la dinámica ecológica del ciclo hidrológico, ya que aporta de manera directa al bienestar de las poblaciones aguas abajo, al sostener la disponibilidad de agua requerida para el consumo humano, las actividades productivas y el desarrollo territorial.

Adicionalmente, esta función abastecedora se encuentra estrechamente relacionada con el estado de conservación de las coberturas y la funcionalidad ecológica del territorio, en tanto la integridad del ecosistema garantiza la calidad, continuidad y disponibilidad del agua. En

contraste, en aquellos sectores donde se presentan coberturas transformadas o presiones antrópicas, existe un riesgo potencial de afectación sobre las fuentes abastecedoras, tanto en términos de cantidad como de calidad del recurso, lo que podría reducir la capacidad del territorio para mantener el suministro hídrico y los beneficios asociados para las comunidades y actividades dependientes del recurso.

A continuación, se presenta una síntesis de las principales características y dinámicas de estas cuencas, enfocada en su importancia para la regulación y el abastecimiento hídrico del territorio, con base en la información y lineamientos establecidos en los respectivos POMCAS.

4.1.3.2.1 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Norte

La oferta y la demanda del recurso hídrico presentan dinámicas contrastantes en la cuenca. El análisis del Índice de Uso del Agua (IUA) para época seca, evidencia que el 72% de las subcuencas se encuentran en *conflicto Alto* por uso del recurso hídrico, mientras que solo el 24% presenta *conflicto Bajo* y el 4% restante *conflicto Medio*. Esta presión se asocia principalmente a la generación hidroeléctrica y a usos agrícolas, generando condiciones de vulnerabilidad en fuentes hídricas estratégicas (Cornare, 2017).

La situación es especialmente crítica en subcuencas como los ríos Tafetanes, San Matías y Caldera, donde el IUA en año seco alcanza clasificaciones de *Muy Alto*, con valores de 792.7, 606.5 y 296.8 respectivamente. Incluso en condiciones de año medio, estas tres subcuencas mantienen su categoría de *conflicto Alto*, con valores de IUA de 169.0, 137.3 y 67.2. En contraste, subcuencas como las de los ríos Santo Domingo, Chumurro y San Miguel no presentan conflictos por uso del recurso hídrico en año medio, lo que evidencia una marcada heterogeneidad territorial en la presión sobre el agua (Cornare, 2017).

En términos de demanda, la cuenca presenta una presión asociada principalmente a la generación hidroeléctrica, seguida por el sector agrícola y el uso doméstico. En relación con el abastecimiento municipal, se identifican al menos seis concesiones vigentes, con una distribución del caudal otorgado liderada por el municipio de Cocorná, seguido por San Luis, Granada y San Francisco (Cornare, 2017).

4.1.3.2.2 Cuenca hidrográfica del Río Samaná Sur

El análisis de la cuenca del río Samaná Sur revela una alta sensibilidad hídrica frente a la variabilidad climática. Si bien en condiciones medias el caudal de cierre alcanza los 106,5 m³/s, posicionando al sistema como un importante aportante regional, la oferta superficial se reduce drásticamente (cerca del 53%) durante los años secos, afectando especialmente a las microcuencas abastecedoras de acueductos municipales y veredales (Cornare, 2017).

En toda la cuenca la capacidad de regulación natural es heterogénea. Subcuencas con alta intervención antrópica (hasta un 66%) presentan una menor capacidad de regulación, mientras que aquellas con coberturas naturales superiores al 50% favorecen la infiltración y el sostenimiento de caudales base. Esta condición se refleja en los índices de presión hídrica. El Índice de Uso del Agua (IUA) es bajo en toda la cuenca durante años promedio; sin embargo, en años secos, el 66,7% del territorio alcanza valores altos de IUA. Esta situación eleva el nivel de conflicto por el uso del agua, que pasa de ser bajo en condiciones medias a alto en el 87,5% de las subcuencas durante períodos de estiaje (Cornare, 2017).

El abastecimiento para consumo humano en la cuenca del Samaná Sur presenta múltiples limitaciones. La cobertura de acueducto alcanza apenas el 37,43% de las viviendas, y un porcentaje significativo de la población (32%) se abastece directamente de ríos, quebradas o manantiales, sin procesos de potabilización. Esta situación se agrava por el hecho de que un alto porcentaje de bocatomas se ubican en predios privados sin reconocimiento del interés público de la propiedad, y por la ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales en los municipios de Nariño y Argelia, lo que afecta la calidad del agua disponible aguas abajo de los centros urbanos (Cornare, 2017).

4.1.3.2.3 Cuenca hidrográfica del Río Arma

El análisis del Índice de Uso del Agua (IUA) en la cuenca del río Arma evidencia presiones significativas en sectores específicos de la cuenca. En condiciones hidrológicas medias, aproximadamente el 17% del territorio presenta valores altos de IUA, lo que indica una relación oferta–demanda ajustada en unidades hidrográficas particulares (Cornare, 2017).

En escenarios de año seco, la presión sobre el recurso se incrementa de manera importante: cerca del 16,5% de la cuenca alcanza valores muy altos de IUA y alrededor del 0,64% presenta condiciones críticas, asociadas a situaciones donde la demanda supera la oferta disponible. Estas condiciones se concentran principalmente en la zona noroccidental, especialmente en la subcuenca del río Buey y en microcuencas abastecedoras vinculadas al municipio de Aguadas. Un factor adicional que incide en la disponibilidad hídrica es la presencia de trasvases hacia sistemas externos, como el desvío aproximado de 4 m³/s hacia el embalse La Fe, lo que reduce la oferta efectiva en sectores específicos y aumenta la presión sobre las fuentes locales (Cornare, 2017).

Desde el enfoque funcional, la cuenca presenta una condición favorable en términos de regulación hídrica natural. El índice de retención hídrica indica que amplios sectores del territorio conservan una alta capacidad de almacenamiento temporal y sostenimiento de caudales base, lo que contribuye a amortiguar los efectos de la variabilidad climática y de la presión por uso. Esta condición se refleja en el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH), cuyos valores predominan entre categorías muy baja y

media en la mayor parte de la cuenca. No obstante, se identifican microcuencas con condiciones locales de vulnerabilidad asociadas a la combinación de alta demanda relativa, menor disponibilidad hídrica y posibles transformaciones en las coberturas del suelo (Cornare, 2017).

El análisis integrado de presión por uso y alteración potencial de la calidad del agua evidencia que aproximadamente el 27% del territorio presenta conflictos altos por el uso del recurso hídrico, asociados principalmente a relaciones oferta–demanda ajustadas en subcuencas específicas. En este contexto, los conflictos están dominados principalmente por la presión sobre la cantidad disponible, aunque la calidad del agua actúa como factor complementario en la configuración de áreas críticas. En conjunto, la cuenca del río Arma presenta condiciones generales favorables en términos de regulación hídrica, pero con sectores donde la disponibilidad efectiva resulta sensible a la variabilidad climática, a la presión por demanda local y a la redistribución del recurso mediante trasvases (Cornare, 2017).

4.1.3.2.4 Cuenca hidrográfica del Río La Miel

En relación con el abastecimiento, la demanda hídrica en la cuenca se concentra principalmente en usos consuntivos asociados a sectores doméstico y agrícola, mientras que actividades como la generación hidroenergética y la piscicultura no representan presiones directas sobre la disponibilidad del recurso en términos de consumo. Bajo condiciones de año medio, la mayoría de las subcuencas presentan valores bajos del Índice de Uso del Agua (IUA), lo que indica una relación favorable entre oferta y demanda. En escenarios de año seco, aunque se incrementa la presión hídrica, esta no alcanza condiciones críticas de manera generalizada. Únicamente unidades específicas como la microcuenca del caserío La Soledad y la quebrada San Lorenzo presentan valores altos o muy altos de IUA, asociados principalmente a demandas agrícolas localizadas. Esto evidencia que la presión sobre el recurso tiene un carácter puntual y no estructural en el territorio (Cornare, 2017).

Desde el enfoque funcional, la disponibilidad efectiva del recurso está condicionada por la necesidad de garantizar caudales ambientales y por la dinámica de la calidad del agua en subcuencas con mayores niveles de intervención. La reducción de la oferta neta en escenarios secos puede generar restricciones temporales en microcuencas abastecedoras, especialmente en sistemas de acueductos rurales con menor capacidad de regulación (Cornare, 2017).

El análisis integrado de conflictos por uso del agua evidencia que aproximadamente el 40% de las subcuencas presenta niveles de conflicto entre medios y altos, asociados principalmente a valores elevados del Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua

(IACAL). En contraste, solo un número reducido de unidades presenta conflictos relacionados con presión por cantidad, lo que confirma que la problemática dominante en la cuenca está asociada a la calidad del recurso más que a su disponibilidad volumétrica (Cornare, 2017).

Adicionalmente, cerca del 60% de las subcuencas presenta condiciones de conflicto bajo o inexistente, lo que indica que la funcionalidad hidrológica del sistema se mantiene en niveles favorables en la mayor parte del territorio. Un elemento estructurante en la dinámica de regulación hidrológica corresponde a la presencia de infraestructura hidroenergética, particularmente la Central Hidroeléctrica Miel I y el embalse Amaní, los cuales modifican el régimen de caudales aguas abajo y alteran los procesos de transporte de sedimentos. Estas intervenciones reducen los volúmenes de sedimentos transportados y generan cambios en la dinámica fluvial longitudinal, con implicaciones sobre la funcionalidad ecosistémica del sistema (Cornare, 2017).

Adicionalmente, la proyección de nuevos desarrollos hidroenergéticos en la cuenca introduce un escenario potencial de incremento en la regulación antrópica del régimen hidrológico, asociado principalmente a modificaciones en la variabilidad natural de caudales y efectos acumulativos sobre los ecosistemas acuáticos. En conjunto, la cuenca del río La Miel presenta condiciones favorables en términos de oferta hídrica y regulación natural, con limitaciones localizadas asociadas principalmente a la calidad del agua y a la alteración del régimen hidrológico por infraestructura existente y proyectada (Cornare, 2017).

4.1.3.2.5 Cuenca hidrográfica del Río Guarinó

La cuenca del río Guarinó constituye una unidad hidrográfica estratégica en el contexto regional, conformada por una red jerarquizada de subcuencas y microcuencas que soportan el abastecimiento de agua para centros poblados y comunidades rurales, así como el desarrollo de actividades productivas agropecuarias e industriales. Esta estructura funcional posiciona al río como una fuente principal de suministro hídrico en el territorio, especialmente en sectores con baja cobertura de infraestructura de acueducto rural (Cornare, 2015).

Desde el punto de vista del abastecimiento, la cuenca cumple un papel relevante en el suministro de agua para consumo humano, incluyendo la captación que abastece el acueducto municipal de La Dorada, uno de los sistemas con mayor demanda hídrica dentro del ámbito regional. Adicionalmente, se identifican múltiples concesiones destinadas a riego, ganadería, piscicultura, beneficio de café e industria, lo que evidencia una alta dependencia del recurso hídrico superficial para el sostenimiento de actividades económicas locales (Cornare, 2015).

En sectores rurales, la limitada cobertura de acueductos veredales incrementa la dependencia directa de quebradas y nacimientos como fuentes de abastecimiento, lo que resalta la importancia de las microcuencas abastecedoras en la garantía del suministro hídrico a escala local y la necesidad de su protección como áreas estratégicas para la regulación del recurso (Cornare, 2015).

En relación con la presión sobre el recurso, la demanda hídrica está asociada principalmente al abastecimiento doméstico y a la generación hidroenergética. En este contexto, el trasvase del río Guarinó hacia la cuenca del río La Miel constituye un elemento determinante en la redistribución del recurso, al aportar caudales al embalse asociado a la Central Hidroeléctrica La Miel I, generando modificaciones en la disponibilidad hídrica aguas abajo dentro de la cuenca de origen (Cornare, 2015).

4.1.3.2.6 Cuenca hidrográfica del Río Tapias y otros directos al Cauca

En términos de regulación natural, la capacidad de retención hídrica presenta un comportamiento espacial diferenciado dentro de la subzona. Las subcuencas del norte (Pácora, Maibá y Pozo) presentan condiciones favorables de regulación hídrica, mientras que en los sectores sur (Tapias y Llano Grande) esta capacidad es moderada, lo que influye directamente en la estabilidad de la oferta y en la disponibilidad temporal del recurso (Cornare, 2015).

La oferta hídrica superficial constituye la base del abastecimiento para los diferentes usos identificados en la subzona, aunque su disponibilidad efectiva está condicionada por la necesidad de garantizar caudales ambientales requeridos para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos (Cornare, 2015).

En relación con el abastecimiento, el recurso hídrico es captado mediante acueductos municipales y veredales, así como a través de captaciones directas en ríos, quebradas y nacimientos, especialmente en sectores rurales con menor cobertura de infraestructura. En este contexto, las microcuencas abastecedoras cumplen una función estratégica en la captación, regulación y suministro del recurso hídrico para municipios como Aguadas, Pácora, Salamina, Neira, Aranzazu y Filadelfia, beneficiando a más de 100.000 habitantes en la subzona (Cornare, 2015).

La demanda hídrica total alcanza aproximadamente 15.98 millones de m³/año, con predominio del sector doméstico, que representa cerca del 82% del volumen concesionado. El uso agropecuario participa con aproximadamente el 10% de la demanda, asociado principalmente a actividades como la ganadería, la caficultura, el cultivo de caña panelera y el riego agrícola, además del beneficio de café y la producción pecuaria como actividades con requerimientos significativos de agua (Cornare, 2015).

Adicionalmente, se identifica el uso de aguas subterráneas para abastecimiento doméstico y productivo, lo que evidencia una presión complementaria sobre el sistema hídrico regional. En conjunto, la subzona hidrográfica presenta una alta dependencia del recurso hídrico para el sostenimiento de las dinámicas sociales y productivas, con una distribución espacial diferenciada de la oferta y de la capacidad de regulación natural (Cornare, 2015).

4.1.4 Amenazas naturales

El presente ítem aborda la caracterización de las amenazas naturales en el área de influencia y en los polígonos que conforman el CPS, a partir de la información oficial contenida en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) formulados por las autoridades ambientales competentes, Cornare y Corpocaldas. El análisis se centra en la amenaza por movimientos en masa, considerando la zonificación normativa de amenaza alta y los procesos morfodinámicos.

De manera complementaria, se incorpora la revisión de la sismicidad regional y los registros históricos de incendios, con el fin de contar con una visión integral de las dinámicas naturales que pueden incidir sobre la estabilidad ecológica y funcional del complejo.

4.1.4.1. Movimientos en masa

Para el análisis de amenazas naturales se consideraron en primera instancia las áreas definidas en los instrumentos de planificación territorial como zonas de conservación y protección por amenazas, con especial énfasis en aquellas clasificadas como áreas de amenaza alta por movimientos en masa. Estas zonas, delimitadas en el marco de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) de los ríos Arma, Tapias, Samaná Norte, Samaná Sur, La Miel y Guarinó, representan sectores donde la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de inestabilidad es significativamente mayor, constituyendo un insumo prioritario para la evaluación del riesgo y la planificación ambiental.

De manera complementaria, se incorporó un factor de susceptibilidad asociado a los procesos morfodinámicos identificados en la cartografía diagnóstica de dichos POMCA. Los procesos evaluados corresponden a caída de roca, deslizamientos y flujos de tierra, los cuales representan los principales mecanismos de remoción en masa presentes en el territorio. Estas dinámicas están directamente relacionadas con variables como pendiente, condiciones estructurales, litología y régimen de precipitación, y permiten comprender el comportamiento geomorfológico del terreno frente a eventos desencadenantes.

La evaluación de estas variables se realizó tanto en el área de influencia como al interior de los polígonos que conforman el CPS, permitiendo identificar sectores con mayor susceptibilidad a procesos de inestabilidad. La integración de la delimitación oficial de

amenazas y del análisis de procesos morfodinámicos fortaleció el componente técnico del diagnóstico, articulando la zonificación normativa con la interpretación geomorfológica del territorio.

El análisis de amenaza alta por movimientos en masa, expresado como porcentaje del área total de cada polígono del CPS, evidencia una distribución espacial heterogénea de la susceptibilidad, con concentraciones marcadas en polígonos específicos. En términos generales, la amenaza alta se presenta con mayor intensidad en los polígonos 12 (69,12%) y 4 (55,37%), los cuales concentran más de la mitad de su superficie bajo esta categoría, lo que sugiere condiciones geomorfológicas y geotécnicas altamente propensas a procesos de inestabilidad. Les siguen el polígono 3 (41,18%), 7 (36,36%) y 19 (35,57%), los cuales también presentan proporciones elevadas de amenaza alta, configurándose como sectores prioritarios dentro del CPS para el análisis de restricciones ambientales, manejo del riesgo y definición de medidas preventivas.

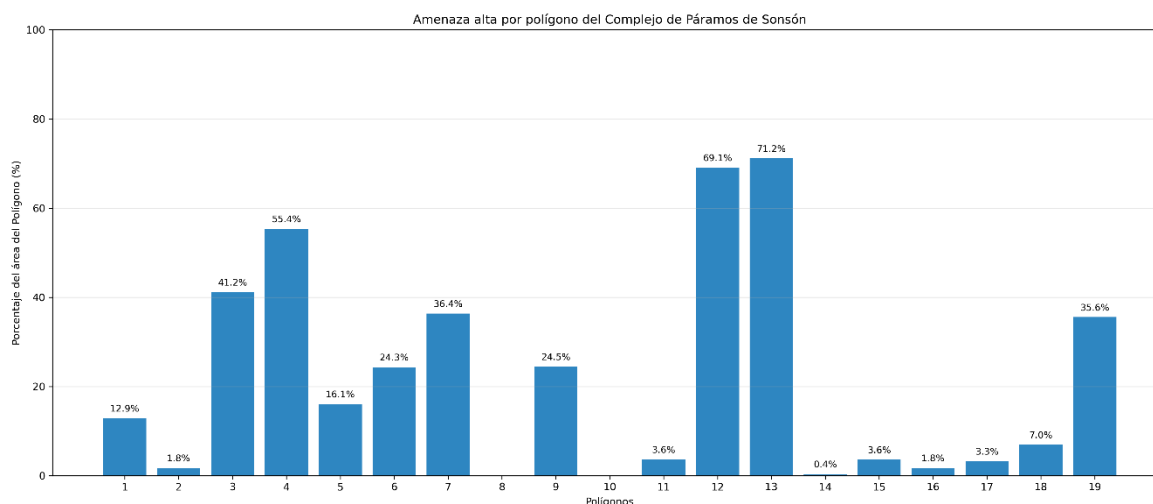


Figura 41. Porcentajes de áreas de amenaza por movimiento en masa en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

En un rango intermedio se ubican el polígono 6 (24,33%) y 5 (16,10%), localizados en el municipio de Sonsón, así como el 14 (0,4%), ubicado entre los municipios de Aguadas y Pácora, y el 1 (12,89%), localizado entre los municipios de Sonsón y El Carmen de Viboral, donde si bien la amenaza alta no domina la totalidad del polígono, representa fracciones significativas que pueden condicionar la estabilidad de laderas y la funcionalidad ecosistémica en áreas puntuales, particularmente en zonas de pendientes fuertes, escarpes o sectores asociados a procesos morfodinámicos activos (ver Tabla 17 y Figura 42).

Por otro lado, varios polígonos presentan porcentajes bajos de amenaza alta, inferiores al 5%, como el 11 (3,61%) y 2 (1,77%), ubicados en el municipio de Sonsón; el 15 (3,60%),

17 (3,28%) y 16 (1,77%), localizados en municipios del departamento de Caldas como Aguadas, Pácora y Salamina; y el 13 (71,2%), ubicado entre los municipios de Sonsón y Nariño y Pensilvania. Estos valores indican que, aunque existe presencia de amenaza alta, su distribución es localizada y no representa un condicionante dominante a escala de polígono, sin perjuicio de que pueda implicar restricciones puntuales en sectores específicos (ver Tabla 17 y Figura 42).

Finalmente, se destaca que los polígonos 8 y 10 no presentan intersecciones con zonas de amenaza alta bajo la cartografía evaluada, lo cual sugiere ausencia de esta categoría en dichos polígonos o una ocurrencia inferior al nivel de detalle/representación del insumo utilizado. En conjunto, estos resultados permiten priorizar espacialmente los polígonos más sensibles frente a movimientos en masa y aportan un insumo clave para la zonificación ambiental y la gestión del riesgo en el CPS y su área de influencia.

En el área de influencia, la categoría de amenaza alta por movimiento en masa abarca 8.903,991 hectáreas, equivalentes al 9,97 %. Esta área está relacionada con un sistema montañoso de alta pendiente, fuerte control estructural y procesos denudacionales activos, como se evidenció en el análisis geomorfológico. Las áreas clasificadas con amenaza alta se concentran principalmente en laderas escarpadas y sectores de valles estructurales y espolones, donde la combinación de pendientes pronunciadas, la fracturación del macizo rocoso y la saturación hídrica favorece la inestabilidad (ver Tabla 17 y Figura 42).

Tabla 17. Amenaza por movimiento en masa en el CPS y su área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
AMENAZA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Alta	8.903,90	9,970%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		
Alta	1.434,600	15,628%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

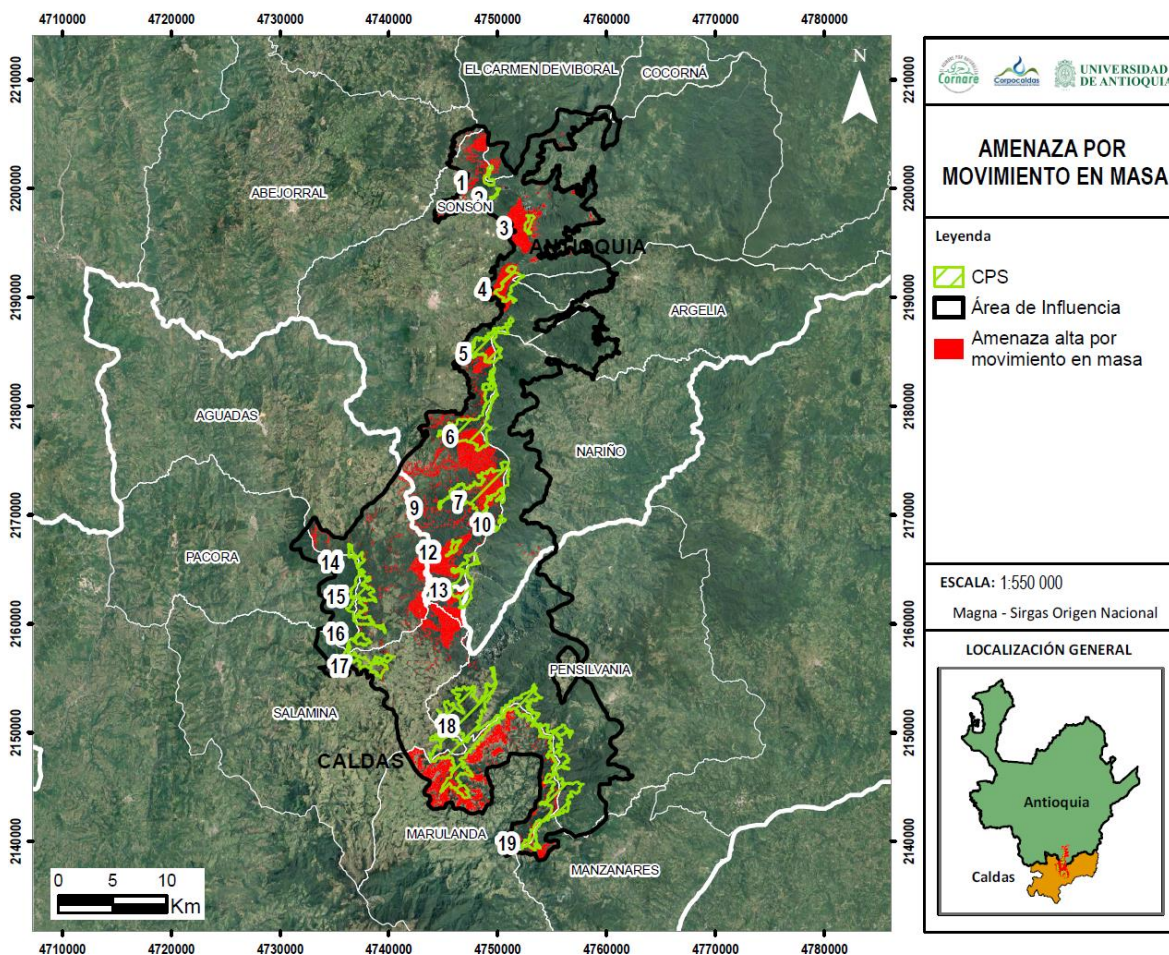


Figura 42. Amenaza por movimiento en masa en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

Los procesos morfodinámicos descritos a continuación corresponden principalmente a aquellos identificados en la cartografía de diagnóstico de los POMCA de las cuencas presentes en el área de estudio. Esta información fue complementada mediante el análisis de coberturas de la tierra, particularmente en aquellos sectores clasificados como áreas desnudas o degradadas que, adicionalmente, coinciden con zonas de alta pendiente y relieve escarpado. Lo anterior permitió identificar áreas con características geomorfológicas que sugieren la ocurrencia potencial de procesos de remoción en masa y que constituyen elementos relevantes para la comprensión de la dinámica física del territorio.

No obstante, es importante precisar que el presente estudio no contempló actividades de verificación en campo orientadas a validar los procesos adicionales identificados mediante el análisis de coberturas y pendientes. En consecuencia, estos sectores fueron clasificados

de manera general como deslizamientos de tierra-roca, categoría que permite representar la presencia de una condición física relevante para el Complejo de Páramos de Sonsón y su área de influencia, sin que ello implique la confirmación específica del tipo de proceso morfodinámico presente en cada sitio.

A partir de la superposición espacial entre los polígonos del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS) y la cartografía de procesos morfodinámicos, se identificó que la incidencia de estos procesos al interior del complejo es localizada y de baja magnitud relativa. De los 19 polígonos evaluados, únicamente un subconjunto presenta intersecciones con áreas asociadas a procesos morfodinámicos, mientras que en los restantes no se registran afectaciones según la información oficial disponible. Estos resultados sugieren que, si bien los procesos de remoción en masa constituyen un factor físico presente en el territorio y en su área de influencia, su ocurrencia dentro de los polígonos que conforman el CPS es puntual y no representa una condición generalizada para el conjunto del complejo.

El proceso predominante corresponde a deslizamientos, los cuales se distribuyen principalmente en los polígonos 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, ubicados en el municipio de Sonsón; el polígono 13, localizado entre los municipios de Sonsón, Nariño y Pensilvania; y el polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, mientras que la caída de roca se restringe exclusivamente al polígono 18 y con una representatividad mínima, lo que confirma que la dinámica morfodinámica dominante en el CPS está asociada a movimientos en masa tipo deslizamiento.

En términos porcentuales, la afectación continúa siendo reducida respecto al área total de cada polígono, destacándose el polígono 3 con un 2,33%, seguido por el polígono 4 con 1,62%, el polígono 8 con 1,13% y el polígono 12 con aproximadamente 1,0%. En los demás polígonos, los valores son inferiores al 1%, incluyendo el polígono 18, que, pese a su gran extensión, presenta una incidencia prácticamente marginal de estos procesos. Este patrón confirma que la ocurrencia de procesos morfodinámicos responde a condiciones geomorfológicas locales, asociadas principalmente a la pendiente, litología y dinámica hídrica, y no a una condición generalizada de inestabilidad en el conjunto del complejo (ver Figura 44).

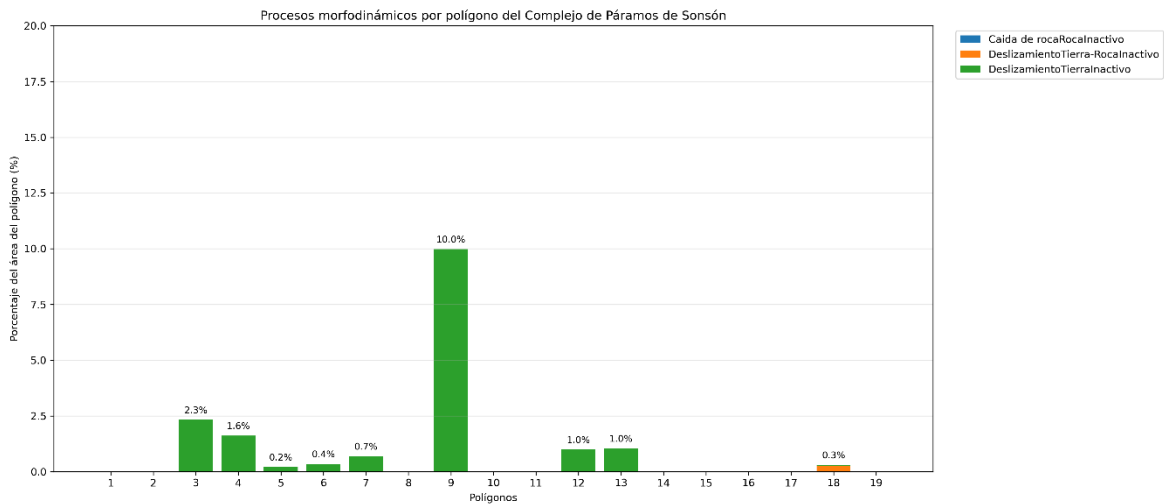


Figura 43. Porcentajes de áreas y tipo de proceso morfodinámico en masa en el CPS.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corpocaldas.

Por su parte, al analizar los procesos morfodinámicos al interior del área de influencia, se evidencia igualmente una participación espacial reducida respecto a la superficie total evaluada. En términos absolutos, los deslizamientos constituyen el proceso dominante, con 177,517 ha intervenidas, lo que representa el 0,199 % del área de influencia. La caída de roca presenta una incidencia considerablemente menor, con 1,571 ha (0,002%), mientras que el flujo de tierra registra 0,510 ha, equivalente al 0,001% (ver Figura 44).

En conjunto, la superficie asociada a procesos morfodinámicos asciende a 179,599 ha, lo que corresponde apenas al 0,20% del área total de influencia. Estos valores indican que, aunque existen manifestaciones puntuales de inestabilidad, su extensión espacial es marginal frente al tamaño del territorio analizado. En la Tabla 18, se presenta la espacialización y cuantificación de los tipos de procesos morfodinámicos tanto al interior del CPS como en el área de influencia, destacando el claro predominio de los deslizamientos sobre los demás tipos de procesos identificados.

Tabla 18. Procesos morfodinámicos en el CPS y su área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
TIPO	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Deslizamiento	177.517	0,199%
Caída de roca	1,571	0,002%
Flujo de tierra	0,510	0,001%
Total	179.599	0,20%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		

Caída de roca Inactivo	0.760	0.82%
Deslizamiento Tierra - Inactivo	22.097	23.82%
Deslizamiento Tierra - Roca - Inactivo	10.170	10.96%
Total	33.027	35.61%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corporaldas.

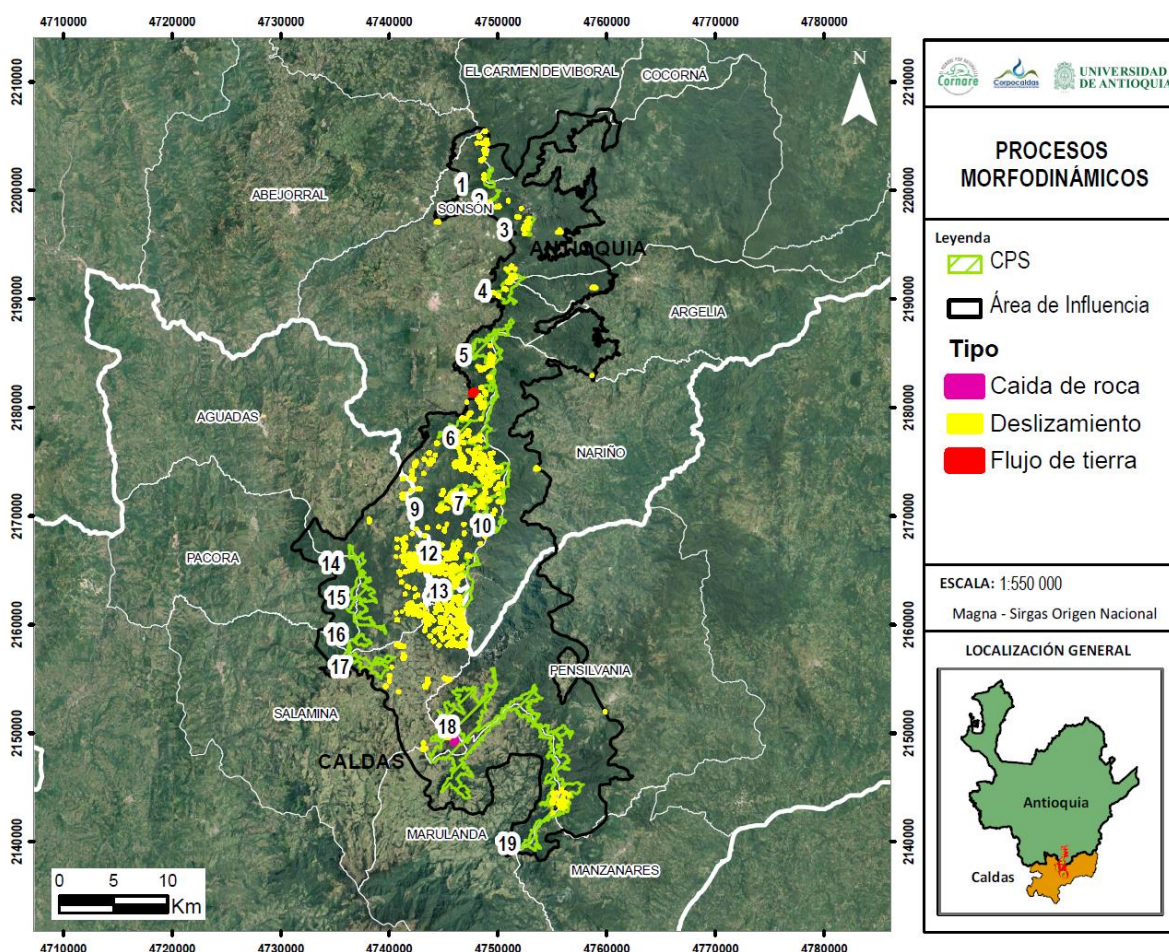


Figura 44. Procesos morfodinámicos en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA de Cornare y Corporaldas.

4.1.4.2. Sismicidad

El análisis de sismicidad del área de influencia del CPS se desarrolló a partir de dos componentes complementarios: la intensidad máxima de sismicidad y la sismicidad histórica registrada. Para ello se empleó información oficial del Servicio Geológico Colombiano (SGC), correspondiente al mapa de intensidad máxima de sismicidad y al catálogo histórico de eventos sísmicos disponible para el periodo 1993-2026.

En primer lugar, se incorporó el mapa de Intensidad Máxima de Sismicidad elaborado con base en información abierta del SGC. Esta capa fue ajustada al sistema de coordenadas del proyecto y recortada a la ventana de estudio, con el fin de identificar la distribución espacial de los valores de Magnitud de Momento Sísmico (Mw) dentro del área de influencia y sobre los polígonos que conforman el CPS. Posteriormente, se realizó una superposición espacial entre dicha capa y los 19 polígonos del complejo, a partir de la cual se calcularon estadísticas zonales, tales como valores mínimos, máximos y promedio por polígono.

De manera complementaria, se descargaron los registros del catálogo oficial de sismicidad del SGC para el periodo 1993-2026. Estos registros fueron depurados y espacializados a partir de sus coordenadas geográficas, considerando atributos como fecha, latitud, longitud, profundidad, magnitud, departamento y municipio. Posteriormente, se realizó una selección espacial de los eventos localizados dentro del área de influencia del CPS, identificando los sismos registrados al interior de dicha área y construyendo una base de análisis histórica.

Los valores registrados obtenidos de la intensidad sísmica obtenida a partir del SGC muestran que en el área de influencia se identifican valores predominantes entre 6,8 y 7,3 Mw. Las magnitudes superiores a 7,4 Mw se concentran principalmente hacia el sector norte, mientras en el extremo sur se presentan las intensidades más bajas, cercanas a 6,8 y 6,9 Mw, esta distribución espacial indica que el norte del área presenta mayor potencial de afectación ante eventos sísmicos de gran magnitud, mientras que el sur, aunque relativamente menos expuesto, mantiene niveles importantes de amenaza.

El análisis estadístico de los polígonos del CPS permite precisar esta variabilidad interna. Los valores promedio por unidad espacial varían entre 6,8279 Mw y 7,4857 Mw. Las zonas con menores promedios corresponden a los polígonos 1 y 2, con medias de 6,8279 Mw y 6,9406 Mw respectivamente, localizados en el municipio de Sonsón. En contraste, los valores promedio más altos se concentran en los polígonos 15, 16, 17 y 18, localizados en el departamento de Caldas, así como el polígono 14, que se ubica entre Antioquia (Sonsón y Nariño) y Caldas (Pensilvania), cuyos promedios oscilan entre 7,3929 Mw y 7,4857 Mw. En particular, el polígono 14 registra el valor máximo del complejo (7,5165 Mw), consolidándose como el sector de mayor intensidad sísmica proyectada dentro del CPS.

Los polígonos con intensidades intermedias, comprendidas entre 7,1 y 7,3 Mw, abarcan la mayor parte del territorio central del complejo, evidenciando una transición gradual entre

las zonas de menor y mayor magnitud. En términos espaciales, el CPS muestra una estructura zonificada donde el norte agrupa las magnitudes más elevadas, superiores a 7,4 Mw, la franja central presenta valores entre 7,1 y 7,3 Mw y el sector sur concentra valores entre 6,8 y 7 Mw (ver Figura 45).

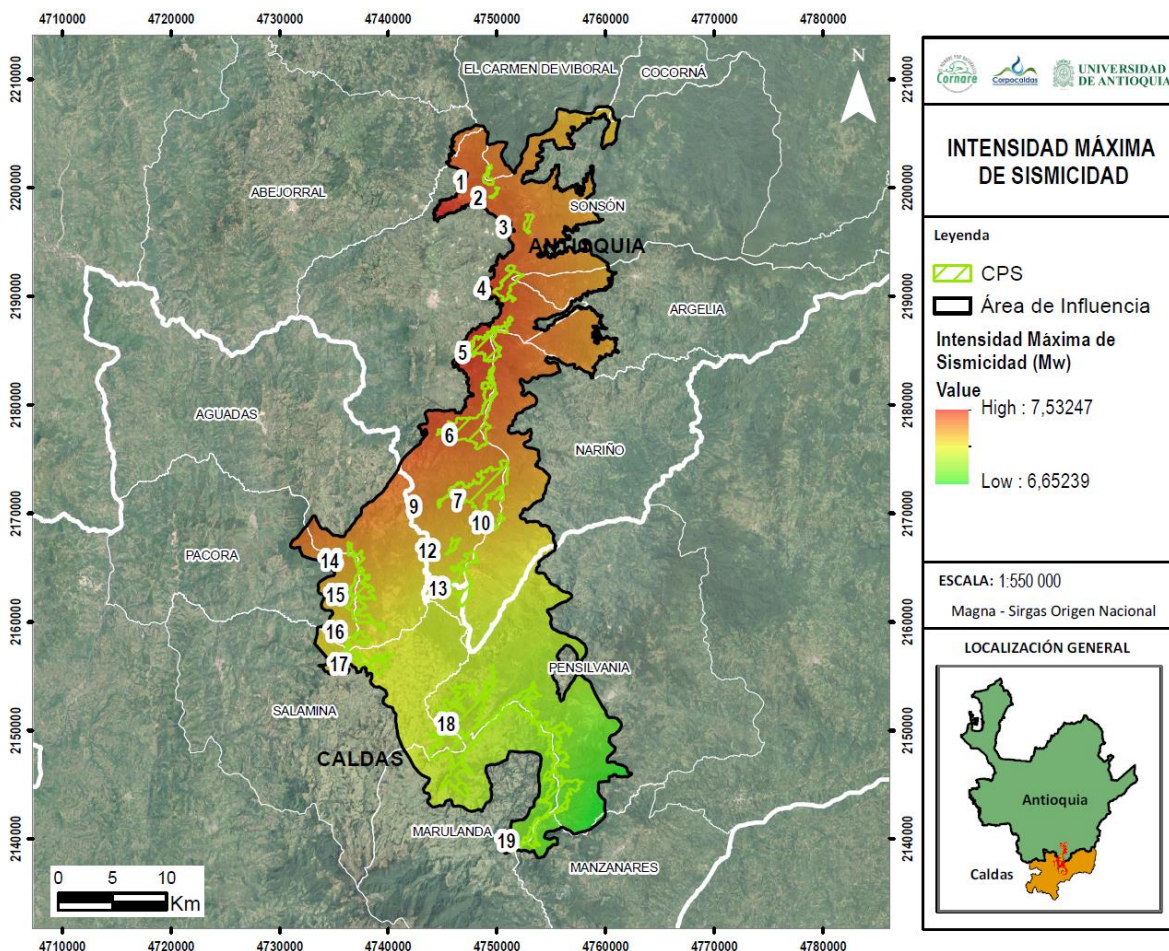


Figura 45. Intensidad máxima de sismicidad.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del Servicio Geológico Colombiano (2020).

Por otra parte, el análisis de la sismicidad histórica se realizó con base en los registros del catálogo oficial del Servicio Geológico Colombiano para el periodo comprendido entre 1993 y 2026. A partir de la espacialización de los eventos dentro del área de influencia del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS), se identificaron 19 registros sísmicos localizados al interior del polígono, con fechas entre 2010 y 2025. De acuerdo con la información disponible, no se registran eventos dentro del área de estudio para el periodo 1993-2009,

situación que puede estar asociada tanto a la ausencia de eventos sísmicos reportados en el área como a limitaciones en la cobertura o disponibilidad de registros en la base de datos oficial para esos años.

El análisis temporal evidencia una distribución discontinua, con eventos aislados entre 2010 y 2016 y una mayor concentración a partir del año 2019. Los años con mayor recurrencia corresponden a 2019, 2021, 2022, 2024 y 2025. En términos de la Magnitud Local (MI), los valores oscilan entre 0,7 y 2,9; este último corresponde al evento de mayor magnitud registrado en agosto de 2016, con epicentro en el municipio de Pensilvania (Caldas). La mayoría de los sismos presentan magnitudes inferiores a 2,0 MI, lo que indica que se trata principalmente de eventos de baja energía, de carácter local y con bajo potencial de generar daños estructurales. Este comportamiento es consistente con la dinámica tectónica regional, donde predominan sismos de baja a moderada magnitud (ver Tabla 19 y Figura 46).

En cuanto a la profundidad, los registros presentan valores entre 4,10 km y 109,30 km. Se identifican eventos superficiales inferiores a 15 km, como los registrados en Argelia (4,10 km), Marulanda (4,73 km) y Aguadas (11,63 km), los cuales se originan en la corteza terrestre a poca profundidad. Asimismo, los eventos con profundidades entre 30 y 70 km, clasificados también como superficiales, corresponden a los más frecuentes en el área de estudio. En este sentido, los sismos generados por debajo de los 70 km pueden presentar un comportamiento diferente en términos de propagación de energía, cuando se trata de eventos superficiales, la distancia hasta la superficie limita la atenuación de las ondas sísmicas, lo que puede incrementar su intensidad en zonas cercanas al epicentro (ver Tabla 19 y Figura 46).

Los eventos más profundos registrados en el área de influencia, superiores a 80 km y con profundidades cercanas a 100 km, se concentran principalmente en municipios como Pensilvania, Salamina y Aguadas. En estos casos, la mayor profundidad favorece una mayor disipación de la energía antes de alcanzar la superficie, lo que generalmente reduce su potencial destructivo local en comparación con un evento superficial de igual magnitud.

Desde el punto de vista espacial, el mapa de sismicidad histórica evidencia una mayor concentración de eventos hacia el sector sur y suroriental del CPS, especialmente en jurisdicción de los municipios de Pensilvania, Marulanda y Manzanares (Caldas), mientras que en el sector norte los eventos se distribuyen de manera más dispersa, con registros en Argelia y Sonsón (Antioquia).

En términos generales, los resultados indican que la sismicidad no constituye un factor de vulnerabilidad dominante para el Complejo de Páramos de Sonsón (CPS). Si bien el territorio se encuentra inmerso en un contexto regional de actividad sísmica propio de la región andina colombiana, la baja frecuencia y magnitud de los eventos registrados sugieren una incidencia limitada sobre la estructura ecológica y funcional del complejo. No

obstante, se observa una mayor concentración de registros históricos y de valores relativamente más altos de intensidad sísmica en los polígonos 14, 15, 17, 18 y 19, localizados principalmente en el sector oriental y suroriental del complejo, en jurisdicción del departamento de Caldas. En consecuencia, estos sectores presentan una exposición relativamente mayor frente a la ocurrencia de eventos sísmicos en comparación con el resto del CPS. Sin embargo, la información disponible permite concluir que la vulnerabilidad asociada a este fenómeno es, en términos generales, baja a moderada dentro del complejo, especialmente al compararla con otros factores biofísicos que inciden sobre la dinámica y conservación del territorio (ver Tabla 19 y Figura 46).

Tabla 19. Registro histórico de sismos al interior del área de influencia del CPS

ID	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD (MI)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
1	2010-05-23	5,4180	-75,3480	105,20	2,20	Caldas	Salamina
2	2014-11-01	5,3340	-75,2080	105,30	1,40	Caldas	Pensilvania
3	2016-08-06	5,4490	-75,2220	109,30	2,90	Caldas	Pensilvania
4	2016-09-28	5,7870	-75,2150	4,10	1,00	Antioquia	Argelia
5	2019-02-23	5,7090	-75,2240	29,05	1,80	Antioquia	Sonsón
6	2019-09-17	5,3040	-75,1790	30,00	1,10	Caldas	Pensilvania
7	2019-11-13	5,2890	-75,2140	60,79	0,90	Caldas	Marulanda
8	2019-12-19	5,4400	-75,2560	54,91	1,40	Caldas	Pensilvania
9	2020-10-10	5,4070	-75,2210	103,00	0,70	Caldas	Pensilvania
10	2021-01-23	5,4900	-75,2560	64,00	1,00	Antioquia	Nariño
11	2021-01-28	5,4540	-75,3870	96,76	1,40	Caldas	Pácora
12	2021-02-05	5,3220	-75,2800	4,73	0,80	Caldas	Marulanda
13	2022-01-11	5,2620	-75,2260	13,87	1,60	Caldas	Manzanares
14	2022-11-23	5,2890	-75,1700	88,98	0,90	Caldas	Pensilvania
15	2024-07-14	5,4310	-75,3760	11,63	1,20	Caldas	Aguadas
16	2024-10-18	5,3610	-75,2000	14,45	0,70	Caldas	Pensilvania
17	2025-02-20	5,4020	-75,2370	40,00	0,80	Caldas	Pensilvania
18	2025-03-12	5,3210	-75,1850	102,98	1,30	Caldas	Pensilvania
19	2025-03-22	5,5650	-75,3410	88,70	1,70	Caldas	Aguadas

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del Sistema Geológico Colombiano (2026).

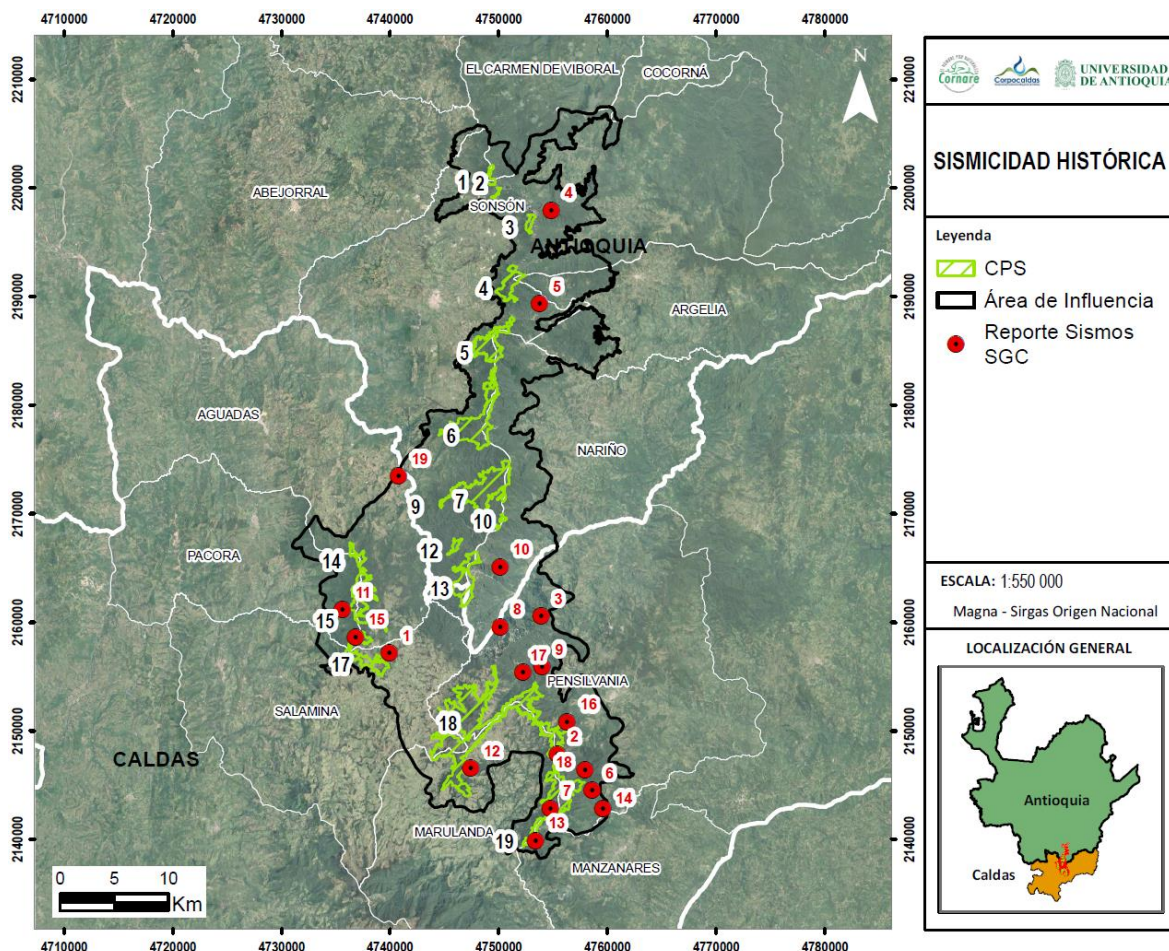


Figura 46. Registro histórico de sismos al interior del área de influencia del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPORCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del Sistema Geológico Colombiano (2026).

4.1.4.3. Incendios

La evaluación de la dinámica de incendios en el complejo de páramos de Sonsón y su área de influencia se desarrolló mediante la integración de dos fuentes complementarias de información satelital de detección activa de fuego, con el fin de abarcar tanto el comportamiento histórico de largo plazo como los eventos recientes de alta resolución espacial.

En primer lugar, se empleó el producto MODIS (MODIS/061/MOD14A1) (Giglio & Justice, 2021) de detección activa de anomalías térmicas e incendios, disponible de manera continua desde el año 2000. Este conjunto de datos permite identificar focos térmicos y estimar la Potencia Radiativa del Fuego (FRP), variable que representa la intensidad energética de los eventos de combustión y constituye un indicador cuantitativo de la

magnitud del incendio. A partir de esta información se construyó una serie temporal multianual (2000–2025), agregada a escala mensual, lo que permitió analizar la variabilidad interanual, identificar periodos de mayor actividad térmica y reconocer patrones asociados a la estacionalidad climática regional. Este análisis proporciona una perspectiva estructural y de largo plazo sobre la ocurrencia e intensidad de incendios en el territorio.

De manera complementaria, se incorporó información proveniente del sistema Fire Information for Resource Management System (FIRMS) (NASA,s.f.), plataforma desarrollada por la NASA que integra observaciones de sensores térmicos de última generación, entre ellos el instrumento VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite). Este sensor ofrece mayor resolución espacial que MODIS y permite detectar anomalías térmicas con mayor precisión en eventos recientes. Para el año 2024 y el periodo más actual disponible se analizaron los registros de focos activos dentro del área de influencia, identificándose cinco detecciones correspondientes a observaciones diurnas captadas por el satélite NOAA-21 (N21).

La integración metodológica de ambos recursos permite articular dos escalas de análisis: (i) una evaluación histórica y agregada de la intensidad radiativa del fuego mediante MODIS, útil para caracterizar tendencias y recurrencia; y (ii) una verificación puntual y de mayor detalle espacial mediante FIRMS–VIIRS para los eventos más recientes

- **Resultados de MODIS**

La serie temporal mensual de Potencia Radiativa del Fuego (FRP) derivada del sensor MODIS evidencia una dinámica altamente variable de la actividad térmica en el área de influencia del CPS durante el periodo analizado. La FRP total mensual, expresada en megavatios (MW), permite estimar la intensidad energética agregada de los eventos detectados en cada mes con presencia de incendios.

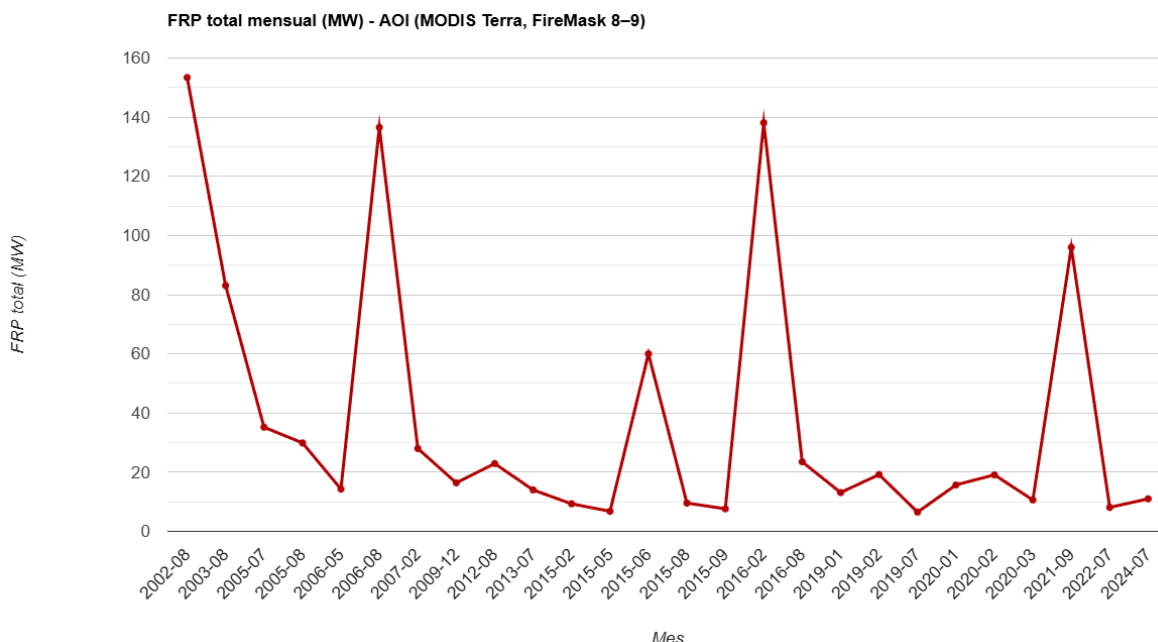


Figura 47. Anomalías térmicas para el CPS y su área circundante.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de MOD14A1.

Los resultados muestran que la actividad de mayor intensidad se concentró en meses específicos y no de manera continua (ver

Figura 47). Se identifican picos importantes en agosto de 2002, agosto de 2006 y febrero de 2016, los cuales representan los máximos históricos dentro de la serie analizada. Estos valores sugieren la ocurrencia de eventos de mayor magnitud energética, posiblemente asociados a condiciones climáticas secas o fenómenos de variabilidad interanual.

Adicionalmente, se observan incrementos secundarios en junio de 2015 y septiembre de 2021, aunque con intensidades inferiores a los máximos principales. En contraste, varios meses presentan valores relativamente bajos de FRP, lo que indica eventos puntuales de menor extensión o intensidad.

El comportamiento temporal refleja una naturaleza episódica de los incendios en el territorio, sin una tendencia sostenida creciente o decreciente a lo largo del periodo. Más bien, la dinámica parece responder a condiciones ambientales específicas que favorecen la propagación del fuego en determinados años. Esta variabilidad coincide con la estacionalidad climática regional, particularmente con los periodos secos que caracterizan el régimen bimodal de precipitación de la región andina.

En términos espaciales, los valores de FRP agregados corresponden a la suma de detecciones diurnas y nocturnas dentro del área de estudio, lo que permite una aproximación integral de la intensidad de los eventos. Sin embargo, es importante señalar

que la FRP representa potencia radiactiva instantánea detectada por el sensor y no necesariamente el área total quemada, por lo que debe interpretarse como un indicador de intensidad térmica más que como una medida directa de superficie afectada.

Adicionalmente, es importante precisar que, de los eventos identificados y cartografiados a partir de los registros satelitales, únicamente los correspondientes a agosto de 2003 y junio de 2015 se localizan en proximidad directa a polígonos del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS), específicamente en los polígonos 14, 15 y 17, localizados en municipios del departamento de Caldas como Aguadas, Pácora y Salamina. En estos casos, las detecciones térmicas se ubican en sectores adyacentes o próximos a los límites del ecosistema estratégico. Si bien la evidencia disponible no permite inferir una afectación recurrente o generalizada por incendios de cobertura vegetal, estos polígonos presentan una exposición potencialmente mayor frente a este fenómeno en comparación con los demás sectores del complejo. En consecuencia, constituyen áreas prioritarias para el fortalecimiento de acciones de monitoreo, prevención y gestión del riesgo, especialmente durante periodos de menor precipitación y condiciones climáticas que favorezcan la ocurrencia y propagación del fuego.

El resto de las anomalías térmicas registradas se ubican al interior del área de influencia delimitada para el análisis o en zonas cercanas dentro del extent general de dicho polígono, pero sin corresponder directamente a los núcleos del CPS (ver Figura 48).

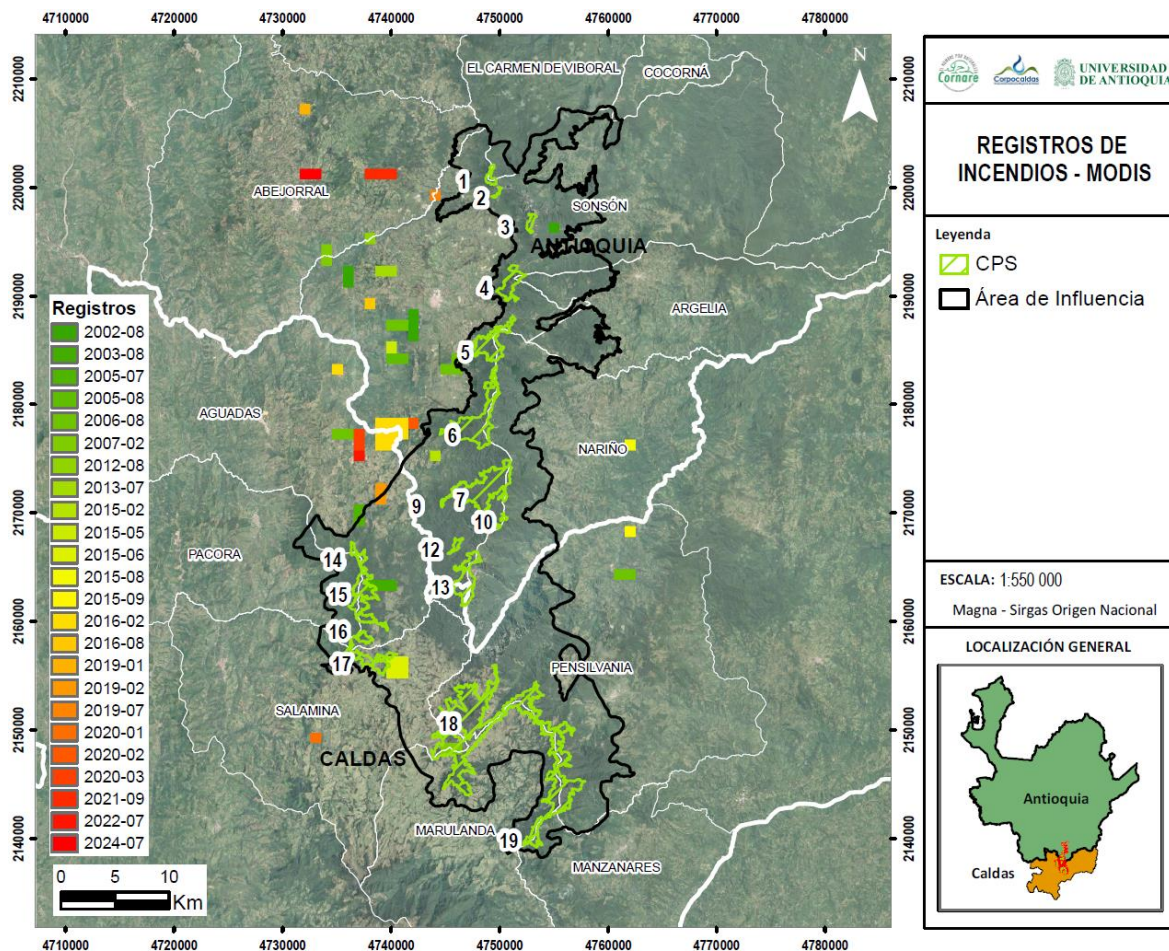


Figura 48. Espacialización de anomalías térmicas para el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de MOD14A1.

• Resultados de VIIRS

Los eventos registrados se concentran espacialmente en sectores del área de influencia y del entorno inmediato del páramo, principalmente en zonas de ladera y transición hacia coberturas de bosque altoandino y áreas intervenidas. Las fechas de detección se distribuyen entre enero y septiembre de 2024, con un registro en julio de 2025, lo que evidencia que los incendios no corresponden a un único episodio, sino a eventos aislados en distintos momentos, posiblemente asociados a periodos de menor precipitación o a actividades antrópicas puntuales.

En términos de intensidad, los valores de brillo térmico registrados oscilan aproximadamente entre 327,7 K y 341,7 K, mientras que la potencia radiativa del fuego varía entre 3,70 MW y 9,53 MW (ver Tabla 20). Estos valores indican incendios de baja a moderada intensidad, compatibles con posibles quemas superficiales o incendios de

cobertura vegetal de extensión limitada, más que con grandes incendios forestales de alta severidad.

Desde una perspectiva ambiental, aunque el número de detecciones no es elevado, la presencia de incendios dentro y en las áreas circundantes al CPS reviste especial importancia. Los ecosistemas de páramo son altamente sensibles al fuego debido a su lenta capacidad de regeneración, la fragilidad de sus suelos orgánicos y su función estratégica en la regulación hídrica. En este contexto, incluso incendios de baja intensidad pueden ocasionar la pérdida de cobertura vegetal, la degradación del suelo, la alteración de los procesos de infiltración y un incremento en la susceptibilidad a la erosión y a movimientos en masa, comprometiendo la estabilidad ecológica del territorio.

Tabla 20. Registros de incendios en el CPS.

N	LATITUD	LONGITUD	BRILLO	FECHA	SATÉLITE	INSTRUMENTO	POTENCIA RADIATIVA DEL FUEGO	DÍA /NOCHE
1	5,57617	-75,31668	341,71	21/01/2024	N21	VIIRS	9,35	D
2	5,43796	-75,34827	327,68	24/07/2024	N21	VIIRS	3,70	D
3	5,50372	-75,21049	336,52	2/08/2024	N21	VIIRS	9,53	D
4	5,45904	-75,35193	338,23	14/09/2024	N21	VIIRS	5,35	D
5	5,55624	-75,34631	334,31	8/07/2025	N21	VIIRS	6,54	D

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del sistema FIRMS, NASA (s. f.).

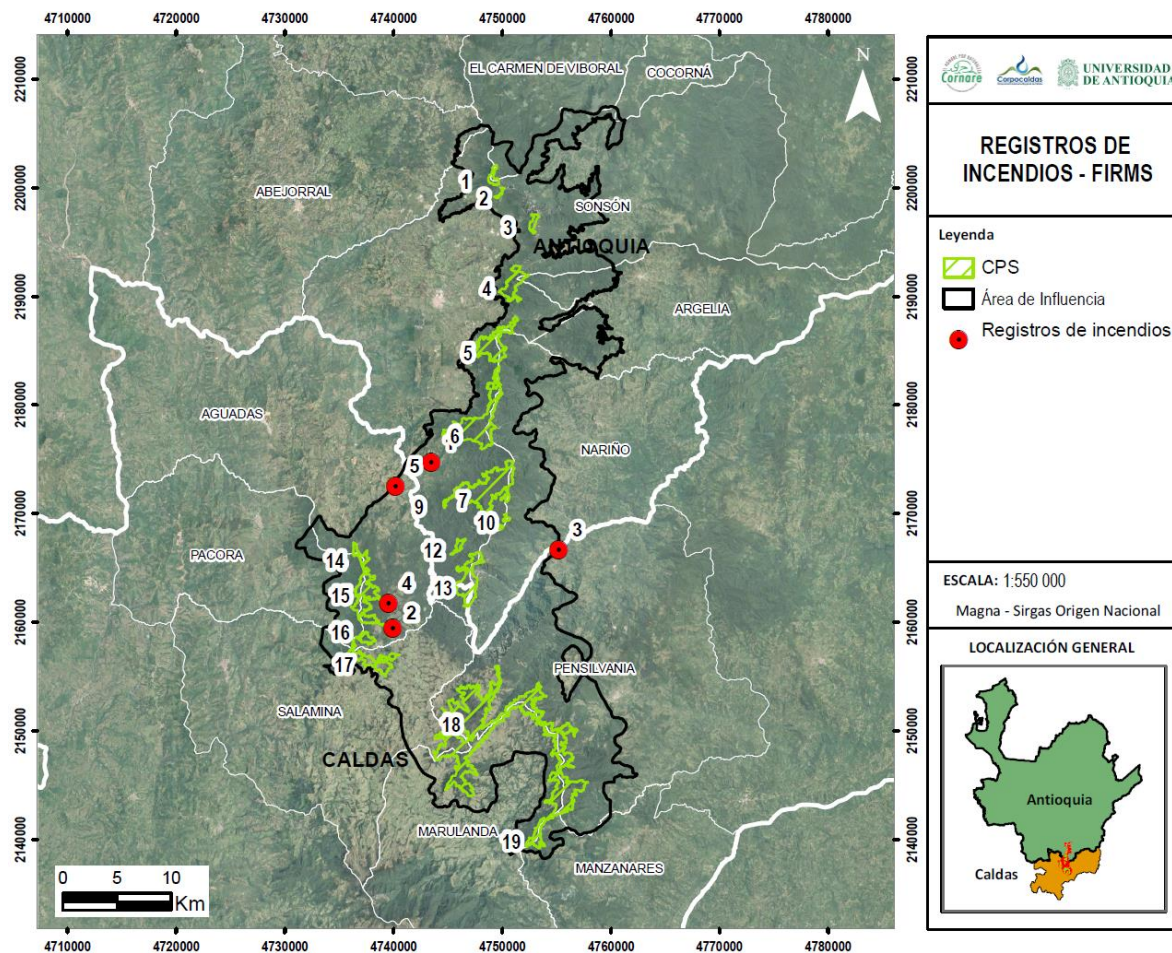


Figura 49. Registros de incendios.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del sistema FIRMS, NASA.

4.1.5 Coberturas de la tierra

Como resultado del proceso de clasificación supervisada desarrollado mediante el algoritmo Random Forest para el área de influencia, se evaluaron seis clases de cobertura del suelo, así: coberturas de vegetación, arbustales, pastos limpios, áreas cultivadas, áreas construidas y suelos desnudos o con vegetación escasa, todas ellas acordes con las categorías definidas en el producto ESA WorldCover.

La evaluación del modelo, realizada a partir del conjunto de validación, permitió obtener una exactitud global de 0,71 valor que evidencia un desempeño adecuado en la asignación de las clases de cobertura, con una proporción satisfactoria de aciertos frente a la información de referencia. De manera complementaria, el coeficiente Kappa alcanzó un valor de 0,66 lo que indica un nivel de concordancia medio-alto entre las clases observadas

y las clases predichas. En conjunto, estos indicadores sugieren que el modelo posee una capacidad aceptable para reproducir los patrones generales de cobertura presentes en el área de análisis.

El análisis general de la clasificación evidencia un comportamiento consistente del modelo, con un mejor desempeño en aquellas coberturas que presentan firmas espectrales más diferenciadas, como las áreas construidas y los suelos desnudos o con vegetación escasa. En contraste, se observan mayores niveles de confusión entre coberturas con respuestas espectrales similares, particularmente entre pastos limpios, arbustales y áreas cultivadas. Este comportamiento es esperable en clasificaciones basadas en sensores ópticos, dado que las coberturas vegetales pueden presentar respuestas espectrales semejantes en función de variables como el estado fenológico, el contenido de humedad o las prácticas de manejo.

Adicionalmente, es importante señalar que la imagen empleada para la clasificación corresponde a un mosaico construido a partir de varias escenas satelitales. En particular, en aquellas imágenes donde se utilizó la banda QA60 para el enmascaramiento de nubes, y considerando que para la composición se aplicó el estadístico “min”, algunas zonas pueden presentar tonalidades más oscuras. Esta condición pudo generar alteraciones en la separabilidad espectral de ciertas coberturas y, en consecuencia, introducir confusiones adicionales entre clases con reflectancias similares.

En este sentido, se presenta la matriz de confusión obtenida durante el proceso de clasificación, la cual permite identificar el nivel de acierto del modelo para cada una de las clases evaluadas y reconocer las principales confusiones entre categorías (ver Figura 50). En términos generales esta matriz permite identificar el nivel de correspondencia entre las clases generadas como entrenamiento al modelo y los valores predichos.

Tal como se observa en la

Figura 50, existe una alta concentración de valores sobre la diagonal principal de la matriz, lo que indica una adecuada capacidad del modelo para diferenciar la mayoría de las coberturas definidas. Esto sugiere que, en términos generales, las clases fueron correctamente identificadas y que el comportamiento global del algoritmo presenta un desempeño satisfactorio.

No obstante, también se evidencian algunas confusiones puntuales entre coberturas con respuestas espectrales similares. Estas se presentan principalmente entre las clases 30 y 40, así como en menor medida entre las clases 10 y 20, lo cual puede estar asociado a transiciones graduales entre coberturas vegetales, áreas intervenidas o mosaicos productivos donde la heterogeneidad del paisaje dificulta una separación completamente precisa. De igual forma, se observan confusiones menores entre las clases 50 y 60, aunque con una incidencia considerablemente más baja.

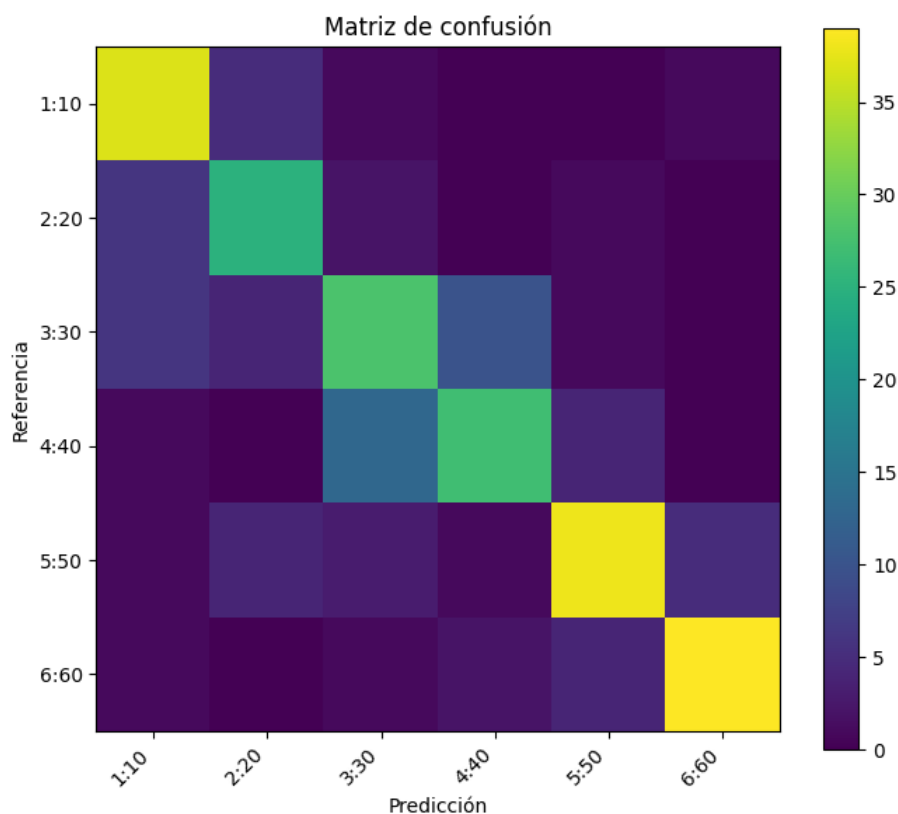


Figura 50. Matriz de confusión para el proceso de clasificación de coberturas.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

La caracterización de las coberturas de la tierra en el área de influencia del Complejo de Páramos Sonsón (CPS) muestra un predominio de coberturas naturales, particularmente de tipo boscoso, lo que refleja la alta importancia ecológica del territorio y su papel en la contribución al bienestar humano.

En este sentido, la cobertura dominante corresponde al bosque denso alto de tierra firme, con una extensión de 60.449,13 ha, equivalente al 67,70% del área total (ver Figura 51), consolidándose como la matriz ecológica principal del territorio. Esta cobertura se asocia principalmente a las áreas de mayor elevación dentro del área de influencia, así como a sectores que presentan traslape con figuras de conservación, particularmente con el DRMI Páramo de Vida Maitamá–Sonsón.

De manera complementaria, se identifican coberturas asociadas a procesos de transición y regeneración, como la vegetación secundaria alta, que ocupa 11.192,44 ha (12,53%), y el bosque fragmentado con vegetación secundaria, con 2.373,67 ha (2,65%), lo que evidencia dinámicas de recuperación natural en sectores previamente intervenidos.

Las coberturas de tipo antrópico-productivo presentan una participación moderada dentro del área de influencia. Los pastos limpios representan 11.241,77 ha (12,59%), constituyéndose como la principal cobertura asociada a actividades ganaderas, seguidos por el mosaico de cultivos, con 3.017,76 ha (3,37%). Adicionalmente, se identifican coberturas mixtas como el mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (0,11 %) y el mosaico de pastos con espacios naturales (0,37%), las cuales reflejan paisajes heterogéneos con distintos grados de intervención. Estas coberturas se localizan principalmente en el costado suroccidental del área de influencia, particularmente en los municipios de Marulanda y Salamina.

Otras coberturas de menor representatividad incluyen los pastos enmalezados (0,58 %), asociados a procesos de abandono o baja intensidad de uso, así como coberturas puntuales como plantaciones forestales (0,041%), suelos desnudos (0,019%), herbazales densos (0,149%) y áreas urbanas (0,002%), las cuales presentan una incidencia marginal en la estructura del paisaje. Estas coberturas se distribuyen de manera dispersa en el área de influencia del CPS.

En conjunto, la configuración de coberturas evidencia un territorio dominado por coberturas naturales de alta montaña (superior al 80%), con una importante participación de coberturas en regeneración y una presencia moderada de usos agropecuarios, lo que refleja un gradiente de intervención antrópica condicionado tanto por la accesibilidad como por las restricciones ambientales propias del sistema de páramo.

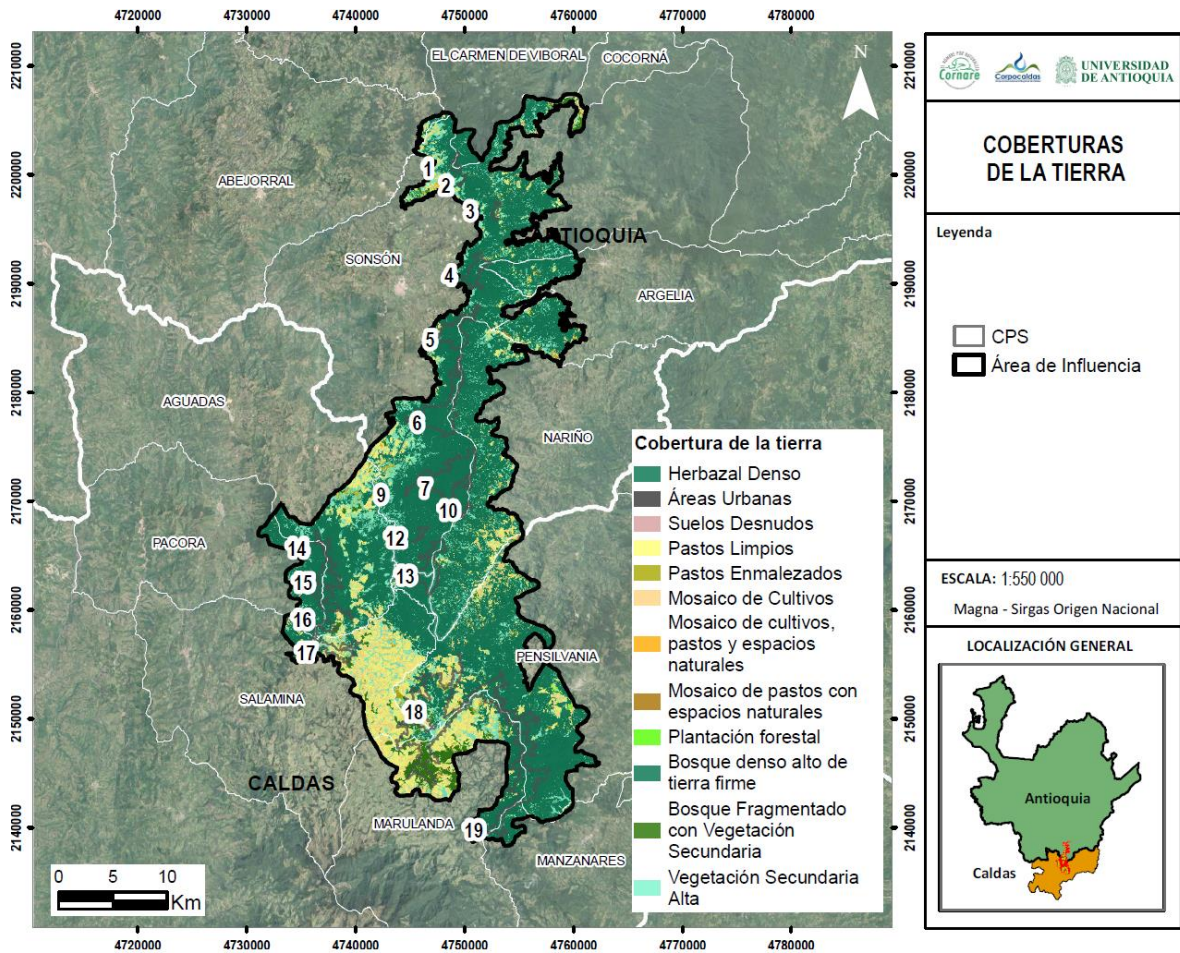


Figura 51. Coberturas de la tierra en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

Tabla 21. Coberturas de la tierra en el CPS y su área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA		
COBERTURAS DE LA TIERRA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Áreas Urbanas	1.25	0,002%
Bosque denso alto de tierra firme	60.449,13	67,70%
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	2.373,67	2,65%
Herbazal Denso	133	0,149%
Mosaico de Cultivos	3.017,76	3,37%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	106,369	0,11%
Mosaico de pastos con espacios naturales	335,69	0,37%
Pastos Enmalezados	435,79	0,58%
Pastos Limpios	11.241,77	12,59%
Plantación forestal	36,88	0,041%

Suelos Desnudos	17,81	0,019%
Vegetación Secundaria Alta	11.192,44	12,53%
Total	89.303,73	100%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		
Bosque denso alto de tierra firme	6.775,21	73,80%
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	596,71	6,50%
Herbazal Denso	133	1,44%
Mosaico de Cultivos	85,24	0,92%
Mosaico de pastos con espacios naturales	13,60	0,14%
Pastos Enmalezados	50,06	0,54%
Pastos Limpios	678.	7,31%
Suelos Desnudos	2,04	0,02%
Vegetación Secundaria Alta	855,39	9,31%
Total	9.179,57	100%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

El análisis desagregado por los 19 polígonos del CPS permite identificar patrones espaciales claros en la distribución de las coberturas de la tierra, así como gradientes de intervención y conservación.

En términos generales, el bosque denso alto de tierra firme domina en la totalidad de los polígonos, constituyéndose como la cobertura estructurante del paisaje. Este patrón es especialmente evidente en los polígonos 6 y 7, ubicados en los municipios de Sonsón y Nariño; los polígonos 14 y 15 localizados en Aguadas y Pácora y el polígono 18, localizado entre Pensilvania, Marulanda y Salamina, los cuales presentan extensiones superiores a 500 ha de esta cobertura, alcanzando su máxima expresión en el polígono 18 (2.062,34 ha), consolidándose como el núcleo de mayor continuidad boscosa dentro del CPS.

Adicionalmente, el polígono 18, ubicado en los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, presenta la mayor extensión total (4.067,95 ha) y concentra una alta diversidad de coberturas, incluyendo vegetación secundaria alta (656,82 ha), pastos limpios (597,31 ha) y bosque fragmentado (568,03 ha), lo que evidencia un territorio con una combinación de áreas bien conservadas y sectores con intervención antrópica importante.

Por su parte, los polígonos 16 y 17, localizados en Aguadas, Pácora y Salamina, presentan características particulares. El polígono 17 muestra una mayor heterogeneidad de coberturas, con presencia relevante de pastos limpios (123,69 ha), vegetación secundaria alta (132,43 ha) y mosaicos agropecuarios, lo que sugiere una mayor presión antrópica y un estado intermedio entre conservación y uso productivo. De manera similar, el polígono 16 presenta una menor extensión total (95,11 ha), pero con presencia de bosque fragmentado (11,60 ha) y coberturas en transición, indicando procesos activos de

regeneración. En contraste, los polígonos 1 al 12, presentan, en general, una menor extensión individual y una dominancia más clara del bosque, con una baja presencia de coberturas antrópicas.

Los polígonos de menor tamaño (8, 9, 10 y 11), localizados en el municipio de Sonsón, presentan una composición casi exclusivamente dominada por coberturas naturales, particularmente bosque denso, con una mínima o nula presencia de coberturas antrópicas, lo que sugiere un alto grado de conservación. En términos de coberturas antrópicas, los pastos limpios constituyen la principal expresión de intervención en el CPS, concentrándose principalmente en los polígonos 17 y 18, seguidos por algunos polígonos intermedios.

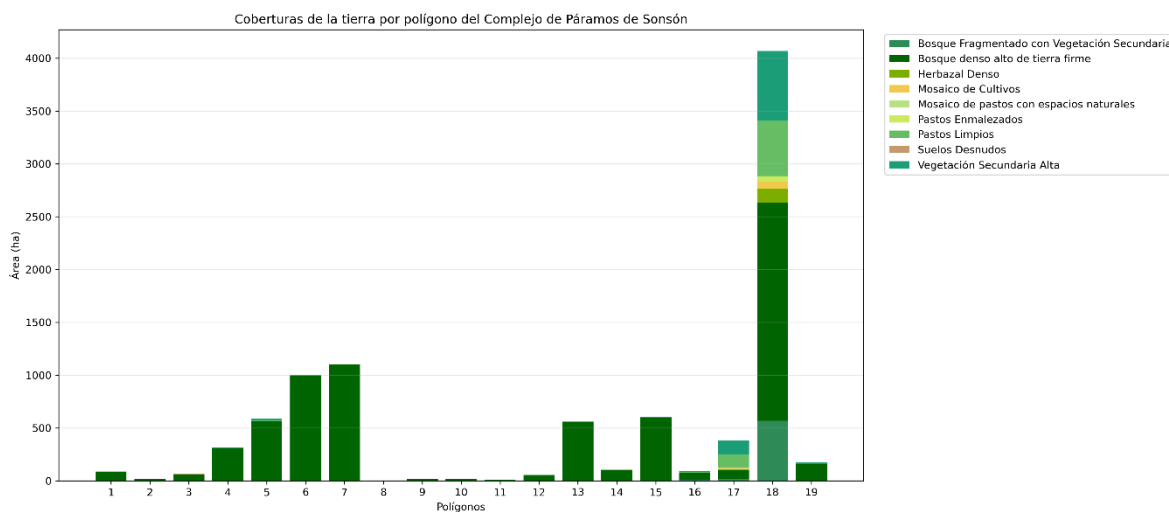


Figura 52. Distribución de coberturas del suelo en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

4.2 Caracterización Biótica

La caracterización biótica para el CPS se desarrolla a partir de la recopilación y análisis de información secundaria proveniente de bases de datos de biodiversidad de alcance global y de instrumentos oficiales de planificación ambiental. Como fuente principal de información se retoma I) la caracterización biótica realizada en el año 2015 entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt” y la Universidad de Antioquia y II) se emplean los registros disponibles en Global Biodiversity Information Facility (GBIF), los cuales corresponden a una plataforma internacional de acceso abierto que integra y pone a disposición información sobre biodiversidad generada por colecciones biológicas, herbarios, museos, instituciones de investigación y programas de monitoreo a nivel mundial.

GBIF permite consultar registros georreferenciados de ocurrencia de especies, lo que facilita la realización de análisis espaciales y la evaluación del componente de flora y fauna. Con base en los registros descargados para el área de influencia del CPS, se realiza un proceso de validación y verificación espacial de los datos, con el fin de garantizar la consistencia y confiabilidad de la información utilizada en el análisis. A partir de esta base consolidada se estructurará el inventario preliminar para los componentes de flora y fauna, identificando reino, clase, orden, familia, género y especie.

De manera complementaria, los registros obtenidos son comparados con la información contenida en los instrumentos oficiales de las áreas protegidas inscritas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) que tienen injerencia sobre el área de influencia del CPS, dentro de los cuales se encuentra:

- Distrito Regional de Manejo Integrado Páramo de Vida Maitamá – Sonsón (Plan de Manejo Ambiental 2021).
- Reserva Forestal Protectora Regional Tarcará (Plan de Manejo Ambiental 2015).
- Reserva Forestal Protectora Regional Popal (Plan de Manejo Ambiental 2015).
- Reserva Forestal Protectora Regional Cañones de los Ríos Melcocho y Santo Domingo (Plan de Manejo Ambiental 2015).

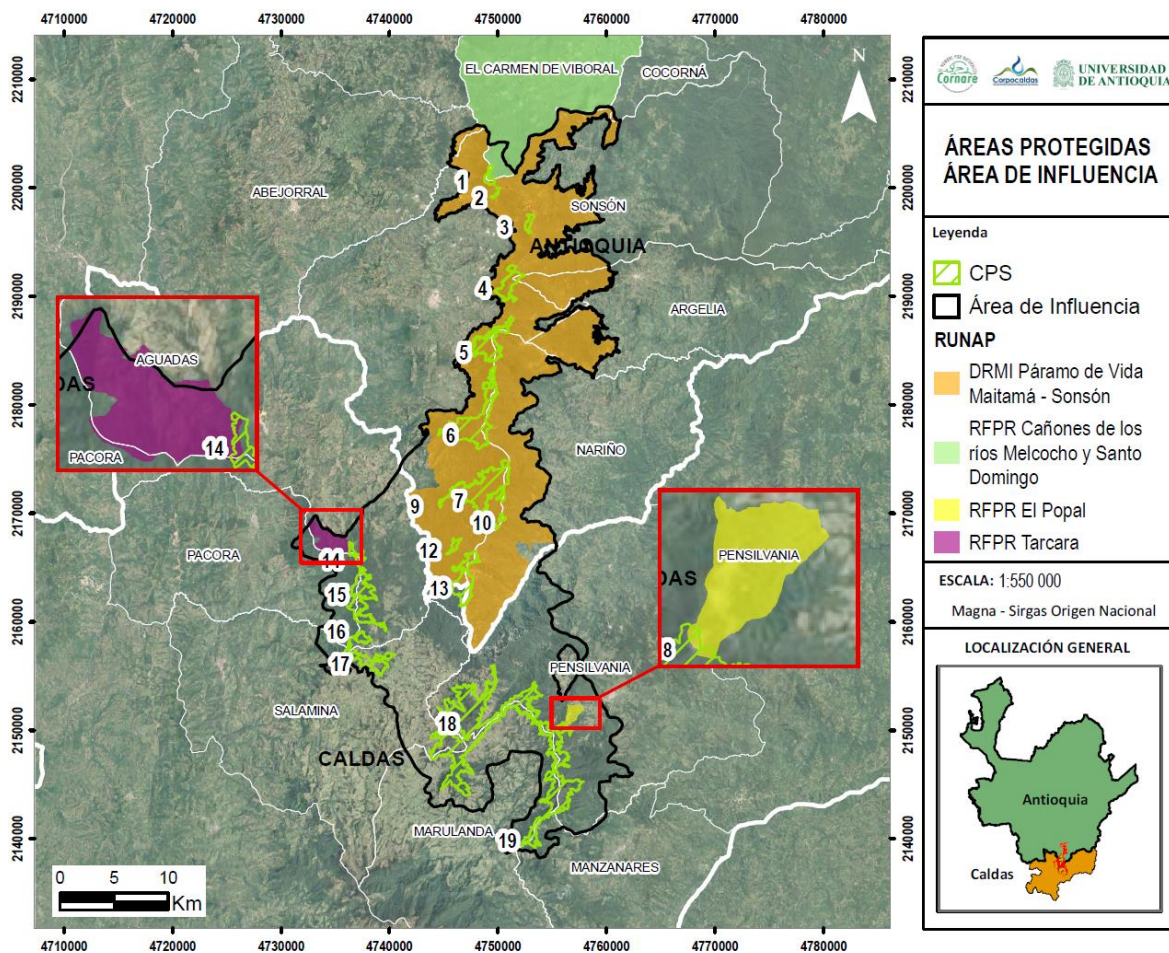


Figura 53. Áreas protegidas al interior del área de influencia del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del RUNAP.

4.2.1. Fauna

Para el componente de fauna, se presentan los resultados obtenidos a partir de la revisión y análisis de la información secundaria disponible, incluyendo la caracterización biótica del complejo realizada en 2015 (IAvH & Instituto biología UdeA). y los estudios contenidos en los Planes de Manejo Ambiental de las diferentes figuras de protección presentes dentro del área de influencia del complejo.

4.2.1.1. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón

La información de fauna recopilada para el complejo fue registrada para cuatro sitios ubicados en el departamento de Antioquia y uno en el departamento de Caldas. Los sitios muestreados corresponden al cerro La Vieja, cerro Las Palomas, el Alto de Chaverras,

Cerro Norí y Valle Alto. En los cuales se registraron grupos taxonómicos de avifauna, anfibios, reptiles y macroinvertebrados.

En la totalidad del complejo se registraron 158 especies de aves pertenecientes a 38 familias, Los cerros de la Vieja y las Palomas presentaron la mayor riqueza total con 107 y 82 especies respectivamente, mientras Valle Alto registró la menor con 56 especies. Especies como *Patagioenas fasciata* (Columbidae), *Turdus fuscater* (Turdidae), *Grallaria nuchalis* (Grallaridae), *Metallura tyrianthina* (Trochilidae) *Scytalopus latrans* (Rhinocryptidae), *Synallaxis azarae* (Furnariidae), *Eriocnemis vestita* (Trochilidae), *Tangara vassorii*, *Diglossa cyanea* (Thraupidae), *Myioborus ornatus* (Parulidae) y *Grallaricula nana* (Grallaridae) fueron aquellas con mayor abundancia registrada a nivel de complejo en los sitios muestreados. En el caso de especies como *Odontophorus hyperythrus*, *Hapalopsittaca amazonina*, *Andigena nigrirostris*, *Andigena hypoglaucha*, *Coeligena orina*, *Pterophanes cyanopterus*, *Grallaria alleni*, *Scytalopus canus*, *Ampelion rufaxilla*, *Iridosornis porphyrocephalus*, *Diglossa gloriosissima*, *Hypopyrrhus pyrohypogaster* resaltan por presentar ampliación en el ranfo altitudinal y su grado de amenaza nacional (Chaparro-Herrera et al, 2019).

Otras especies destacadas son *Ochthoeca fumicolor*, *Diglossa lafresnayii*, *Anisognathus lacrymosus*, *Catamenia homochroa* y *Cistothorus platensis* las cuales aumentaron su frecuencia y abundancia a medida que se ascendía en el gradiente de elevación a través de los cinco Páramos visitados. Para el caso de Valle alto se registran dos especies presentes únicamente en esta estación (*Catamenia inornata* y *Cistothorus platensis*). El gremio de insectívoros fue el más abundante, seguido por los nectarívoros. El gremio de omnívoros mostró una disminución en su representatividad a mayor elevación. Con referencia a los tipos de cobertura, se registra que el bosque altoandino concentra un mayor número de especies en comparación con el arbustal y el herbazal.

En cuanto a los grupos de anfibios se registraron en total 8 especies nominales y 10 morfoespecies de anfibios, con un total de 377 individuos distribuidos en los cinco puntos muestreados. El género *Pristimantis* concentra la mayor diversidad y abundancia, en el cual especies como *Pristimantis aff. scoloblepharus*, *P. uranobates*, *P. parectatus* y el morfotipo *P. sp.* presentaron los mayores valores de densidad y frecuencia relativa en el conjunto. Para el caso de reptiles, se registraron especies del género *Anolis* (*Anolis aff. heterodermus*). Las especies *Niceforonia adenobrachia* y *Osornophryne percrassa* identificadas en la zona representan el primer registro para el Departamento de Antioquia (IAvH & Instituto biología UdeA, 2015 retomando a Loaiza et al. 2014). Adicionalmente, es importante resaltar que varias de las especies encontradas en los puntos del CPS como *Pristimantis dorsopictus*, *Pristimantis parectatus*, *Niceforonia adenobrachia*, *Pristimantis simoterus*, *Bolitoglossa valleculea*, *Pristimantis permixtus*, *Pristimantis uranobates* tiene algún grado de endemismo o presentan algún grado de amenaza. En general la fauna anfibia en el CPS ha sido poco explorada por lo que la diversidad real de esta dentro del CPS puede ser superior a la reportada.

La caracterización de la edafofauna capturó un total de 2.526 individuos pertenecientes a 203 especies/morfoespecies (msp) de insectos del suelo. Los escarabajos (Staphylinidae) constituyeron el grupo de mayor abundancia relativa y mayor riqueza, seguidos por moscas (Diptera: Phoridae, Sphaeroceridae) y hormigas (Formicidae). Las cucarachas (Blattodea) fueron el grupo menos abundante. La mayor abundancia y número de especies/ morfoespecie (msp) de insectos del suelo reportados fue el Cerro las Palomas con un total de 716 individuos distribuidas en 90 especies/msp, mientras que Valle Alto capturó un total de 264 individuos distribuidos en 60 especies/msp. Del total de especies reportadas solo el 21% se logró identificar taxonómicamente a nivel genérico o específico, de las cuales ninguna se reporta como una especie endémica o en categoría de amenaza, sin embargo, debido a que la mayoría de grupos de organismos que hacen parte de la edafofauna en ecosistemas de alta montaña, han sido poco estudiados, se hace necesario, así como con los grupos de anfibios, continuar con la identificación taxonómica.

4.2.1.2. DRMI Páramo de Vida Maitamá Sonsón

De acuerdo con la información consignada en el Plan de Manejo Ambiental del DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón, se registran en total 431 especies de fauna, evidenciando una alta riqueza biológica asociada a los ecosistemas de páramo y bosque altoandino. El grupo más diverso corresponde a las aves, con 187 especies, seguido por mamíferos (85 especies), anfibios (124 especies) y reptiles (35 especies), siendo este último el de menor riqueza. Del total de especies registradas, aproximadamente 103 son endémicas, destacándose los anfibios con 50 especies endémicas, lo que resalta la singularidad biológica y el alto valor de conservación del territorio.

En el caso de los reptiles, se reportan 12 especies endémicas. Los géneros más representativos corresponden a *Atractus* (Familia Colubridae) y *Anolis* (Familia Dactyloidae), ambos del orden Squamata. El género *Atractus* está conformado por serpientes no venenosas conocidas comúnmente como culebras tierreras. Por su parte, se registran cinco especies del género *Anolis*, todas endémicas de Colombia, probablemente adaptadas a condiciones específicas de páramo y bosque altoandino.

En cuanto a la avifauna, se identifican 8 especies endémicas y 12 especies en alguna categoría de amenaza. Entre las especies más representativas se destacan el colibrí de páramo (*Oxypogon stuebelii*), la guacharaca colombiana (*Ortalis columbiana*), el cacique candela (*Hypopyrrhus pyrohypogaster*) y la perdiz colorada (*Odontophorus hyperythrus*), cuya presencia se asocia al complejo de páramos de Sonsón. Asimismo, no se descarta la posible ocurrencia del loro orejiamarillo (*Ognorhynchus icterotis*) y del loro de páramo (*Leptosittaca branickii*) en sectores aún inexplorados del bosque altoandino. Es importante resaltar que el cacique candela es endémico de la cordillera Central de Colombia y presenta poblaciones localmente abundantes en sectores del norte andino.

Para los mamíferos, se registran 8 especies endémicas y 12 especies categorizadas en algún nivel de amenaza según la UICN. La mastofauna del área está dominada por roedores (Orden Rodentia), entre los cuales sobresalen *Handleyomys intectus*, *Nephelomys childi*, *Nephelomys pectoralis* y *Rhipidomys caucensis*. También se destacan el marsupial *Marmosops cauae*, la posible presencia de la musaraña *Cryptotis colombianus*, y la confirmación de *Puma concolor* en el territorio. Adicionalmente, comunidades locales reportan la posible presencia del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), aunque este registro aún no ha sido verificado técnicamente.

En la Figura 54 se presenta el número de especies por clase taxonómica para los grupos registrados en el DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón.

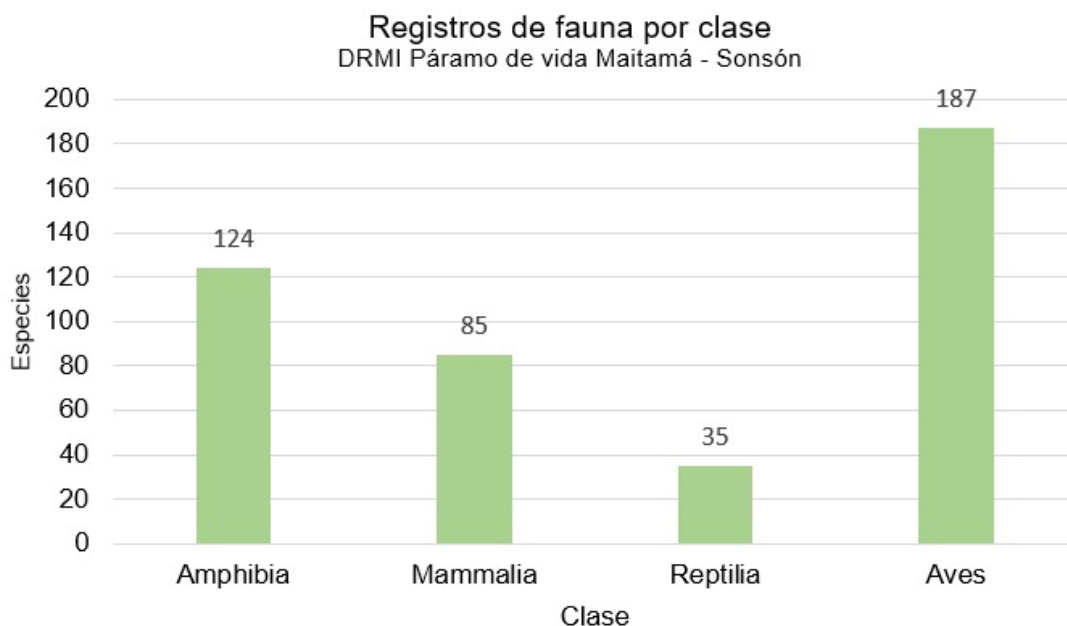


Figura 54. Registros de fauna por clase para el DRMI Páramo de vida Maitamá – Sonsón.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.1.3. RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo

En la Reserva Forestal Protectora Regional Cañones del río Melcocho y Santo Domingo se presentan múltiples registros de fauna, con un total de 292 especies agrupadas en cuatro clases, donde la avifauna constituye el componente dominante. Los registros por clase muestran un predominio de las aves con 207 especies, lo que concentra la mayor parte de la riqueza y una alta disponibilidad de hábitats y recursos a lo largo del ambiental de la reserva. En contraste, los mamíferos alcanzan 31 especies, mientras que anfibios y reptiles

presentan valores similares y también relevantes, con 29 y 25 especies respectivamente (ver Figura 55).

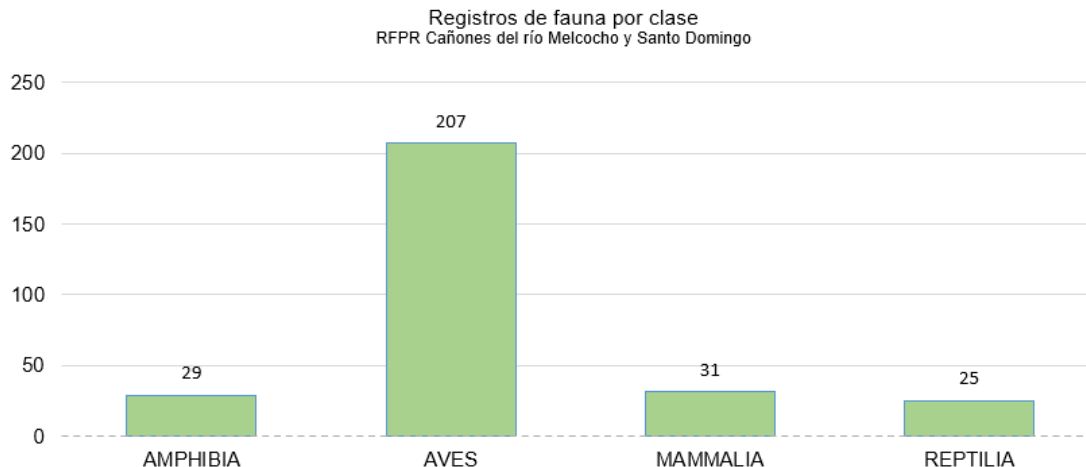


Figura 55. Registros de fauna por clase para RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

Al desagregar los registros por familias, la Figura 56 muestra que dentro de las aves existe una alta diversificación taxonómica, con varias familias que aportan un número importante de especies y, a su vez, un conjunto amplio de familias representadas por pocos registros. Destaca de manera sobresaliente la familia *Thamnophilidae* como una de las más ricas, seguida por *Tyrannidae*, y luego por familias como *Trochilidae* y *Thraupidae*, entre otras.

En mamíferos, aunque la riqueza es menor que en aves, la composición por familias refleja una estructura ecológicamente relevante. Destaca la presencia de murciélagos, lo que sugiere disponibilidad de refugios y recursos alimenticios como insectos y frutos. También se registran roedores asociados a la estructura del sotobosque y a la disponibilidad de semillas, así como pequeños carnívoros que indican la presencia de redes tróficas funcionales. Adicionalmente, se observan especies generalistas vinculadas a bordes y bosques secundarios, lo que refleja la heterogeneidad del paisaje y la coexistencia de diferentes estados sucesionales dentro y alrededor del área protegida.

En la herpetofauna, los anfibios presentan mayor riqueza que los reptiles, lo cual es consistente con ambientes húmedos de montaña caracterizados por la presencia de quebradas y microhábitats con alta humedad. A nivel de familias destaca la representación de ranas y sapos como el grupo más diverso, acompañados por otras familias asociadas a ambientes ribereños y bosques húmedos. Este patrón sugiere la coexistencia de especies

vinculadas a sotobosques húmedos y cursos de agua, algunas propias de bosques bien conservados y otras con mayor tolerancia a distintos niveles de intervención, pero dependientes de condiciones microclimáticas húmedas.

En reptiles, la diversidad por familias muestra una presencia importante de Colubridae y Dipsadidae (serpientes), junto con familias de lagartijas como Dactyloidae, Teiidae y Gymnophthalmidae, lo que evidencia un conjunto relativamente completo de gremios asociados a bosque, bordes, áreas riparias y sectores con mayor cantidad de radiación solar. La ocurrencia de Viperidae (Víboras) indica además la presencia de microhábitats adecuados para especies que suelen requerir cobertura y condiciones térmicas específicas.

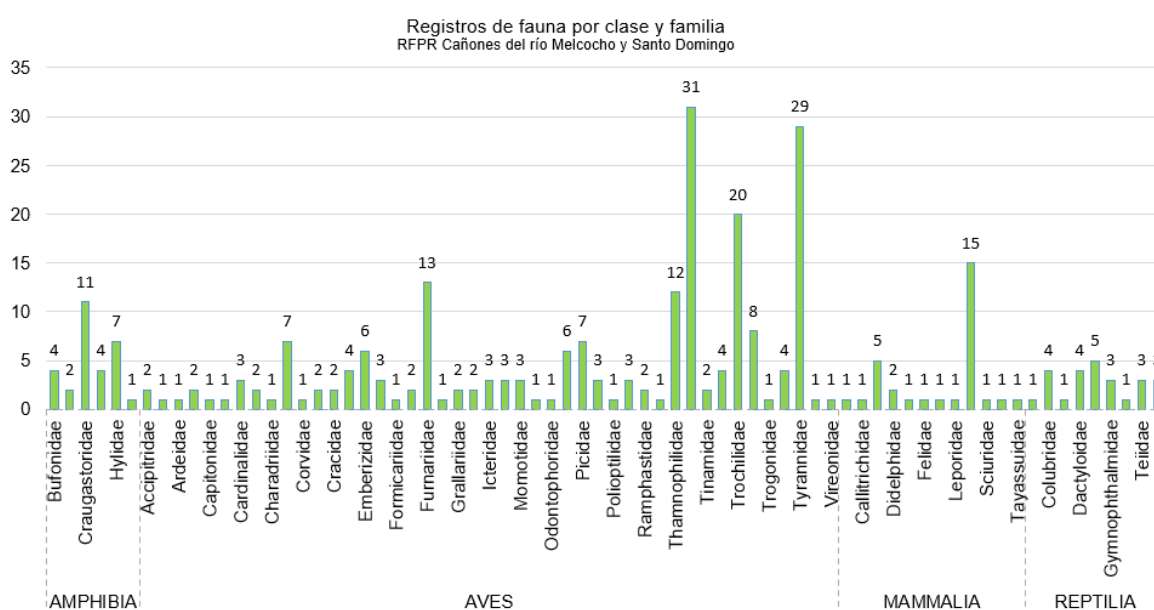


Figura 56. Registros de fauna por clase y familia para RFPR Cañones del río Melcocho y Santo Domingo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.1.4. RFPR Tarcará

El componente de fauna de la Reserva Forestal Protectora Regional Tarcará evidencia una estructura biológica distinta a la observada en otras reservas andinas, con una marcada dominancia de mamíferos dentro del conjunto de registros consolidados. De acuerdo con la Figura 57, los mamíferos representan el grupo con mayor número de registros (17 especies), seguidos por aves (4 especies) y finalmente anfibios y reptiles (1 especie registrada). Esta distribución no necesariamente refleja la riqueza real del área, sino la intensidad diferencial de registro y las condiciones de muestreo, pero sí permite identificar tendencias ecológicas importantes.

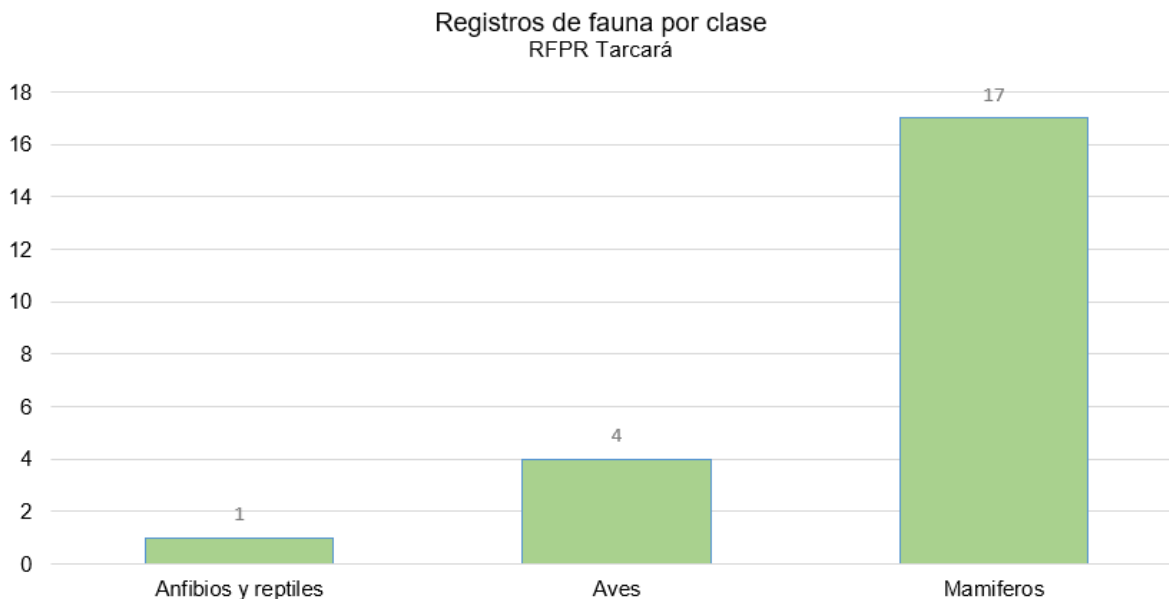


Figura 57. Registros de fauna por clase para RFPR Tarcará.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

En el caso de los mamíferos, la Figura 58 muestra una representación amplia y relativamente homogénea, con predominio de Procyonidae (3 especies) y presencia de familias como Dasypodidae y Didelphidae (2 especies cada una). El resto de las familias están representadas por una sola especie, lo que indica una comunidad diversificada, pero con baja redundancia taxonómica por familia.

La composición mastofaunística incluye especies de distintos niveles tróficos y hábitos ecológicos, herbívoros como *Mazama rufina*; frugívoros y dispersores de semillas como *Agouti taczanowski*; omnívoros arborícolas y terrestres como *Nasua nasua*, *Nasuella olivacea* y *Potos flavus*; insectívoros y pequeños roedores como *Microryzomys sp.*; así como depredadores de nivel trófico superior como *Leopardus tigrinus*. Debido a esta configuración se infiere que, a pesar de los procesos de fragmentación mencionados en el PMA, el área aún mantiene una estructura funcional capaz de sostener cadenas tróficas relativamente completas.

En cuanto a la avifauna, aunque el consolidado muestra menor número de especies en comparación con los mamíferos, la información del PMA indica que el orden Passeriformes es el más representativo, con predominio de Thraupidae y Tyrannidae. La alta proporción de insectívoros (27%) y frugívoro-insectívoros (20%) revela una comunidad asociada a bosques altoandinos con disponibilidad constante de insectos y recursos vegetales.

Para los anfibios y reptiles, hay una especie registrada (*Pristimantis w-nigrum*), lo cual puede estar asociado a limitaciones de detección más que ausencia ecológica. Esta especie es característica de ambientes andinos y presenta tolerancia a cierto grado de perturbación, lo cual podría indicar que los remanentes boscosos aún mantienen condiciones microclimáticas adecuadas, aunque posiblemente reducidas en extensión o continuidad.

En términos generales, la gráfica evidencia que la RFPR Tárcara conserva una mastofauna relativamente diversa, mientras que la avifauna muestra una composición asociada a ecosistemas andinos con cierto grado de intervención. En un contexto regional marcado por fragmentación y presión antrópica, la presencia de especies vulnerables y de importancia ecológica convierte a esta reserva en un núcleo estratégico de conservación dentro del departamento de Caldas, especialmente para la conectividad de bosques altoandinos.

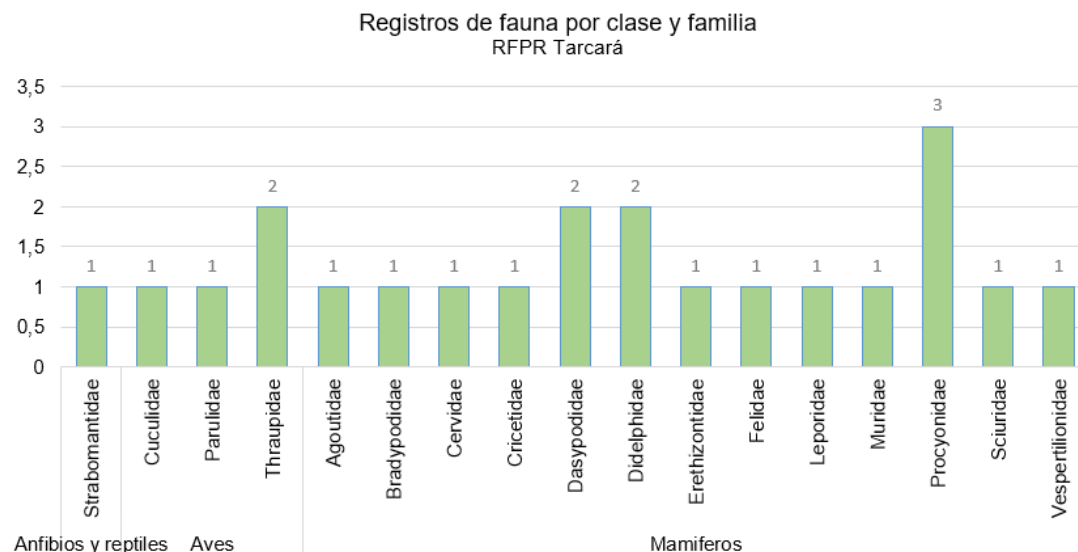


Figura 58. Registros de fauna por clase y familia para RFPR Tárcara.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.1.5. RFPR El Popal

En la RFPR El Popal los registros de fauna muestran una riqueza moderada y una composición dominada por aves, con 29 especies, seguidas por mamíferos con 10 especies, mientras que los herpetos (anfibios y reptiles en conjunto) y la ictiofauna presentan 7 especies cada uno (ver Figura 59). Este patrón evidencia que, a escala de inventario, la reserva conserva una comunidad faunística representativa de ambientes andinos intervenidos y en transición, donde la avifauna responde con mayor riqueza por su

capacidad de ocupar bordes, fragmentos de bosque y matrices productivas cercanas, y donde los grupos de mayor tamaño tienden a presentar señales de reducción, tal como se advierte en el PMA al señalar que la caza y la deforestación acelerada han llevado a la desaparición local o a la disminución de especies grandes.

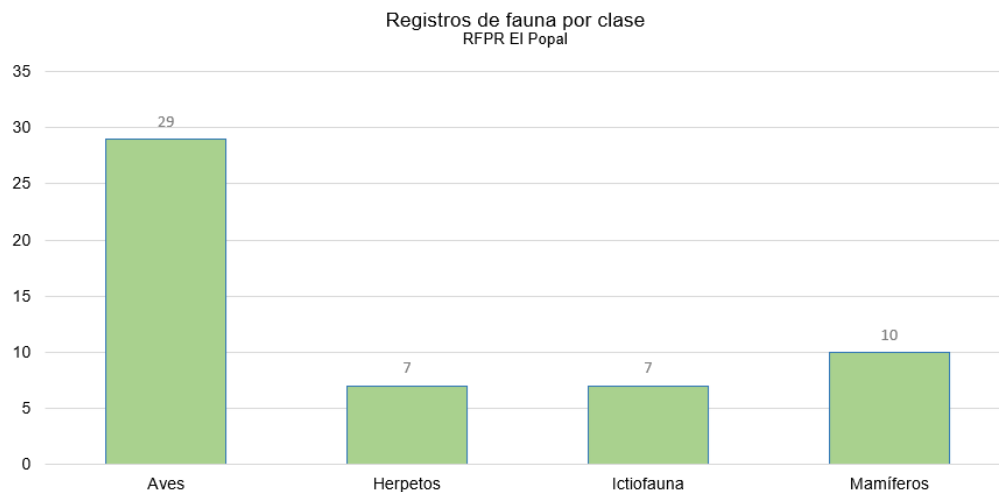


Figura 59. Registros de fauna por clase para RFPR El Popal.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

En aves se observa un ensamblaje dominado por familias asociadas a bosques y bordes, con mayor representación de Furnariidae y varias familias con pocas especies (ver Figura 60). La presencia de colibríes, atrapamoscas, tangaras y otros grupos sugiere disponibilidad de recursos tróficos diversos como insectos, frutos y néctar, lo que resalta el papel de la vegetación en procesos ecológicos como la polinización y el control de artrópodos. En particular, los colibríes cumplen una función clave como polinizadores, favoreciendo la regeneración vegetal. Asimismo, la presencia de rapaces y carroñeros indica que, a pesar de las presiones sobre el sistema, aún se mantienen componentes funcionales de la red trófica.

En mamíferos predominan especies pequeñas y medianas con alta tolerancia a paisajes transformados, como marsupiales, roedores y algunos omnívoros. Este patrón coincide con el diagnóstico del PMA, que señala un mayor impacto sobre especies de gran tamaño, más sensibles a la pérdida de hábitat y a la presión humana. En este contexto, el venado adquiere especial relevancia: aunque no fue observado directamente, su reporte por parte de la comunidad sugiere persistencia local y refuerza el papel de la reserva como refugio. Su presencia potencial también puede indicar condiciones de hábitat y conectividad suficientes para sostener otras especies de niveles tróficos superiores, por lo que se recomienda mantener su seguimiento espacial y temporal.

Para herpetos, se registran 7 especies distribuidas en familias típicas de ambientes húmedos y de transición, con registros de ranas (Eleutherodactylidae) y serpientes (Colubridae y Dipsadidae), además de una lagartija (Sphaerodactylidae). Aunque el número total es bajo frente a aves, su presencia aporta información importante sobre disponibilidad de microhábitats, humedad y cobertura, y suele ser sensible a cambios en el manejo del paisaje como la compactación de suelos, pérdida de hojarasca y alteración de quebradas.

En síntesis, la Figura 59 y Figura 60 evidencian que la RFPR El Popal conserva una comunidad faunística donde la avifauna representa el grupo más diverso y funcionalmente relevante, mientras que los mamíferos están dominados por especies pequeñas y medianas, destacándose el venado como elemento de alto valor de conservación. Los herpetos indican condiciones aún favorables en microhábitats húmedos y la ictiofauna constituye un componente clave para evaluar el estado ecológico de las quebradas, especialmente por la interacción entre peces nativos y la trucha introducida.

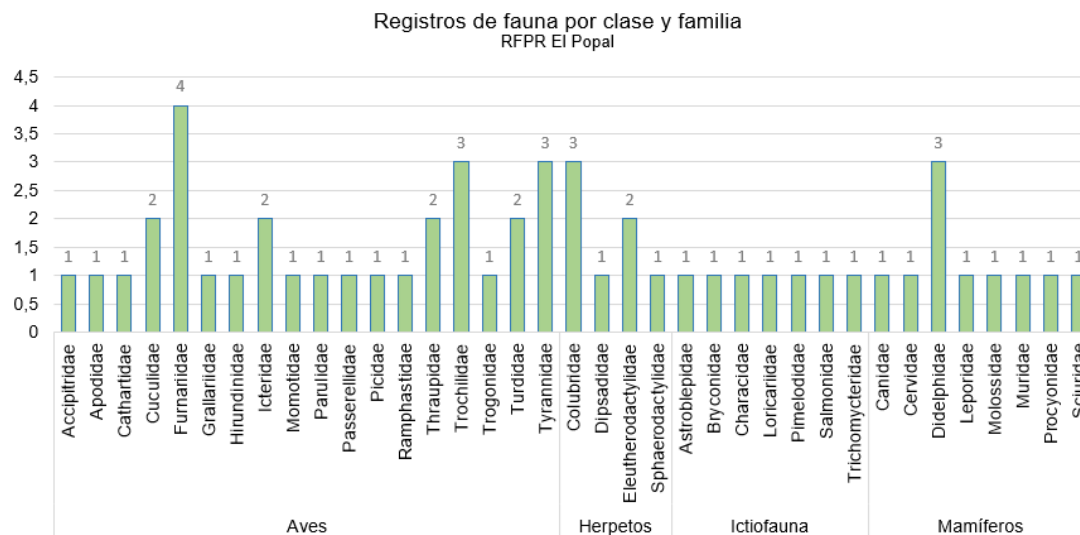


Figura 60. Registros de fauna por clase y familia para RFPR El Popal.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.2. Flora

Para el componente flora, se presentan a continuación los resultados derivados de la revisión y análisis de la caracterización biótica del complejo realizada en el año 2015 (IAvH & Instituto biología UdeA), así como los estudios de las diferentes áreas protegidas localizadas al interior del área de influencia.

4.2.2.1. Complejo de Páramos Páramo de Sonsón

La información de flora recopilada para el complejo fue registrada para cuatro sitios ubicados en el departamento de Antioquia y uno en el departamento de Caldas. Los sitios muestreados corresponden al cerro La Vieja, cerro Las Palomas, el Alto de Chaverras, Cerro Norí y Valle Alto. En total se registraron un total de 4.411 individuos siendo el cerro las Palomas el que mayor número de registros presento con un valor de 1.195, seguido de cerro Norí con 977, cerro la Vieja con 894, Alto de Chaverras con 772 y por último Valle Alto en el departamento de Caldas con 573 registros. En la Tabla 22 se pueden observar el número de especies, géneros y familias para cada uno de los sitios del CPS.

Tabla 22. Número de registros, especies, géneros y familias de la flora del CPS en cinco localidades.

LOCALIDAD	REGISTROS	ESPECIES	GÉNEROS	FAMILIAS
Alto de Chaverras	772	100	69	42
Cerro Norí	977	106	73	46
Cerro la Vieja	894	127	91	49
Cerro las Palomas	1.195	122	76	44
Valle Alto	573	82	62	36

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información IAvH & Instituto biología UdeA (2015).

En relación con la diversidad de especies vegetales, el cerro La Vieja presentó los valores más altos de riqueza, mientras que Valle Alto registró los menores. De manera consistente, los estimadores de riqueza para el CPS evidencian que La Vieja es el sitio con mayor número de especies, seguido por Las Palomas, Norí y Alto de Chaverras; por su parte, Valle Alto presentó la menor riqueza específica. En términos generales, los cinco sitios evaluados dentro del CPS muestran una alta diversidad florística, resultado que se encuentra respaldado por los valores obtenidos en los índices de diversidad de Shannon y Simpson.

Las especies en general que se identifican con mayor importancia ecológica son *Quercus humboldtii* y *Hedyosmum goudotianum*. En los arbustales especies como *Clusia thurifera*, *Guzmania danielii*, *Guzmania squarrosa* y *Weinmannia elliptica* se identifican como las de mayor importancia. Para el caso de los Herbazales las especies *Gaiadendron punctatum*, *Cortaderia hapalotricha* y *Diplostephium rosmarinifolius* resultan ser los más representativos, resaltando que el género *Espeletia* no aparece incluido porque, aunque es representativo dentro de los ecosistemas de páramo, solo se reporta para los Herbazales de Las Palomas y no en los otros sitios considerados en la caracterización del CPS. Aquellos herbazales que no cuentan con la presencia de la familia *Espeletia*, presentan dominancia de familias como *Cyperaceae* y *Poaceae* especialmente de géneros como *Bulbostylis* y *Cortaderia*.

Respecto a las especies raras, en los sitios evaluados del CPS se registró un único individuo de cada especie en todo el complejo, estas corresponden a: *Anthurium salgarensense*, *Axinaea cf macrophylla*, *Axinaea cf pennellii*, *Berberis cf verticillata*, *Besleria reticulata*, *Blakea sp*, *Blechnum lechleri*, *Blechnum werckleanum*, *Castilleja fissifolia*, *Cavendishia aff guatapeensis*, *Cavendishia guatapeensis*, *Clusia cuneifolia*, *Columnnea sp*, *Cordia acuta*, *Cyathea caracasana*, *Cyathea delgadii*, *Cyathea suprastrigosa*, *Cybianthus humilis*, *Dendrophthora virgata*, *Diplostegium bicolor*, *Drymonia cf crassa*, *Espeletia sp*, *Eugenia byssacea*, *Faramea flavicans*, *Freziera sessiliflora*, *Geissanthus sp2*, *Geonoma orbignyana*, *Ilex aff. Laurina*, *Ilex sp3*, *Jamesonia verticalis*, *Jungia ferruginea*, *Miconia cf. Velutina*, *Miconia psychrophila*, *Miconia sp.11*, *Ocotea macropoda*, *Pentacalia aff vaccinioides*, *Phlegmariurus brongniartii*, *Piper sp*, *Racinaea michelii*, *Rubus aff nubigenus*, *Rubus bogotensis*, *Rubus robustus*, *Rumex acetosella*, *Sapium stylare*, *Saurauia stapfiana*, *Schefflera quinduensis*, *Senecio formosanus*, *Solanum sp2*, *Themistoclesia aff mucronata*, *Thibaudia floribunda*, *Uncinia subsacculata*.

En general se destaca que los sitios del CPS considerados, muestran coberturas vegetales fisionómicamente acordes con lo descrito a las características de los páramos (IAvH & Instituto biología UdeA, 2015), debido a la composición de especies, ausencia de un estrato arbóreo y la presencia de especies indicadoras de páramo con algunos géneros de *Espeletia*, *Paepalanthus*, *Cortaderia*, *Calamagrostis* y *Bomarea*. Para el caso de Valle Alto se hace notar que, es una localidad particularmente diferente a las demás áreas del CPS consideradas, en cuanto a la composición de especies de plantas, la cual se asemeja más a la del complejo Nevado del Ruíz. Por último, se destaca que el CPS presenta altos índices de diversidad, aunque estos disminuyen en los sitios con mayor nivel de perturbación antrópica (IAvH & Instituto biología UdeA, 2015).

4.2.2.2. DRMI Páramo de Vida Maitamá – Sonsón

De acuerdo con los Planes de Manejo Ambiental del DRMI Páramo de Vida Maitamá– Sonsón, se han registrado 96 especies de plantas, cuya riqueza está asociada al gradiente altitudinal que integra bosque premontano, bosque altoandino y ecosistemas de páramo, generando alta heterogeneidad ecológica. A nivel taxonómico destacan familias como Orchidaceae, Asteraceae y Melastomataceae, típicas de ecosistemas montanos húmedos. La presencia de numerosas orquídeas epífitas refleja condiciones de alta humedad y bosques estructuralmente complejos. En el páramo sobresalen los frailejones del género *Espeletia*, incluyendo *Espeletia restricta*, especie en Peligro Crítico y de alta prioridad de conservación. También se registran especies de interés como *Puya ochroleuca*, endémica y rara en la región, así como *Magnolia espinalii* y la palma de cera, especies asociadas al bosque altoandino y vulnerables a la pérdida de hábitat. En conjunto, la vegetación del

complejo refleja una alta diversidad florística y endemismo, favorecida por la amplia transición altitudinal entre bosque altoandino y páramo en la Cordillera Central.

En la Figura 61, se presentan las especies por familia botánica registradas en el Plan de Manejo Ambiental del DRMI.

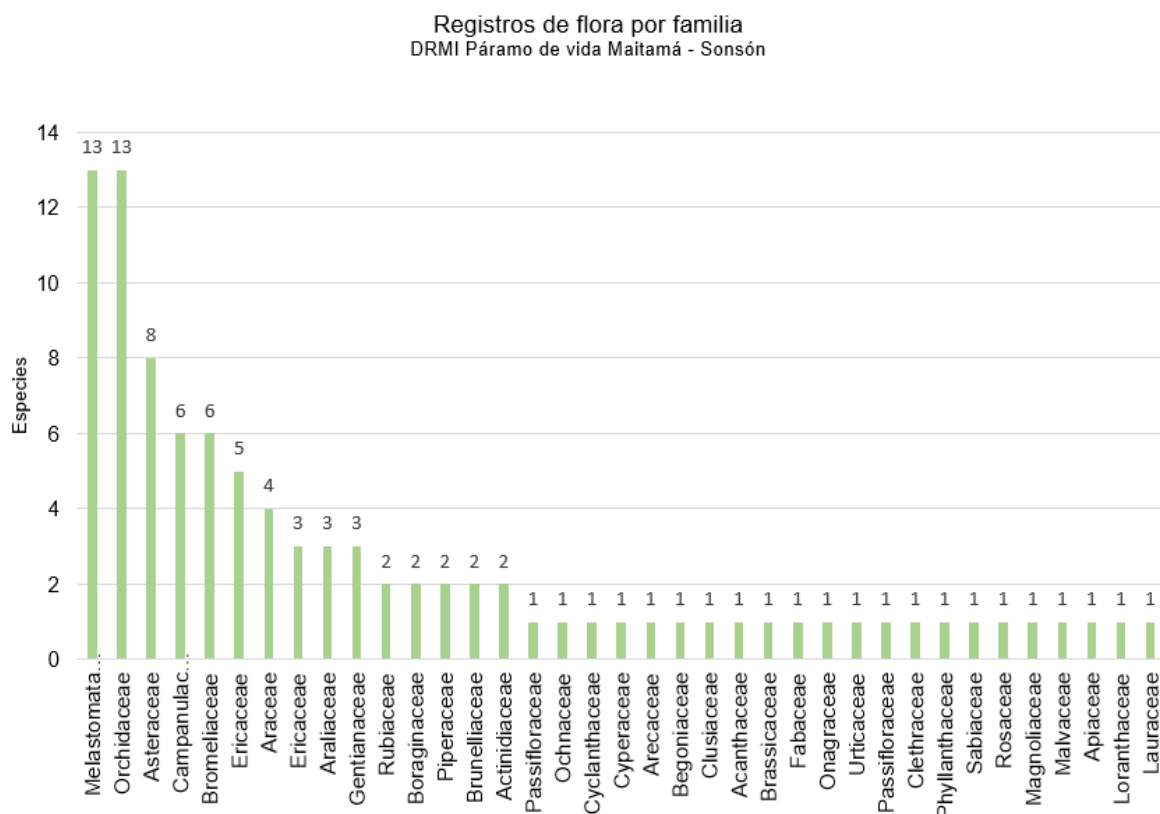


Figura 61. Registros de flora por familia DRMI Maitamá – Sonsón.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

3.2.2.3. RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo

Para el componente de flora de la RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo, se integran los registros y listados consignados en el Plan de Manejo Ambiental y en las recopilaciones complementarias de información secundaria, con el fin de caracterizar la composición florística y resaltar los grupos y taxones de mayor relevancia para la conservación dentro del área protegida.

La composición taxonómica evidencia una flora heterogénea con predominio de algunas familias con mayor número de registros. Destacan principalmente Rosaceae y

Melastomataceae, seguidas por Arecaceae, Lauraceae y Araceae, mientras que otras familias como Fabaceae, Orchidaceae y Polypodiaceae presentan menor representación (ver Figura 62). Esta distribución refleja la presencia de elementos característicos de bosques húmedos montanos, donde coexisten formas de vida arbóreas, arbustivas, lianas, palmas y helechos, junto con epífitas como orquídeas y bromelias. Este patrón se relaciona con el gradiente altitudinal de la reserva (aprox. 1.200 – 2.700 m.s.n.m.) y la diversidad de comunidades vegetales descritas en el PMA.

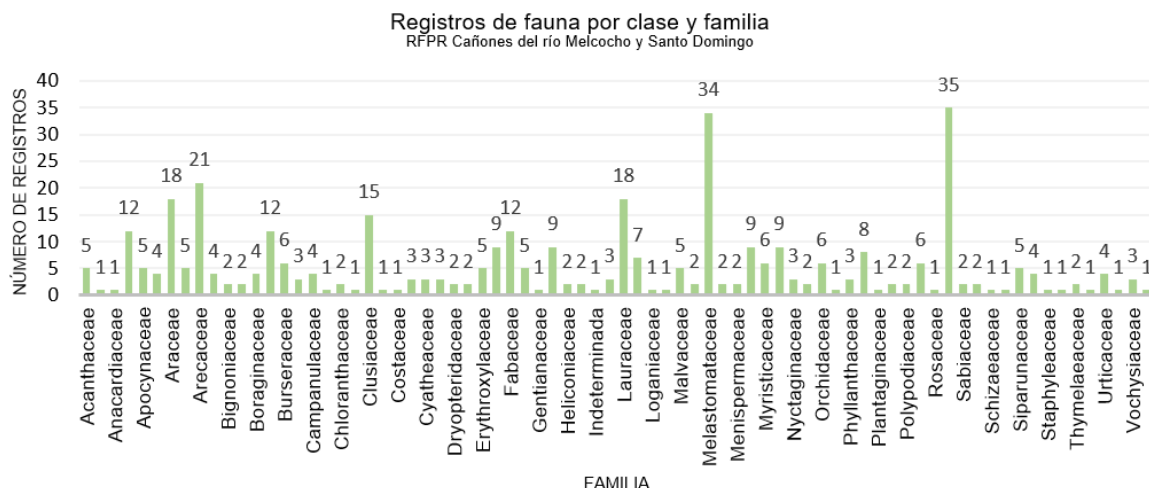


Figura 62. Registros de flora por clase y familia RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

La Figura 63 evidencia una alta diversidad estructural por género, con un número importante de registros en categorías indeterminadas, lo que refleja la complejidad florística del área y la necesidad de profundizar en determinaciones taxonómicas. Entre los géneros más representativos destacan *Aphelandra*, *Psychotria*, *Palicourea*, *Piper* y *Pleurothyrium*, así como *Guatteria*, *Ficus*, *Geonoma*, *Klarobelia* y *Cinchona*. En conjunto, estos géneros indican la presencia de componentes del sotobosque, estratos medios y arbóreos, asociados a condiciones de alta humedad propias de bosques montanos. De acuerdo con el PMA, la reserva no presenta un género dominante, sino una mezcla diversa de especies, con fuerte representación de familias como *Rubiaceae*, *Melastomataceae*, *Arecaceae* y *Clusiaceae*, que cumplen funciones ecológicas clave relacionadas con la provisión de alimento para fauna, la polinización y el mantenimiento de la estructura del bosque.

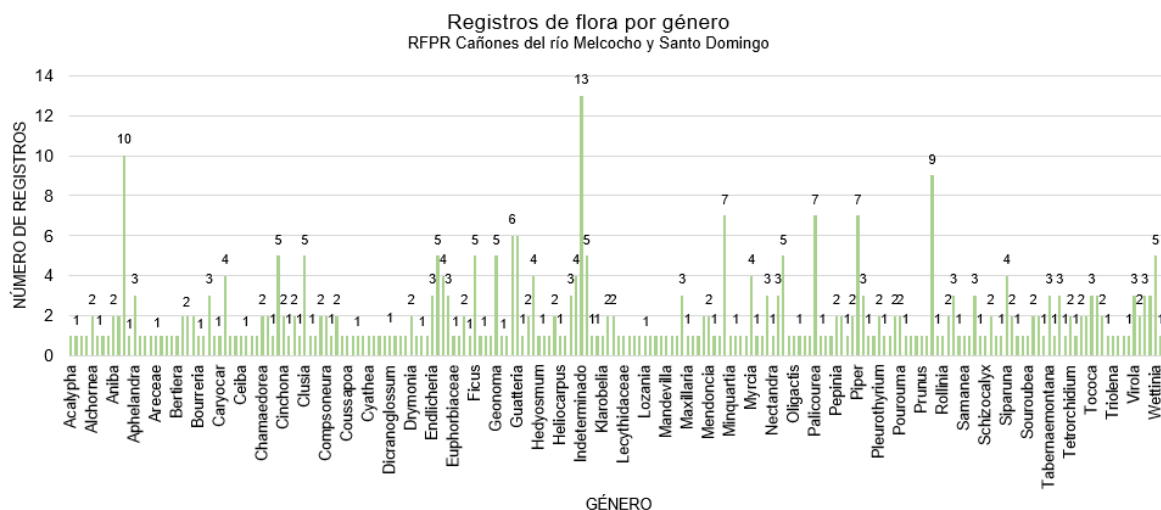


Figura 63. Registros de flora por género RFPR Cañones de los ríos Melcocho y Santo Domingo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.2.4. RFPR Tarcará

Para la Reserva Forestal Protectora Regional Tarcará, el análisis del componente florístico evidencia una composición vegetal característica de bosques andinos y altoandinos húmedos, con una estructura donde predominan ciertas familias que definen la identidad ecológica del área. De acuerdo con los registros consolidados y lo observado en la Figura 64, la familia Melastomataceae, grupo que incluye arbustos y pequeños árboles muy comunes en zonas de montaña, presenta la mayor representación. Le siguen Winteraceae, familia a la que pertenece el “canelo de páramo”, y Betulaceae, grupo que incluye al aliso andino, árbol ampliamente conocido en zonas frías. Por su parte, Cunoniaceae, Clusiaceae y Rosaceae mantienen una participación intermedia y aportan diversidad estructural al bosque. A continuación, en la Figura 55 se encuentran los registros de especie por familia.

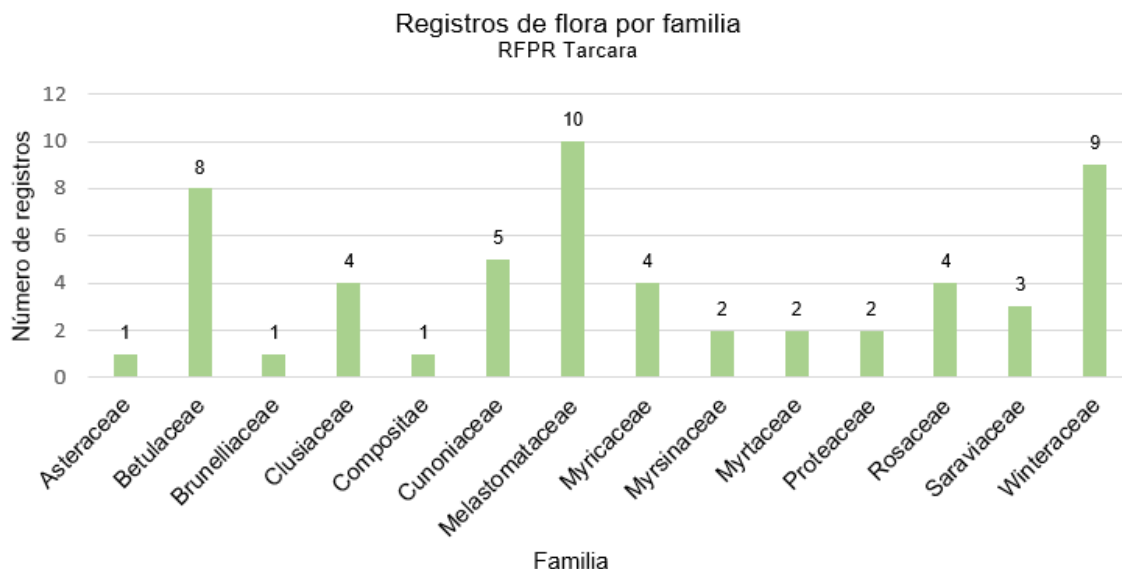


Figura 64. Registros de flora por familia RFPR Tarcará.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

La alta frecuencia de Melastomataceae, especialmente de géneros como *Miconia* y *Tibouchina*, sugiere la presencia de sectores en dinámica sucesional activa, asociados a claros y bordes de bosque donde estas especies colonizan rápidamente y aportan frutos para aves frugívoras. Paralelamente, la presencia de especies como el canelo andino indica condiciones de alta humedad propias de bosques montanos bien conservados. La recurrencia del aliso andino refleja áreas con influencia hídrica o antecedentes de intervención, donde esta especie contribuye a mejorar la fertilidad del suelo. Asimismo, la presencia de encenillo sugiere sectores con mayor grado de conservación propios del bosque altoandino. En conjunto, la coexistencia de estas especies evidencia un sistema heterogéneo donde convergen especies pioneras, secundarias y propias de bosques más maduros, lo que favorece la diversidad estructural del bosque y la disponibilidad de hábitats para diferentes grupos de fauna.

En la Figura 65 se representan los registros de flora por género registrados en el Plan de Manejo Ambiental de la RFPR Tarcará.

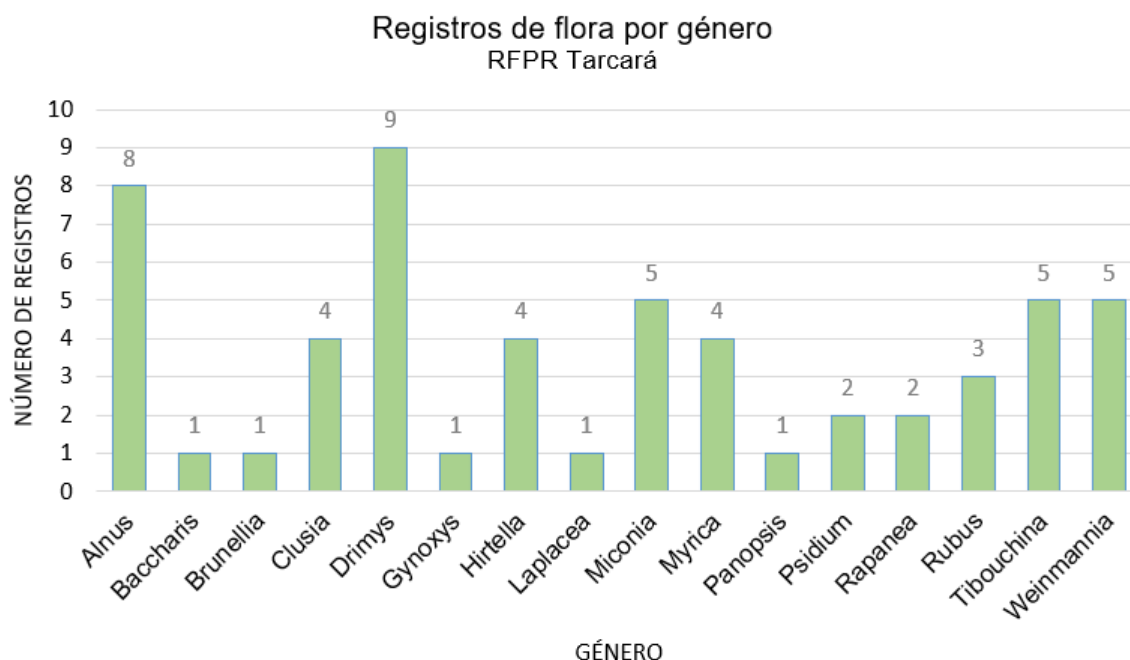


Figura 65. Registros de flora por género RFPR Tarcará.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.2.5. RFPR El Popal

Para la Reserva Forestal Protectora Regional El Popal, el análisis del componente florístico evidencia una composición vegetal característica de bosques húmedos montanos con una estructura diversa y relativamente equilibrada entre familias y géneros. A partir de los registros consolidados y de las gráficas por familia y género, no se observa una dominancia marcada de un solo grupo taxonómico. Por el contrario, la diversidad se distribuye de manera homogénea entre varias familias.

Entre las familias con mayor representación se encuentran Proteaceae, Theaceae, Cunoniaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Myrtaceae y Rubiaceae, acompañadas por otros grupos como Euphorbiaceae, Cyatheaceae, Araliaceae y Chrysobalanaceae (ver Figura 66). La presencia de especies como *Weinmannia tomentosa* (encenillo), *Freziera sericea*, *Laplacea symploicoides* (cariseol/ quimula), *Rapanea ferruginea* (espadero) y *Miconia chorcocarpa* (niguito) es indicativa de condiciones propias de bosque húmedo montano bajo, con sectores en transición hacia bosque altoandino. Estas especies suelen asociarse a ambientes con alta humedad atmosférica, suelos bien drenados y procesos sucesionales activos.

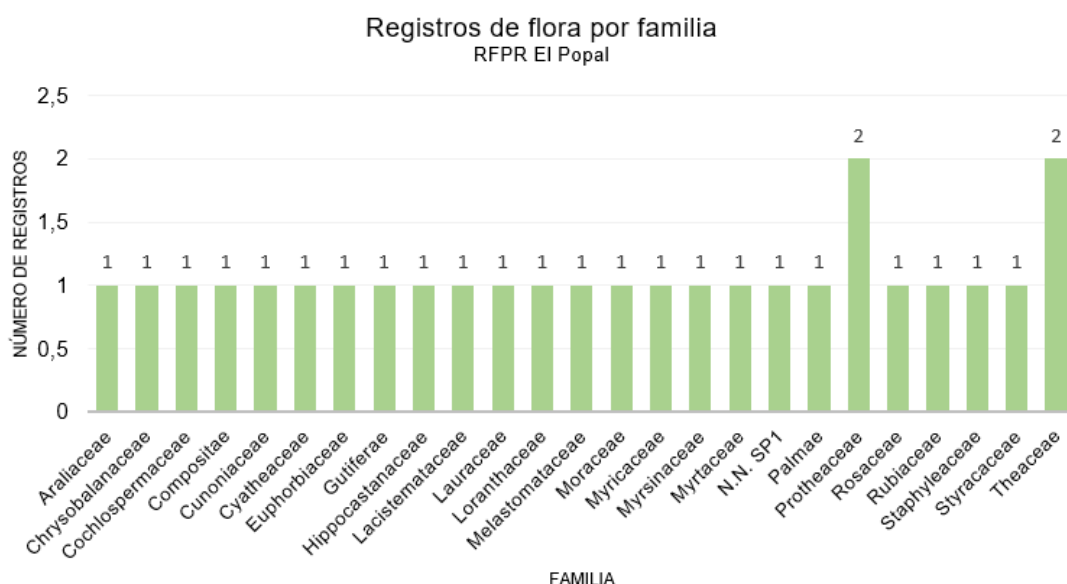


Figura 66. Registros de flora por familia RFPR El Popal.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

El registro de *Cyathea arborea* es relevante porque los helechos arborescentes se asocian a bosques de neblina y requieren microclimas húmedos y cobertura arbórea continua, por lo que su presencia sugiere sectores con buena integridad estructural del bosque. Asimismo, la presencia de palmas y especies de *Myrica* y *Licaria* indica ambientes húmedos con estratos arbóreos diferenciados. A nivel de género destacan *Freziera*, *Laplacea*, *Miconia*, *Weinmannia* y *Turpinia*, lo que refleja una mezcla de especies propias de bosques secundarios avanzados y de bosque maduro. En conjunto, la composición florística de la RFPR El Popal evidencia un bosque con distintos estados sucesionales que favorecen la diversidad de hábitats, la regulación hídrica y procesos ecológicos importantes como la polinización, la dispersión de semillas y la captura de carbono.

En la Figura 67 se representan los registros de flora por género registrados en el Plan de Manejo Ambiental de la RFPR El Popal.

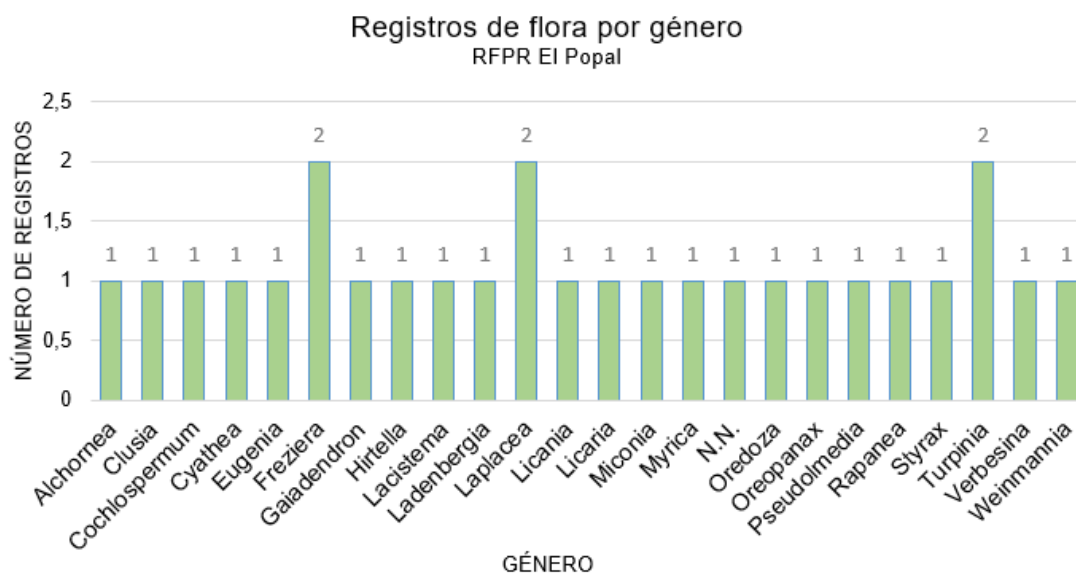


Figura 67. Registros de flora por género RFPR El Popal.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información PMA.

4.2.3 Biomas

En el área de influencia se identifican varios biomas de acuerdo con la clasificación del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), los cuales corresponden principalmente a orobiomas del zonobioma húmedo tropical, característicos de ambientes montañosos donde no existe déficit hídrico que limite el desarrollo de la vegetación. Estos biomas fueron delimitados con base en el marco conceptual de Walter (1980), la clasificación climática de Caldas y Lang del IDEAM y la información geopedológica del IGAC, en el contexto del Mapa de Ecosistemas Continentales (MEC) escala 1:100.000.

Dentro del área de influencia predomina ampliamente el orobioma andino de la Cordillera Central, que representa el 88,83% (79.333,45 ha) del total del área analizada (ver Figura 68 y Tabla 23). Este bioma corresponde a la franja altitudinal entre los 1.800 y 2.800 m s.n.m., asociada al piso climático frío y a condiciones de humedad húmedas a superhúmedas, lo que favorece el desarrollo de bosques andinos densos con alta diversidad florística y faunística, además de cumplir funciones ecológicas fundamentales relacionadas con la regulación hídrica, la protección de suelos y la conectividad ecológica regional.

En menor proporción se encuentra el orobioma de páramo de la Cordillera Central, con una participación del 5,44% (4.859,24 ha), localizado por encima de los 2.800 m s.n.m. y caracterizado por condiciones climáticas muy frías y alta humedad. Este bioma posee importancia ambiental debido a su papel estratégico en la regulación hídrica, el almacenamiento de agua y carbono en sus suelos orgánicos, así como por albergar comunidades vegetales altamente especializadas.

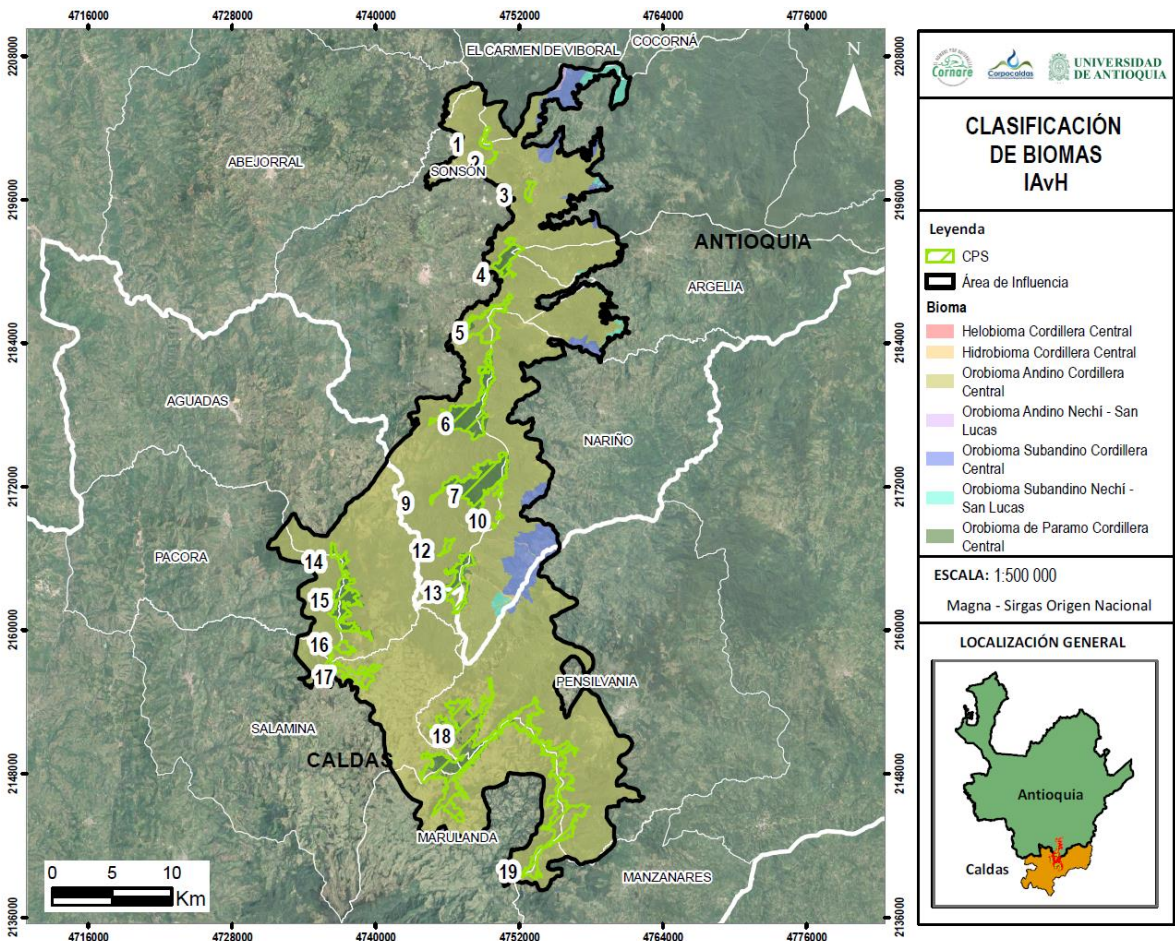


Figura 68. Clasificación de biomas en el CPS y su área de influencia.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

Tabla 23. Clasificación de biomas en el CPS y su área de influencia.

BIOMA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE INFLUENCIA		
Orobioma Andino Cordillera Central	79.333,45	88,83%
Orobioma de Paramo Cordillera Central	4.859,24	5,44%
Orobioma Subandino Nechí - San Lucas	1.071,81	1,20%

BIOMA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Orobioma Subandino Cordillera Central	3.653,21	4,09%
Orobioma Andino Nechí - San Lucas	107,07	0,12%
Helobioma Cordillera Central	17,19	0,02%
Hidrobioma Cordillera Central	264,99	0,30%
Total	89.306,96	100,00%
COMPLEJO DE PARAMOS SONSON		
Orobioma Andino Cordillera Central	5.257,64	57,28%
Orobioma de Paramo Cordillera Central	3.921,99	42,72%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

También se identifican áreas correspondientes al orobioma subandino de la Cordillera Central, que ocupa el 4,09% (3.653,21 ha) del área de influencia, así como sectores del orobioma subandino Nechí–San Lucas con el 1,20% (1.071,81 ha). Estos biomas se desarrollan en la franja altitudinal entre los 800 y 1.800 m s.n.m., bajo condiciones climáticas templadas y húmedas, constituyendo zonas de transición ecológica entre los bosques cálidos y los bosques andinos, con alta diversidad biológica y relevancia en procesos de conectividad ecosistémica.

De manera complementaria, aunque con menor representación espacial, se identifican sectores del orobioma andino Nechí–San Lucas (0,12%), así como pequeñas áreas asociadas a helobiomas (0,02%) e hidrobiomas (0,30%) de la Cordillera Central. Estos últimos corresponden a zonas con condiciones particulares de saturación hídrica, encharcamientos temporales o permanentes y presencia de cuerpos de agua continentales, que cumplen funciones ecológicas relevantes en la regulación hidrológica, el mantenimiento de hábitats especializados y el soporte de la biodiversidad acuática.

En conjunto, la distribución de los biomas en el área de influencia evidencia el predominio de ambientes montañosos húmedos propios de la Cordillera Central, con presencia secundaria de ecosistemas altoandinos y subandinos, y una participación puntual de sistemas asociados a condiciones edáficas e hídricas específicas, configurando un mosaico ecológico característico de paisajes andinos con alta importancia ambiental y funcional a escala regional.

En el CPS se identifican dos biomas principales, distribuidos de manera heterogénea entre los diferentes polígonos que lo conforman (ver Figura 69). Predomina el orobioma andino de la Cordillera Central, con una extensión de 5.257,64 ha (57,28 %), asociado a la franja de bosques altoandinos ubicada aproximadamente entre los 1.800 y 2.800 m s.n.m. Este bioma predomina en los polígonos 1, 3 y 5, localizados en el departamento de Antioquia,

así como en los polígonos 17, 18 y 19, ubicados en el departamento de Caldas. Entre estos, destaca el polígono 18, localizado en el municipio de Pensilvania, por concentrar la mayor superficie del complejo.

Por su parte, el orobioma de páramo de la Cordillera Central abarca 3.921,99 ha (42,72 %) y se localiza principalmente por encima de los 2.800 m s.n.m., donde predominan ecosistemas de alta montaña con vegetación especializada y una importante función en la regulación hídrica. Este bioma presenta una mayor representación en los polígonos 4, 6 y 7, ubicados en Antioquia; en el polígono 13, que se extiende entre los departamentos de Antioquia y Caldas; y en los polígonos 14 y 15, localizados en Caldas. En conjunto, la distribución de ambos biomas evidencia la transición altitudinal característica entre los ecosistemas altoandinos y de páramo presentes en el CPS.

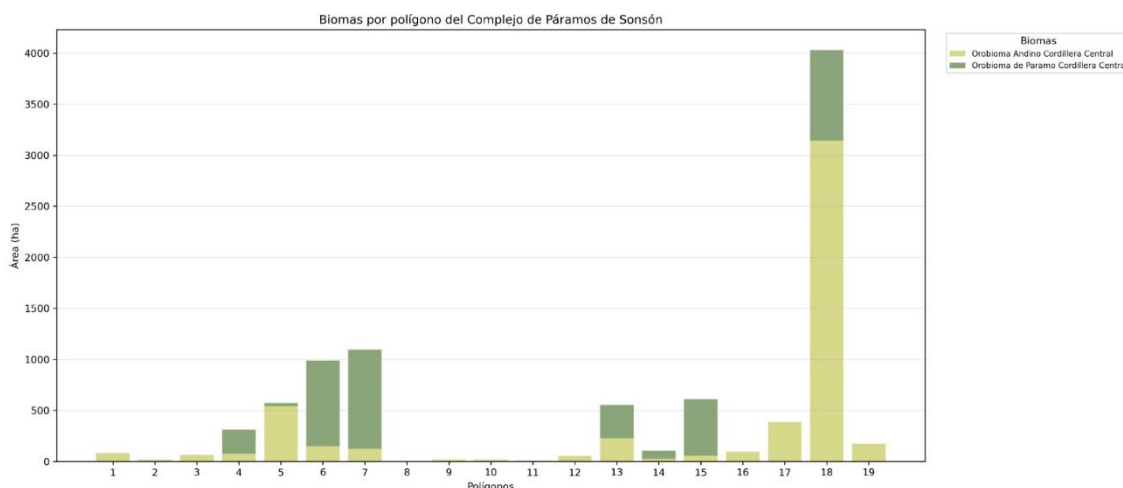


Figura 69. Clasificación de biomas por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026)

4.2.4 Ecosistemas

A nivel de ecosistemas, el área de influencia presenta una alta representatividad de coberturas naturales características de los ambientes montañosos húmedos de la Cordillera Central (ver Figura 70 y Tabla 24). Predomina el bosque andino húmedo, con una extensión de 49.947,52 ha (55,93 %), constituyéndose en el ecosistema más representativo del área y en un componente fundamental para la conectividad ecológica, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad regional. En segundo lugar, se identifican áreas correspondientes al agroecosistema ganadero, con 13.442,10 ha (15,05 %), asociado principalmente a zonas transformadas para el establecimiento de pasturas. La vegetación secundaria representa 8.896,92 ha (9,96 %), evidenciando procesos de regeneración natural y recuperación de coberturas previamente intervenidas.

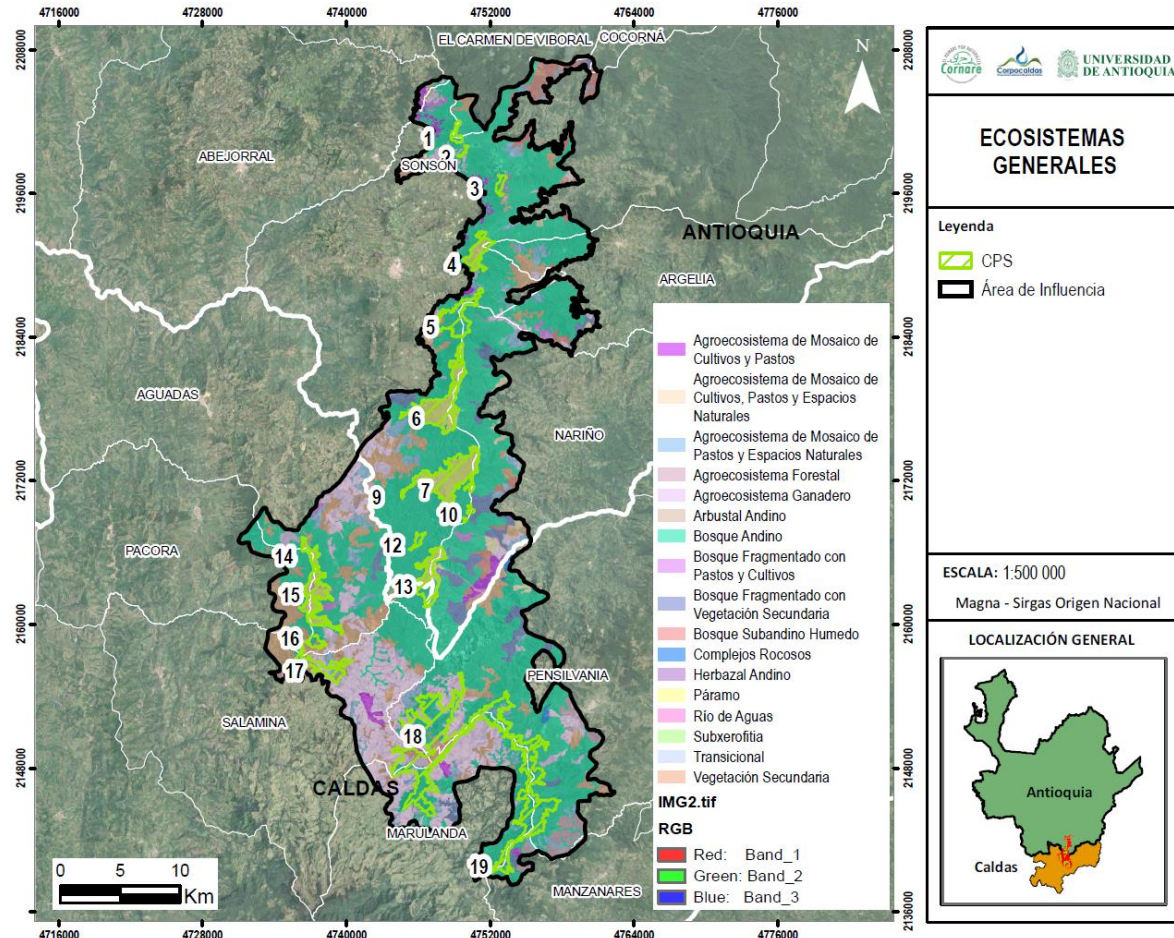


Figura 70. Ecosistemas generales en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2024).

Como se observa en la Figura 70, la distribución de los ecosistemas presenta diferencias entre los departamentos que conforman el área de influencia. En Antioquia, predomina ampliamente el bosque andino húmedo, reflejando la importancia de las coberturas naturales asociadas a los ecosistemas de montaña. En contraste, en Caldas, además de la representatividad del bosque andino húmedo, adquieren relevancia los agroecosistemas ganaderos, evidenciando una mayor transformación del paisaje y una participación de actividades productivas dentro de la matriz territorial. Adicionalmente, el área de influencia alberga ecosistemas estratégicos de alta importancia ecológica, como el páramo, que ocupa 3.662,87 ha (4,10 %), así como remanentes de bosque subandino húmedo, arbustales andinos húmedos, herbazales andinos húmedos y complejos rocosos andinos, los cuales, aunque presentan una menor extensión, contribuyen a la diversidad ecosistémica del territorio.

Tabla 24. Ecosistemas generales en el CPS y su área de influencia.

ECOSISTEMA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE INFLUENCIA		
Bosque Andino Húmedo	49.947,52	55,93%
Agroecosistema Ganadero	13.442,10	15,05%
Vegetación Secundaria	8.896,92	9,96%
Agroecosistema de Mosaico de Pastos y Espacios Naturales	3.979,62	4,46%
Paramo	3.662,87	4,10%
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	2.950,97	3,30%
Bosque Subandino Húmedo	1.870,14	2,09%
Agroecosistema de Mosaico de Cultivos y Pastos	1.541,90	1,73%
Agroecosistema Forestal	1.084,12	1,21%
Agroecosistema de Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	683,02	0,76%
Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	489,95	0,55%
Río de Aguas Blancas	264,99	0,30%
Arbustal Andino Húmedo	233,33	0,26%
Complejos Rocosos Andinos	166,57	0,19%
Herbazal Andino Húmedo	74,45	0,08%
Transicional Transformado	17,19	0,02%
Subxerofitia Andina	1,32	0,00%
Total	89.306,96	100,00%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO SONSÓN		
Bosque Andino Húmedo	4.435,26	48,32%
Paramo	2.975,25	32,41%
Agroecosistema Ganadero	876,73	9,55%
Vegetación Secundaria	632,88	6,89%
Agroecosistema de Mosaico de Pastos y Espacios Naturales	173,33	1,89%
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	32,83	0,36%
Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	29,35	0,32%
Herbazal Andino Húmedo	11,59	0,13%
Agroecosistema de Mosaico de Cultivos y Pastos	11,32	0,12%
Arbustal Andino Húmedo	1,09	0,01%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2017).

Por otra parte, dentro del CPS incluido en el área de influencia, predomina el bosque andino húmedo, con una extensión de 4.435,26 ha (48,32 %), seguido por los ecosistemas de páramo, con 2.975,25 ha (32,41 %) (ver Tabla 24). Esta distribución refleja la transición altitudinal característica del complejo, donde los ecosistemas altoandinos dan paso gradualmente a los ecosistemas de páramo en las zonas de mayor elevación.

Como se observa en la Figura 71, la distribución de los ecosistemas presenta una marcada variabilidad entre los diferentes polígonos del CPS. El bosque andino húmedo predomina en los polígonos 1, 2, 3, 5 y 12, ubicados en el departamento de Antioquia, así como en los polígonos 18 y 19, localizados en el departamento de Caldas. Entre estos, se destaca el polígono 18, por concentrar la mayor superficie de este ecosistema dentro del complejo. Por su parte, los ecosistemas de páramo presentan una mayor representatividad en los polígonos 4, 6 y 7, localizados en Antioquia; en el polígono 13, que se extiende entre los departamentos de Antioquia y Caldas; y en los polígonos 14 y 15, ubicados en los municipios de Aguadas y Pácora, en Caldas. Esta distribución evidencia la importancia de estos sectores para la conservación de los ecosistemas de páramo, debido a su aporte a la regulación hídrica, la conectividad ecológica y la conservación de la biodiversidad propia de los ambientes de alta montaña.

Adicionalmente, se identifican áreas asociadas a agroecosistemas ganaderos, con 876,73 ha (9,55 %), y vegetación secundaria, con 632,88 ha (6,89 %), las cuales se concentran principalmente en los polígonos 17 y 18, reflejando procesos históricos de transformación y uso del suelo dentro del complejo. En menor proporción se presentan agroecosistemas de mosaico de pastos y espacios naturales (1,89 %), así como áreas de bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque fragmentado con pastos y cultivos, herbazales andinos húmedos, agroecosistemas de mosaico de cultivos y pastos y arbustales andinos húmedos, los cuales aportan heterogeneidad al paisaje y contribuyen a la diversidad ecosistémica del territorio.

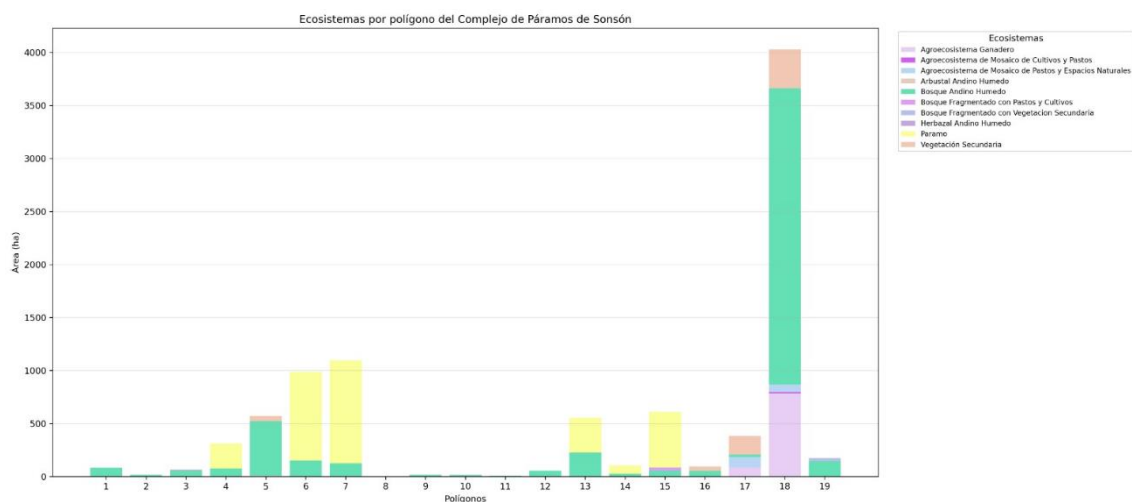


Figura 71. Clasificación de ecosistemas por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2017).

En conjunto, la composición y distribución de los ecosistemas del CPS evidencian una alta representatividad de ecosistemas andinos y altoandinos. Si bien el complejo está definido

por la presencia de ecosistemas de páramo, dentro de su delimitación también se encuentran áreas de bosque andino húmedo, así como coberturas de vegetación secundaria, herbazales, arbustales y otros ecosistemas asociados. Esto refleja la existencia de una transición ecológica y altitudinal entre los ecosistemas altoandinos y de páramo, que resulta importante para mantener la conectividad ecológica, los procesos ecológicos asociados a la dinámica de montaña y las contribuciones de este ecosistema a las personas, especialmente aquellos relacionados con la conservación de la biodiversidad y la regulación hídrica regional.

4.2.4.1 Impactos potenciales y vulnerabilidad de los ecosistemas

Con el propósito de evaluar la posible respuesta de los ecosistemas presentes en el Complejo de Páramos Sonsón (CPS) frente a escenarios de cambio climático, se tomaron como referencia los resultados generados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IDEAM, 2010). En dicho estudio se estimó la vulnerabilidad mediante la integración de diferentes componentes asociados a la sensibilidad ambiental, la afectación potencial derivada de escenarios climáticos futuros y la capacidad de adaptación de los territorios.

Este enfoque se fundamenta en la concepción de vulnerabilidad propuesta por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), entendida como el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos. A partir de esta aproximación, se analizaron para el CPS los resultados relacionados con el Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA), el Índice Relativo de Afectación (IRA), el impacto potencial asociado a los escenarios climáticos proyectados y la vulnerabilidad ecosistémica, con el fin de identificar áreas y coberturas que podrían presentar una mayor exposición a los efectos del cambio climático.

Los resultados empleados corresponden a la cartografía nacional elaborada por el IDEAM a escala 1:500.000; por tanto, el presente análisis no implica una nueva modelación de la vulnerabilidad climática, sino la interpretación y contextualización de los resultados existentes para el CPS y su área de influencia, como insumo para la evaluación de posibles efectos del cambio climático sobre los ecosistemas presentes en el territorio.

- **Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA)**

El Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) corresponde a uno de los componentes utilizados por el IDEAM (2010) para la evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático. Este

índice permite identificar las áreas con mayor tendencia a presentar procesos de degradación o deterioro ante los efectos adversos de la variabilidad y el cambio climático, y expresa el grado en que un ecosistema o territorio puede verse afectado por cambios en las condiciones climáticas.

De acuerdo con la metodología desarrollada por el IDEAM (2010), el ISA fue construido considerando variables biofísicas relacionadas con las características de los suelos (pendiente y profundidad efectiva), el índice de aridez, el grado de transformación y degradación de los ecosistemas, las coberturas vegetales y los procesos de erosión en zonas secas. El resultado corresponde a una representación cartográfica de la sensibilidad ambiental del territorio colombiano frente a escenarios climáticos adversos. La Figura 72 presenta la distribución espacial del ISA para el área de influencia del Complejo de Páramos Sonsón (CPS), a partir de la información generada por el IDEAM a escala 1:500.000, mientras que la Tabla 25 resume las áreas y porcentajes correspondientes a cada categoría de sensibilidad.

En el área de influencia predominan los niveles de sensibilidad media, con 47.223,93 ha (52,88 %), seguidos por niveles de sensibilidad baja, con 42.083,03 ha (47,12 %), sin registrarse áreas clasificadas en categorías alta o muy alta. Espacialmente, se observa que en el sector correspondiente al departamento de Antioquia predominan las áreas con sensibilidad baja, mientras que en el sector de Caldas se concentra una mayor proporción de áreas clasificadas con sensibilidad media. Esto sugiere que las condiciones biofísicas presentes en el sector de Caldas podrían favorecer una mayor susceptibilidad de los ecosistemas frente a alteraciones derivadas de la variabilidad y el cambio climático, en comparación con las áreas localizadas en Antioquia. Sin embargo, dado que la vulnerabilidad depende también de otros factores, como la afectación potencial y la capacidad de adaptación, estos resultados deben interpretarse únicamente como una aproximación a la sensibilidad ambiental del territorio.

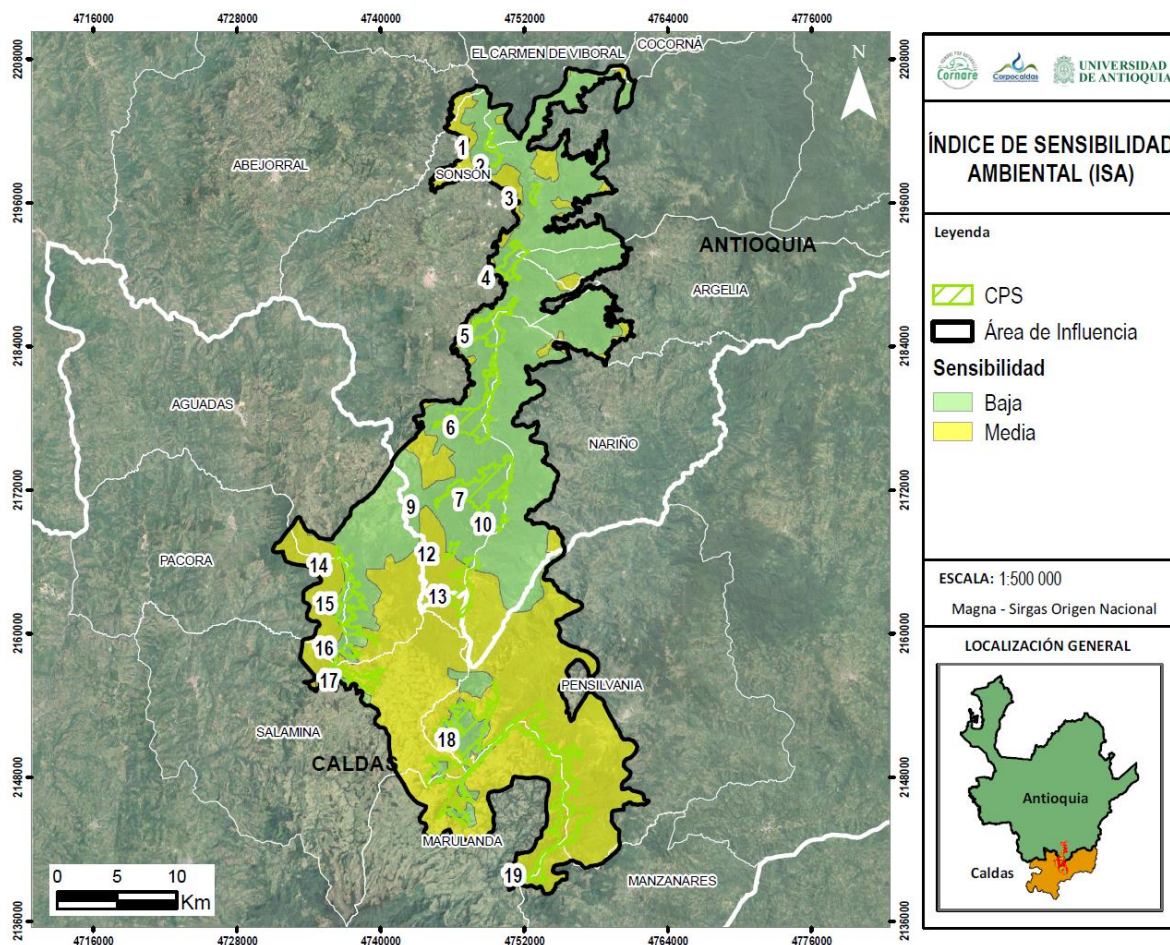


Figura 72. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Tabla 25. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) en el CPS y su área de influencia.

SENSIBILIDAD	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Área de Influencia		
Baja	42.083,03	47,12%
Media	47.223,93	52,88%
Alta	0,00	0,00%
Muy Alta	0,00	0,00%
Total	89.306,96	100,00%
Complejo de Páramos Sonsón		
Baja	5.459,20	59,47%
Media	3.720,43	40,53%
Alta	0,00	0,00%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Por su parte, dentro del Complejo de Páramos Sonsón (CPS) predomina la sensibilidad baja, con 5.459,20 ha (59,47 %), seguida por la sensibilidad media, con 3.720,43 ha (40,53 %), sin presencia de categorías de sensibilidad alta. A escala de polígono, el Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) presenta una distribución espacial diferenciada dentro del CPS. Los polígonos localizados en el sector de Antioquia (principalmente los polígonos 1 al 11) se caracterizan por presentar predominantemente sensibilidad baja (ver Figura 73).

Por el contrario, en varios polígonos localizados hacia el sector de Caldas (polígonos 12 al 19) aumenta la participación de áreas con sensibilidad media. Esta condición es especialmente evidente en los polígonos 13, 17, 18 y 19, donde la categoría media iguala o supera la extensión clasificada como baja. El polígono 18 concentra la mayor superficie del complejo y presenta una combinación de sensibilidad baja y media, aunque con predominio de esta última categoría.

En términos generales, los resultados muestran que la sensibilidad ambiental dentro del CPS tiende a incrementarse hacia los polígonos ubicados en el sector de Caldas, mientras que los polígonos del sector antioqueño presentan condiciones predominantemente asociadas a sensibilidad baja. Esto sugiere una mayor susceptibilidad biofísica de algunos sectores de Caldas frente a alteraciones derivadas de la variabilidad y el cambio climático. Sin embargo, esta condición representa únicamente una aproximación a la sensibilidad ambiental y no debe interpretarse de manera directa como un indicador de vulnerabilidad, ya que esta última depende también de otros componentes considerados en la metodología, como la afectación potencial y la capacidad de adaptación.

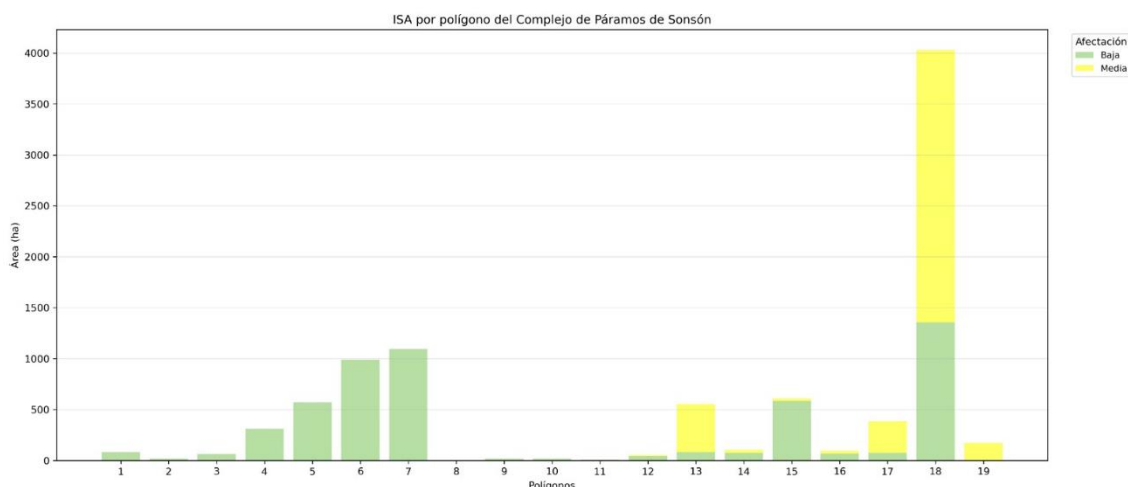


Figura 73. Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

- **Índice Relativo de Afectación (IRA)**

El Índice Relativo de Afectación (IRA) corresponde a uno de los componentes utilizados por el IDEAM (2010) para la evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático. Este índice permite estimar la magnitud potencial de afectación que podrían experimentar las diferentes coberturas, ecosistemas y territorios ante escenarios climáticos adversos, considerando las posibles pérdidas asociadas a bienes y servicios ambientales, sociales y económicos.

De acuerdo con la metodología desarrollada por el IDEAM (2010), el IRA fue construido a partir de una matriz de evaluación basada en el juicio de expertos de diferentes sectores y disciplinas. Esta matriz incorpora criterios relacionados con los posibles impactos del cambio climático sobre variables como la pobreza, el desplazamiento de población, la pérdida de especies y la afectación de grupos vulnerables, integrando componentes sociales, económicos y ambientales. Como resultado, el índice sintetiza el nivel relativo de afectación potencial que podrían presentar los distintos ecosistemas y territorios bajo escenarios climáticos futuros.

La Figura 74 presenta la distribución espacial del Índice Relativo de Afectación (IRA) para el área de influencia del CPS, a partir de la información generada por el IDEAM a escala 1:500.000, mientras que la Tabla 26 resume las áreas y porcentajes correspondientes a cada categoría de afectación. La Figura 74 presenta la distribución espacial del Índice Relativo de Afectación (IRA) para el área de influencia del CPS, a partir de la información generada por el IDEAM a escala 1:500.000, mientras que la Tabla 26 resume las áreas y porcentajes correspondientes a cada categoría de afectación. Donde, en el área de influencia predominan los niveles de afectación baja, con 48.070,74 ha (53,83 %), seguidos por niveles medios, con 20.871,26 ha (23,37 %), y altos, con 20.307,22 ha (22,74 %). Las áreas clasificadas con afectación muy alta presentan una representatividad mínima, correspondiente a 57,73 ha (0,06 %).

Espacialmente, se observan diferencias marcadas entre los sectores de Antioquia y Caldas (ver Figura 74). En Antioquia predominan las categorías de afectación baja, aunque en los polígonos que conforman el CPS en este departamento se presentan principalmente niveles de afectación media. En contraste, hacia el departamento de Caldas, especialmente en los municipios de Salamina y Marulanda, predominan categorías de afectación media y alta, con presencia puntual de áreas clasificadas como de afectación muy alta.

Estos resultados sugieren que, bajo los escenarios de cambio climático evaluados por el IDEAM, los ecosistemas y territorios localizados en el sector de Caldas podrían experimentar una mayor magnitud de afectaciones potenciales sobre los bienes y servicios ecosistémicos en comparación con los sectores ubicados en Antioquia. De igual manera, aunque dentro del CPS predominan condiciones de afectación media, la presencia de áreas circundantes con categorías altas en Salamina y Marulanda resalta la importancia de considerar estos sectores en los procesos de planificación y gestión territorial, debido a su potencial susceptibilidad frente a los impactos asociados al cambio climático.

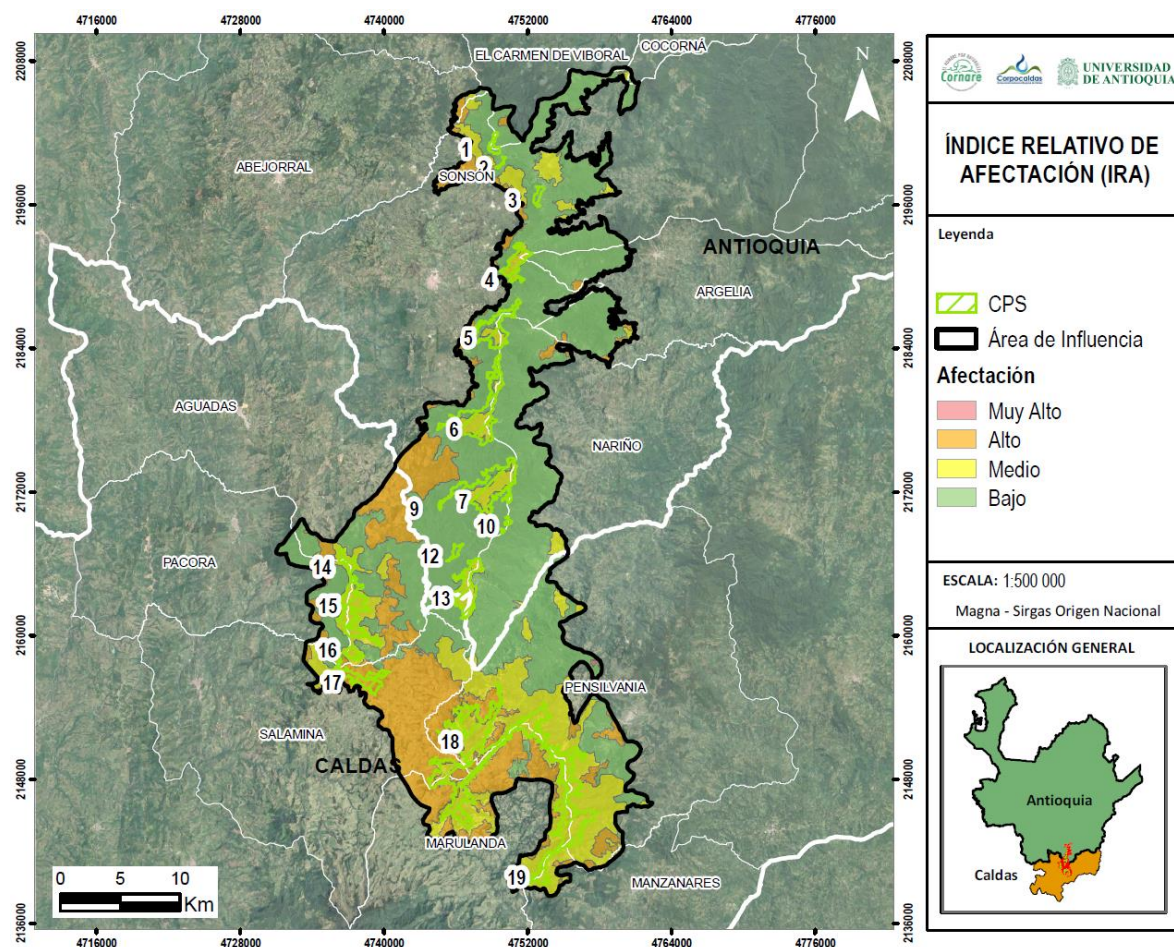


Figura 74. Índice Relativo de Afectación (IRA) en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Tabla 26. Índice Relativo de Afectación (IRA) en el CPS y su área de influencia.

AFECTACIÓN	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE INFLUENCIA		
Bajo	48.070,74	53,83%
Medio	20.871,26	23,37%
Alto	20.307,22	22,74%
Muy Alto	57,73	0,06%
Total	89.306,96	100,00%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSÓN		
Bajo	1.736,99	18,92%
Medio	6.401,46	69,74%
Alto	1.041,18	11,34%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Por su parte, dentro del CPS predomina la categoría de afectación media, con 6.401,46 ha (69,74 %), seguida por áreas con afectación baja (1.736,99 ha; 18,92 %) y, en menor proporción, zonas con afectación alta (1.041,18 ha; 11,34 %). A nivel de polígonos (ver Figura 75), la categoría media constituye la condición predominante en gran parte del complejo, destacándose los polígonos 4, 6 y 7 en el sector antioqueño; el polígono 13 en la zona de transición entre Antioquia y Caldas; y los polígonos 15, 18 y 19 en el sector de Caldas. Las áreas clasificadas con afectación baja se concentran principalmente en los polígonos ubicados en Antioquia, mientras que la categoría de afectación alta presenta una distribución más restringida, localizada principalmente en los polígonos 17 y 18.

La distribución observada sugiere que, aunque gran parte del CPS presenta afectaciones potenciales de magnitud intermedia bajo los escenarios de cambio climático evaluados por el IDEAM, existen sectores específicos, particularmente hacia el departamento de Caldas, donde la magnitud de los impactos potenciales podría ser mayor. Estas áreas podrían experimentar cambios en los bienes y servicios ecosistémicos asociados al páramo, especialmente aquellos relacionados con la regulación hídrica, la conservación de hábitats y otros servicios ambientales estratégicos. En este sentido, los polígonos donde se concentran categorías de afectación alta constituyen sectores prioritarios para el monitoreo, la gestión adaptativa y la implementación de medidas orientadas a reducir los posibles efectos del cambio climático sobre los ecosistemas del complejo.

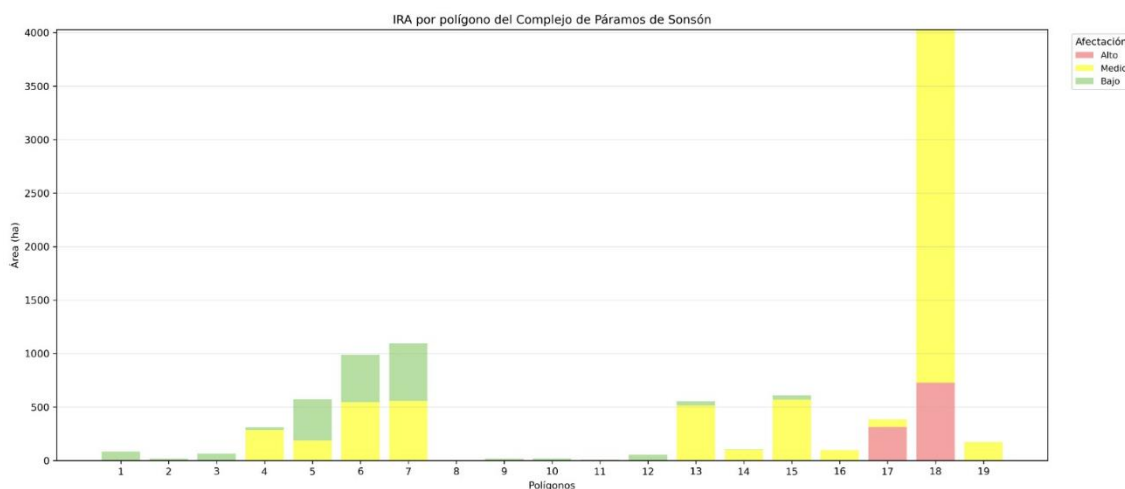


Figura 75. Índice Relativo de Afectación (IRA) por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

• Impacto Potencial del Cambio Climático

El impacto potencial del cambio climático corresponde a la afectación esperada sobre los ecosistemas como resultado de la interacción entre la sensibilidad ambiental del territorio,

la magnitud relativa de afectación de los ecosistemas y los escenarios climáticos proyectados por el IDEAM (2010). Este componente permite identificar las posibles consecuencias biofísicas derivadas de cambios futuros en variables climáticas como la precipitación y la temperatura.

De acuerdo con la metodología desarrollada por el IDEAM (2010), el impacto potencial fue estimado mediante la integración del Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA), el Índice Relativo de Afectación (IRA) y los escenarios de cambio climático obtenidos a partir de modelos multimodelo de precipitación y temperatura. Para el presente análisis se emplearon los resultados correspondientes al periodo 2071–2100, los cuales representan las posibles condiciones climáticas futuras bajo los escenarios evaluados por dicha entidad.

La Figura 76 presenta la distribución espacial de los impactos potenciales del cambio climático para el área de influencia del CPS, mientras que la Tabla 27 resume las áreas y porcentajes asociados a cada categoría de impacto. Los resultados muestran que en el área de influencia predomina ampliamente la categoría de impacto potencial medio al cambio climático, con 84.356,44 ha (94,46 %), seguida por áreas clasificadas con impacto alto, que abarcan 4.945,31 ha (5,54 %). La categoría de impacto muy alto presenta una representatividad mínima, correspondiente a 5,21 ha (0,01 %).

En términos espaciales, las áreas con impacto potencial medio se distribuyen en la mayor parte del territorio analizado (ver Figura 76). Por su parte, las zonas clasificadas con impacto potencial alto se concentran principalmente en el sector del área de influencia correspondiente al departamento de Antioquia, particularmente en áreas localizadas hacia los municipios de El Carmen de Viboral, el norte de Sonsón y Argelia. Las áreas con impacto muy alto son puntuales y de escasa extensión dentro del área de estudio.

Estos resultados sugieren que, bajo los escenarios climáticos proyectados para el periodo 2071-2100 por el IDEAM, gran parte del territorio podría experimentar cambios de magnitud intermedia en las condiciones ecosistémicas asociadas a las variaciones de temperatura y precipitación. Dado que estas áreas mantienen relaciones ecológicas, hidrológicas y funcionales con el CPS, los cambios que allí ocurran podrían generar presiones adicionales sobre los ecosistemas de páramo, afectando procesos como la regulación hídrica, la conectividad ecológica, entre otros. En este sentido, estos sectores constituyen áreas de especial interés para el seguimiento y la implementación de medidas de adaptación frente al cambio climático.

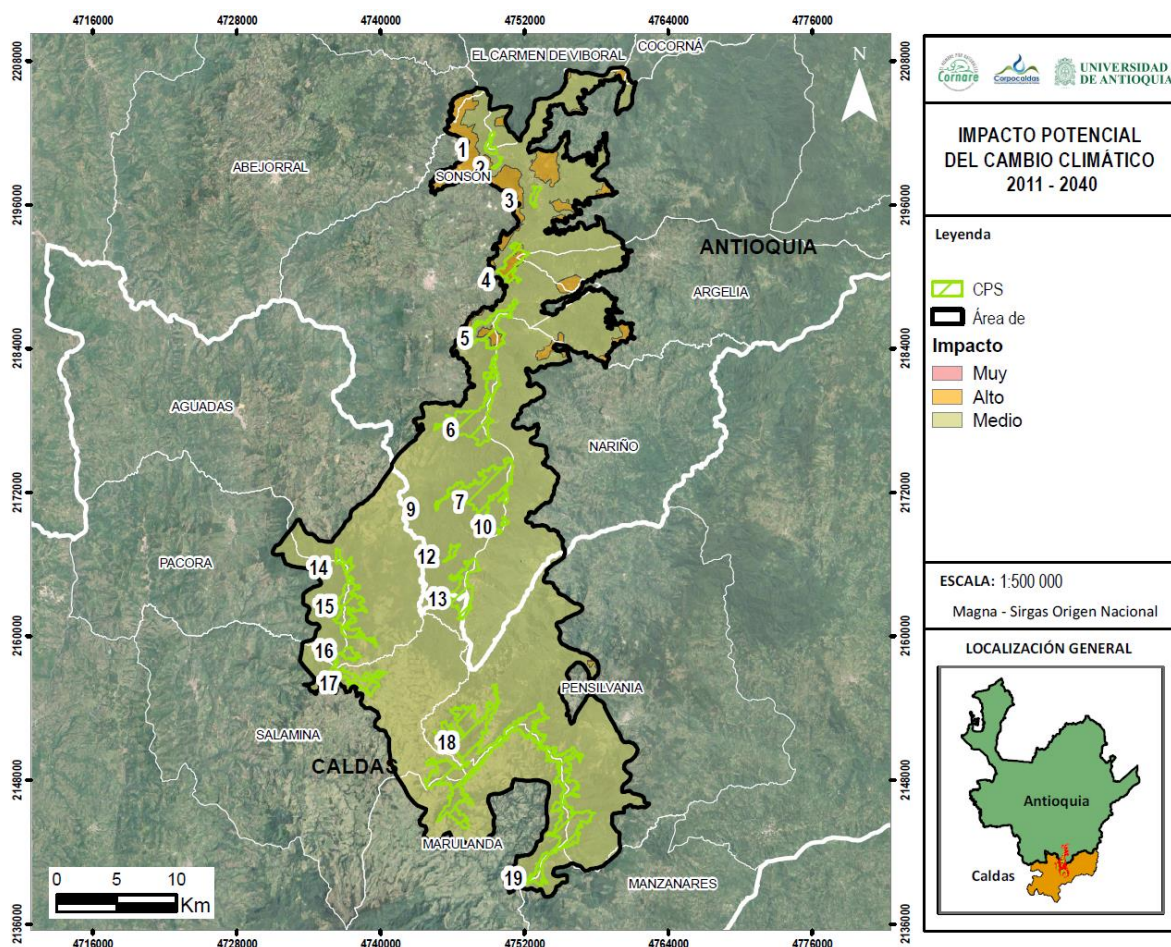


Figura 76. Impacto potencial del cambio climático en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Tabla 27. Impacto potencial del cambio climático en el CPS y su área de influencia.

IMPACTO	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
ÁREA DE INFLUENCIA		
Medio	84.356,44	94,46%
Alto	4.945,31	5,54%
Muy Alto	5,21	0,01%
Total	89.306,96	100,00%
COMPLEJO DE PÁRAMOS PÁRAMO DE SONSON		
Medio	8.711,78	94,90%
Alto	467,85	5,10%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Por su parte, dentro del CPS predomina igualmente la categoría de impacto potencial medio del cambio climático, con 8.711,78 ha (94,90 %), seguida por áreas con impacto alto, que corresponden a 467,85 ha (5,10 %) (ver Tabla 27). A nivel de polígonos (ver Figura 77), la categoría media es predominante en la totalidad del complejo, destacándose por su extensión los polígonos 6, 7, 13, 15 y, especialmente, el polígono 18, el cual concentra la mayor superficie del CPS. Las áreas clasificadas con impacto potencial alto presentan una distribución mucho más restringida y se localizan principalmente en los polígonos 4 y 5, ubicados en el sector norte del municipio de Sonsón y en zonas adyacentes del municipio de Argelia. No se registran áreas clasificadas en la categoría de impacto potencial muy alto dentro del CPS.

Bajo los escenarios climáticos proyectados para el periodo 2071-2100 por el IDEAM, gran parte del complejo podría experimentar cambios de magnitud intermedia en las condiciones ecosistémicas asociadas a las variaciones de temperatura y precipitación. Sin embargo, los polígonos 4 y 5 presentan una mayor magnitud de impacto potencial respecto al resto del territorio, por lo que podrían ser más susceptibles a modificaciones en la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes. En este sentido, dichos sectores constituyen áreas de interés para el monitoreo y la implementación de medidas de adaptación orientadas a reducir los efectos potenciales del cambio climático sobre los ecosistemas de páramo y alta montaña.

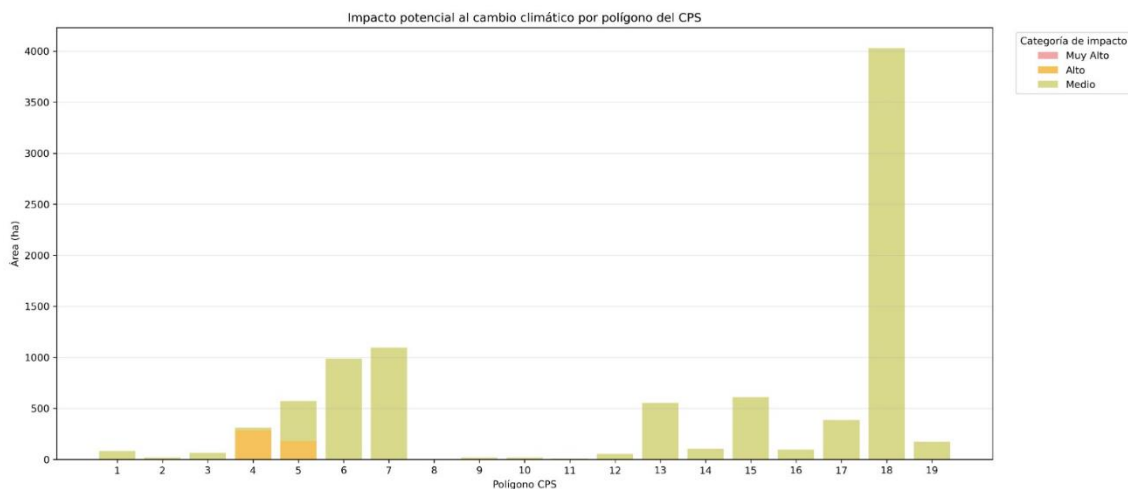


Figura 77. Impacto Potencial al Cambio Climático por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

- **Vulnerabilidad Ambiental al Cambio Climático**

La vulnerabilidad ambiental frente al cambio climático corresponde al grado de susceptibilidad de los ecosistemas para afrontar los efectos adversos asociados a las variaciones en temperatura y precipitación proyectadas bajo escenarios de cambio climático. De acuerdo con la metodología desarrollada por el IDEAM (2010), la vulnerabilidad se entiende como el impacto residual esperado una vez considerada la capacidad de adaptación del territorio, permitiendo identificar aquellas áreas con mayores dificultades para responder a los cambios climáticos futuros.

Para la estimación de este indicador, el IDEAM integró los resultados de los impactos potenciales del cambio climático con la capacidad de adaptación de los territorios, mediante la relación *Vulnerabilidad = Impacto Potencial – (Impacto Potencial × Capacidad de Adaptación)*. En este contexto, los impactos potenciales corresponden al resultado de la interacción entre los escenarios de cambio en la precipitación, el Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) y el Índice Relativo de Afectación (IRA), mientras que la capacidad de adaptación considera factores socioeconómicos, institucionales y técnicos que pueden actuar como barreras o facilitar la respuesta de los territorios frente al cambio climático.

La Figura 78 presenta la distribución espacial de la vulnerabilidad ambiental para el área de influencia del CPS, a partir de la información generada por el IDEAM a escala 1:500.000 para el periodo 2011-2040. Por su parte, la Tabla 28 resume las áreas y porcentajes correspondientes a cada categoría de vulnerabilidad. En el área de influencia predomina la categoría de vulnerabilidad media, con 67.635,65 ha (75,73 %), seguida por áreas con vulnerabilidad alta, correspondientes a 21.666,10 ha (24,26 %), mientras que la categoría muy alta presenta una representatividad mínima (5,21 ha; 0,01 %).

En términos espaciales, las áreas clasificadas con vulnerabilidad media se distribuyen en la mayor parte del territorio analizado (ver Figura 78). Por su parte, las zonas con vulnerabilidad alta se concentran principalmente en el sector norte del área de influencia ubicado en el departamento de Antioquia, especialmente hacia el norte del municipio de Sonsón y en sectores del municipio de Argelia. La categoría de vulnerabilidad muy alta se presenta de manera puntual y con una extensión reducida dentro del área de estudio.

Estos resultados sugieren que, aunque la mayor parte del área de influencia presenta una vulnerabilidad intermedia frente a los efectos del cambio climático, existen sectores específicos donde la susceptibilidad de los ecosistemas es mayor debido a la combinación de impactos potenciales y capacidades de adaptación más limitadas. En particular, las áreas localizadas hacia el norte de Sonsón y Argelia podrían requerir una atención prioritaria en los procesos de planificación ambiental y territorial. Dado que estos sectores

hacen parte del entorno ecológico y funcional del CPS, una mayor vulnerabilidad podría traducirse en presiones adicionales sobre los ecosistemas del páramo y sus áreas de transición, afectando procesos ecológicos asociados como la regulación hídrica y la conectividad ecológica. En este sentido, la reducción de la vulnerabilidad en el área de influencia constituye un elemento importante para fortalecer la capacidad de adaptación y la resiliencia del territorio en su conjunto.

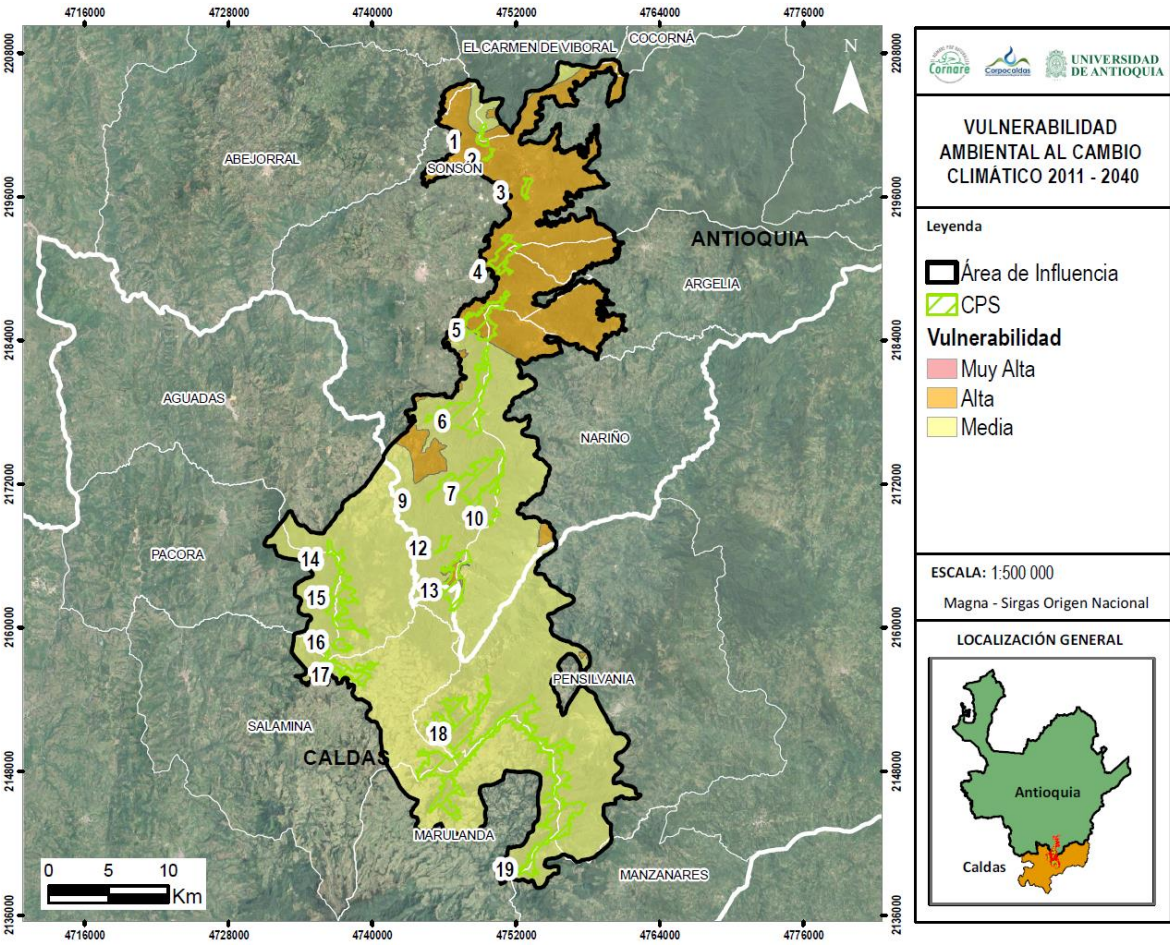


Figura 78. Vulnerabilidad ambiental al cambio climático en el CPS y su área de influencia.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

Tabla 28. Vulnerabilidad ambiental al cambio climático en el CPS y su área de influencia.

VULNERABILIDAD	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Área de Influencia		
Media	67.635,65	75,73%
Alta	21.666,10	24,26%

Muy Alta	5,21	0,01%
Total	89.306,96	100,00%
Complejo de Páramos Sonsón		
Media	8.033,95	87,52%
Alta	1.145,68	12,48%
Total	9.179,63	100,00%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

En términos generales, la vulnerabilidad ambiental frente al cambio climático dentro del CPS presenta un predominio de la categoría media, lo que indica que la mayor parte de los ecosistemas cuentan con una capacidad de adaptación que les permitiría responder parcialmente a los cambios proyectados en las condiciones de temperatura y precipitación. No obstante, se identifican sectores con vulnerabilidad alta concentrados principalmente en los polígonos 1 al 5, ubicados en el departamento de Antioquia (ver Figura 79), donde se encuentra la mayor proporción de áreas con mayor susceptibilidad a los efectos adversos del cambio climático.

En contraste, los demás polígonos localizados en Antioquia presentan una predominancia de la categoría media, mientras que los polígonos 14 al 19, localizados en el departamento de Caldas, se clasifican en su totalidad dentro de esta categoría. El polígono 13, que se extiende entre ambos departamentos, constituye una excepción al presentar una pequeña proporción de área con vulnerabilidad alta.

Estos resultados evidencian que, aunque el complejo presenta una condición general de vulnerabilidad moderada, existen sectores específicos donde la combinación de impactos potenciales y una menor capacidad de adaptación incrementa la susceptibilidad de los ecosistemas frente a los escenarios de cambio climático proyectados. Por tanto, los polígonos con categoría alta constituyen áreas prioritarias para la implementación de medidas de manejo, conservación y fortalecimiento de la capacidad adaptativa, con el fin de reducir los riesgos asociados a las futuras variaciones climáticas.

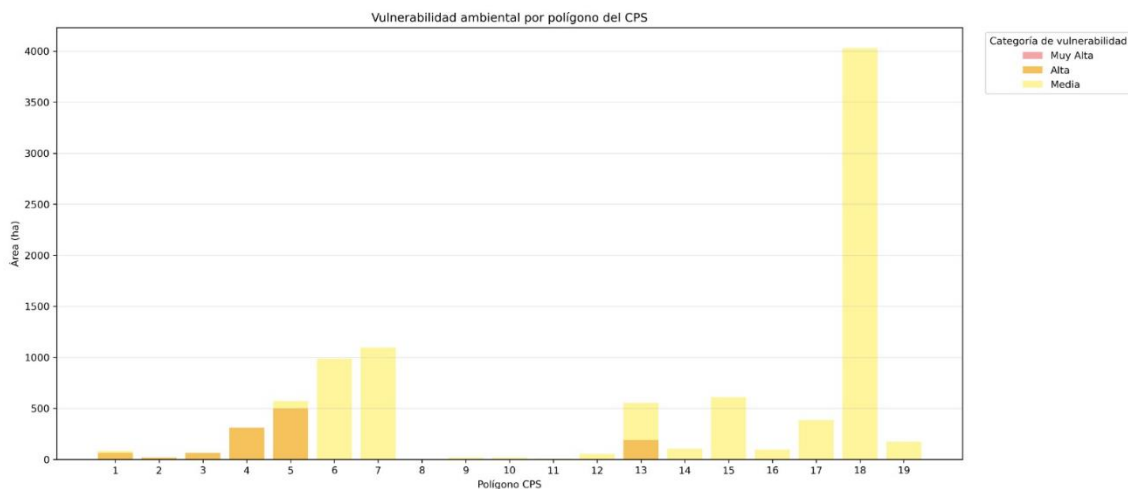


Figura 79. Vulnerabilidad Ambiental al Cambio Climático por polígono en el CPS.
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IDEAM (2010).

4.3 Caracterización del Uso Actual del Suelo, Potencial y Conflictos de Uso

4.3.1 Uso actual del suelo según POMCA

El análisis de los usos actuales del suelo en el área de influencia del Complejo de Páramos de Sonsón (CPS) evidencia una dominancia de coberturas asociadas a funciones de conservación, protección y regulación ecosistémica, lo cual es congruente con la naturaleza biofísica del territorio y con su localización en ecosistemas de alta montaña estratégicos para la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con la información presentada de los usos actuales definidos en los POMCA y su representación espacial (ver Figura 80), los usos con mayor representatividad corresponden a protección (33,11%) y áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación – CRE (31,57%), que en conjunto abarcan más del 64% del área de influencia, equivalente a cerca de 59.464 ha. Esta predominancia refleja que gran parte del territorio mantiene condiciones de alta naturalidad o procesos de restauración ecológica, lo cual está relacionado con la presencia de ecosistemas estratégicos de páramo, subpáramo y bosques altoandinos que caracterizan el complejo. Desde el punto de vista espacial, estas coberturas se distribuyen de manera amplia a lo largo del eje central del complejo, particularmente en las zonas de mayor altitud y en áreas con menor accesibilidad.

Un segundo grupo de usos corresponde a actividades productivas de baja intensidad, particularmente asociadas a la ganadería y a sistemas forestales. Dentro de este grupo se destaca el pastoreo extensivo (12,34%), que representa aproximadamente 11.346 ha, seguido por producción-protección (8,49%), sistemas forestales protectores (7,25%) y

pastoreo semi-intensivo (3,60%). Estas categorías suman cerca de 31,7% del área total, evidenciando la presencia de actividades agropecuarias tradicionales y usos forestales regulados, principalmente en zonas de transición entre los ecosistemas naturales y las áreas con mayor intervención antrópica. Estos usos se concentran principalmente en las franjas periféricas y sectores intermedios del complejo, donde las condiciones topográficas, la accesibilidad y la presencia histórica de asentamientos rurales han favorecido el desarrollo de sistemas ganaderos extensivos y prácticas productivas de baja intensidad.

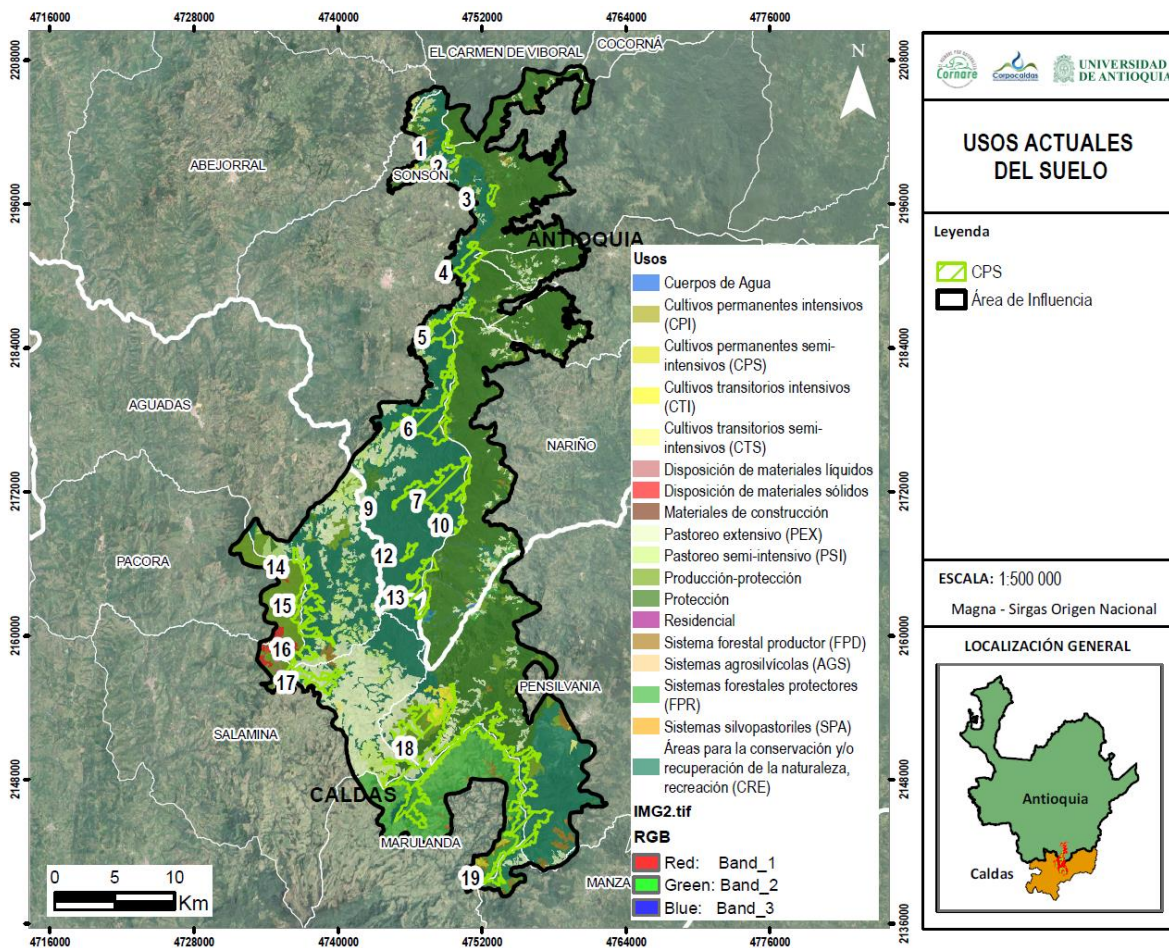


Figura 80. Uso actual del suelo en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en cartográfica POMCA.

Un tercer grupo, de menor representatividad territorial, corresponde a usos agrícolas, forestales productivos y otras actividades puntuales, los cuales en su conjunto representan menos del 5% del área de influencia. Dentro de este grupo se encuentran el sistema forestal productor (1,22%), la disposición de materiales sólidos (0,60%), así como distintos tipos de

cultivos transitorios y permanentes que no superan el 0,5% del territorio. Estos usos se distribuyen de forma localizada y fragmentada, principalmente en sectores de menor altitud y cercanos a áreas rurales consolidadas. La baja representatividad de los cultivos agrícolas sugiere que las condiciones ambientales del territorio caracterizadas por pendientes pronunciadas, suelos de vocación forestal o de conservación y restricciones climáticas propias de la alta montaña limitan la expansión de sistemas agrícolas intensivos.

Por otra parte, existen usos muy puntuales como sistemas silvopastoriles, materiales de construcción, sistemas agro-silvícolas y uso residencial, que en conjunto representan menos del 0,1% del área total (ver Figura 81).

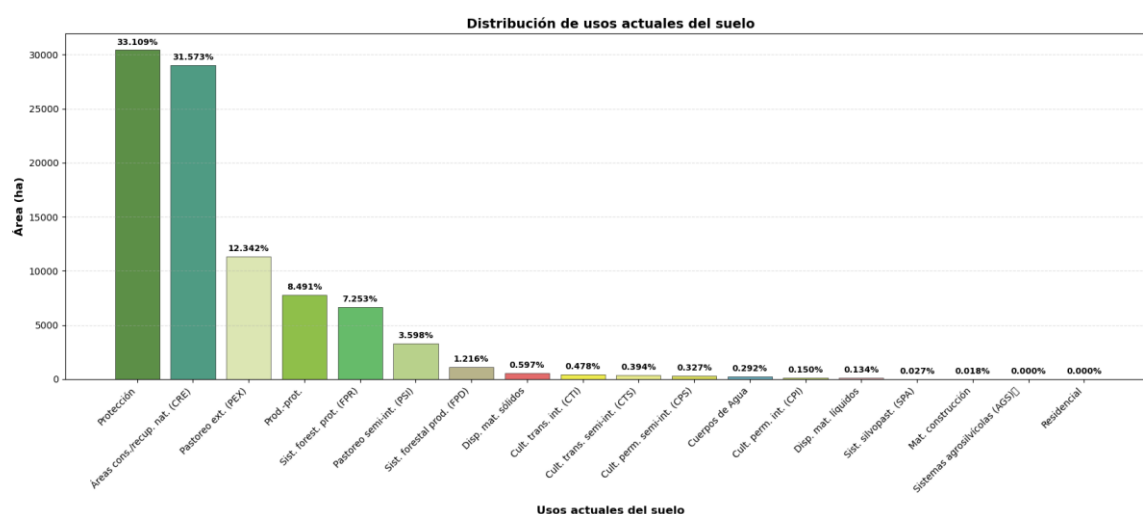


Figura 81. Porcentajes de áreas por usos del suelo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información de los POMCA.

Por otra parte, los usos actuales del suelo al interior de los polígonos que conforman el CPS evidencia un patrón espacial heterogéneo, en el cual predominan ampliamente las coberturas asociadas a conservación, restauración y protección ambiental, aunque con variaciones importantes entre los diferentes polígonos que integran el complejo.

En términos espaciales, los polígonos del sector norte del complejo (1, 2, 3 y 4), localizados en el municipio de Sonsón, presentan una estructura relativamente homogénea caracterizada por coberturas de conservación (CRE) y protección, con áreas que oscilan entre aproximadamente 50 y 207 ha en CRE, acompañadas por superficies de protección entre 17 y 108 ha. Por lo tanto, estos territorios corresponden a áreas con baja intervención antrópica, donde las coberturas naturales constituyen la matriz predominante del paisaje y las actividades productivas son prácticamente inexistentes.

En los polígonos intermedios del complejo (5, 6 y 7), ubicados en los municipios de Sonsón y Nariño, se observa una mayor diversidad de usos del suelo, aunque continúan predominando las coberturas de conservación. En estos sectores las áreas CRE alcanzan valores entre 414 y más de 1.016 ha, acompañadas por superficies de protección cercanas a 130 ha en algunos polígonos. Sin embargo, comienzan a aparecer usos asociados a actividades agropecuarias, particularmente pastoreo extensivo y semintensivo, y pequeños parches de cultivos transitorios con presencia puntual de cuerpos de agua naturales.

Por su parte, los polígonos de mayor extensión territorial, especialmente el polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, concentran gran parte de la superficie total del complejo y presentan la mayor diversidad de usos del suelo. En este sector se tienen más de 1.092 ha en áreas CRE, acompañadas por 910 ha en protección y aproximadamente 921 ha en sistemas forestales protectores, lo que confirma la presencia de amplios núcleos de conservación y restauración ecológica. No obstante, también se identifican usos productivos relevantes, como pastoreo extensivo, producción-protección, pastoreo Semintensivo y cultivos transitorios intensivos.

En otros polígonos del departamento de Caldas (15, 16 y 17) se evidencia una combinación de coberturas de conservación con una presencia más marcada de actividades agropecuarias, particularmente pastoreo y áreas de producción-protección. Por ejemplo, el polígono 17, ubicado en municipios como Salamina, Pácora y Aguadas, presenta más de 251 ha en pastoreo extensivo, superando incluso la superficie destinada a conservación en ese mismo polígono. De manera similar, en los polígonos 15 y 16 se registran superficies importantes de pastoreo extensivo y semintensivo, aunque todavía acompañadas por áreas considerables de conservación y restauración. Este patrón evidencia sectores donde la interacción entre actividades productivas rurales y ecosistemas naturales es más evidente, configurando paisajes donde las coberturas naturales se intercalan con áreas de uso agropecuario.

Finalmente, algunos polígonos de menor extensión como 8, 9, 10, 11 y 12 presentan superficies relativamente pequeñas donde predominan coberturas CRE y protección, lo cual corresponde a fragmentos de alta naturalidad o relictos ecosistémicos, posiblemente asociados a zonas de difícil acceso, pendientes pronunciadas o áreas con mayor nivel de conservación. En la Figura 82 se representa la distribución de los usos del suelo en cada uno de los polígonos que conforman el CPS.

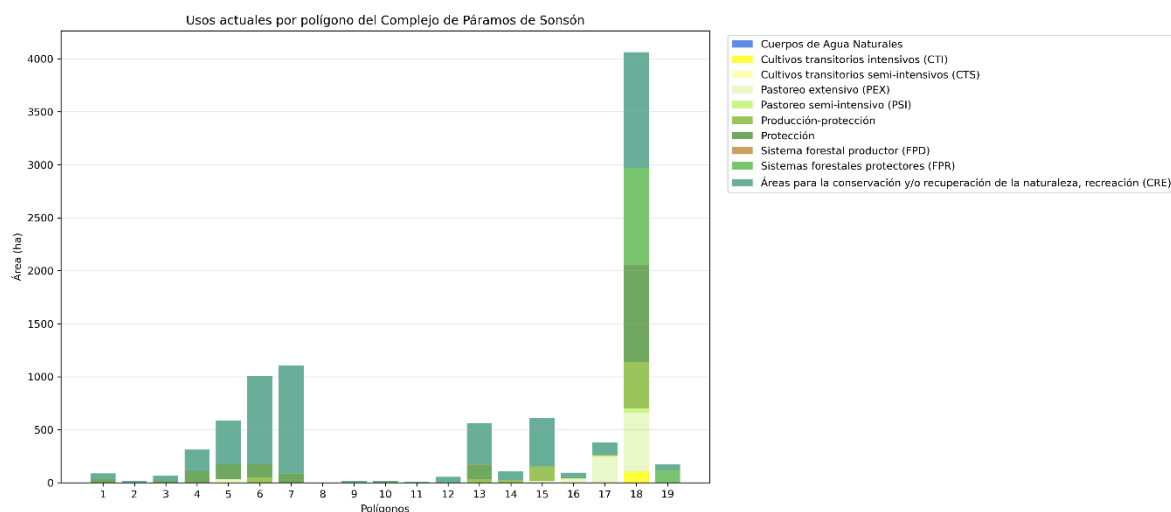


Figura 82. Distribución de los usos actuales del suelo en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del POMCA.

4.3.2 Uso potencial del suelo según POMCA

Con el fin de identificar la vocación de uso del territorio, se empleó la cartografía oficial de vocación de uso de la tierra generada en el marco de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), elaborada a una escala 1:25.000 presentes en el área de influencia y en el CPS. Esta variable permite reconocer los usos más compatibles con las características biofísicas del territorio, constituyendo un insumo fundamental para orientar procesos de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales.

La vocación de usos del suelo en el área de influencia del CPS presenta un predominio de áreas con aptitud para sistemas forestales de protección, lo cual es coherente con las condiciones biofísicas propias de los ecosistemas altoandinos y de páramo presentes en el territorio. De acuerdo con el análisis espacial realizado, la vocación forestal abarca 82.108,76 ha, lo que representa aproximadamente 91,85 % del área evaluada (ver Figura 83). Esto indica que la mayor parte del territorio posee características climáticas y topográficas que favorecen el establecimiento y mantenimiento de coberturas vegetales naturales o seminaturales, orientadas principalmente a la protección de suelos, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. En este contexto, estos suelos son más apropiados para el establecimiento o mantenimiento de bosques protectores y sistemas forestales de conservación, donde el aprovechamiento productivo es limitado y se prioriza la protección de las contribuciones al bienestar humano asociados a los ecosistemas de alta montaña.

En segundo lugar, se identifican áreas con vocación agroforestal, las cuales comprenden 5.181,77 ha, equivalentes al 5,80 % del área total. Estas zonas corresponden a territorios donde es viable el desarrollo de sistemas productivos que integren componentes agrícolas y forestales, permitiendo un aprovechamiento sostenible del suelo bajo esquemas de manejo que mantengan funciones ecológicas importantes, como la conservación del suelo, la conectividad ecológica y las diferentes contribuciones al bienestar humano.

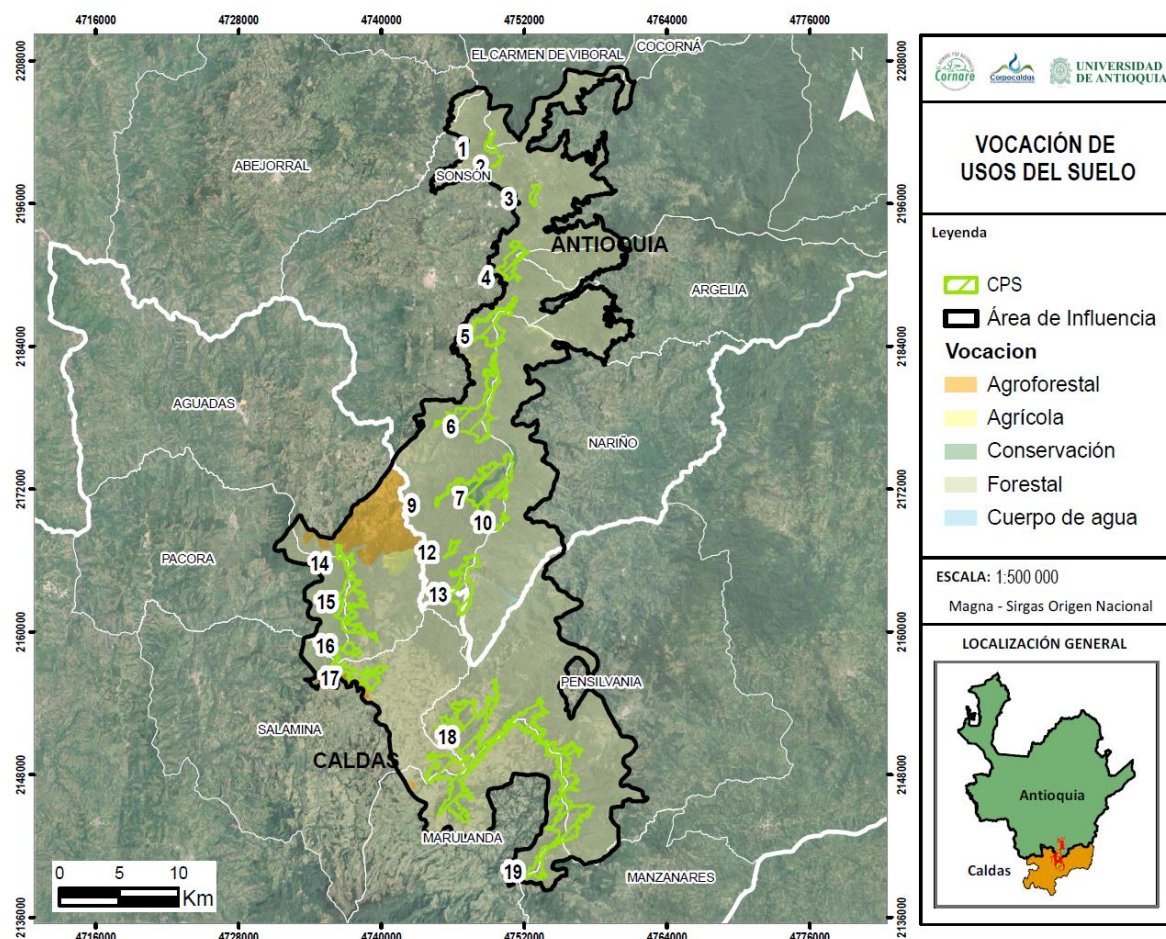


Figura 83. Vocación de usos del suelo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

Por su parte, la vocación agrícola ocupa una proporción menor dentro del área de influencia, con 1.434,15 ha, correspondientes al 1,60 % del territorio analizado. Estas áreas presentan condiciones más favorables para el desarrollo de actividades agrícolas, como pendientes moderadas, suelos con mayor aptitud productiva y accesibilidad, aunque su extensión es limitada debido a las restricciones biofísicas propias de los ambientes de montaña.

Finalmente, las áreas con vocación de conservación abarcan 673,23 ha, equivalentes al 0,75 % del área total. Estas zonas corresponden a sectores donde las características ecológicas, la fragilidad ambiental o la presencia de ecosistemas estratégicos sugieren la necesidad de priorizar la protección y preservación de los recursos naturales, restringiendo o limitando el desarrollo de actividades productivas.

En términos generales, la estructura de vocación del suelo evidencia que el territorio asociado al área de influencia del CPS presenta una orientación hacia usos forestales de protección y conservación, lo cual resalta la importancia de orientar los procesos de planificación territorial y gestión ambiental hacia la preservación de los ecosistemas altoandinos, la protección de las fuentes hídricas y la promoción de sistemas productivos sostenibles compatibles con la estructura ecológica del territorio.

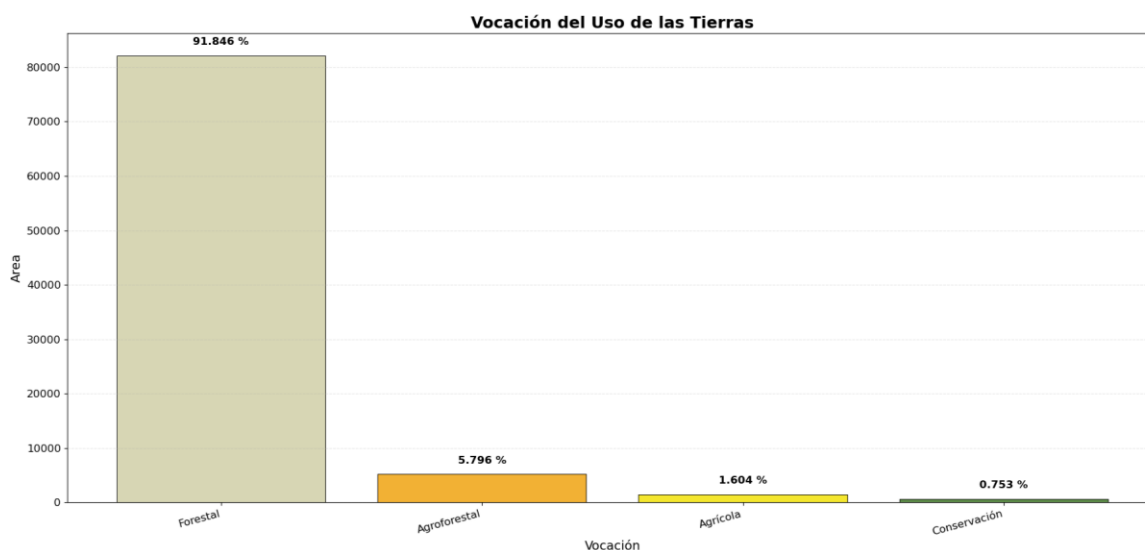


Figura 84. Porcentajes de áreas por vocación de usos del suelo

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

Una vez identificado las vocaciones de usos del suelo en el área de influencia, se presenta el análisis al interior de los polígonos del CPS, el cual permite identificar la aptitud biofísica predominante del territorio y su relación con la distribución espacial de los ecosistemas de alta montaña. A partir del mapa de vocación de usos del suelo y la distribución estadística de estas áreas (ver Figura 85) se observa una predominancia de la vocación forestal, la cual constituye la categoría dominante en la mayoría de los polígonos del complejo, seguida en menor proporción por vocaciones agroforestales, agrícolas y de conservación.

En términos espaciales, los polígonos del sector norte del complejo (1, 2 y 3), localizados en el municipio de Sonsón, presentan una vocación forestal, lo que representa territorios

con condiciones biofísicas que favorecen el desarrollo de coberturas boscosas y procesos de regeneración natural. Este patrón es congruente con la presencia de ecosistemas altoandinos y con las condiciones de pendiente, humedad y suelos que caracterizan las zonas de mayor altitud del complejo. De manera similar, los polígonos (8, 9, 10, 11 y 12) también presentan una vocación predominantemente forestal, con superficies de menor extensión, pero con una clara aptitud para la conservación y manejo de coberturas boscosas, lo cual refuerza la función ecológica estructural de estos sectores dentro del complejo.

En los polígonos intermedios (4, 5, 6 y 7), localizados en los municipios de Sonsón y Nariño, se evidencia una mayor diversidad de vocaciones del suelo. En estos sectores continúa predominando la vocación forestal. Sin embargo, también se identifican áreas con vocación agrícola, con superficies variables, lo que representa sectores donde las condiciones edáficas y topográficas permiten el desarrollo de actividades agropecuarias, principalmente en zonas de transición altitudinal o en áreas con pendientes moderadas. Adicionalmente, en el polígono 6 se identifica una superficie cercana a 60 ha con vocación de conservación, lo cual indica áreas con características ecológicas que requieren un manejo orientado a la preservación de los ecosistemas naturales.

En el sector central del complejo (polígonos 14, 15, 16 y 17), ubicados en el departamento de Caldas, así como el polígono 13 que se localiza entre Antioquia (Sonsón y Nariño) y Caldas (Pensilvania), se observa una transición hacia vocaciones agroforestales, lo que sugiere territorios donde la interacción entre sistemas productivos y coberturas naturales es más relevante. De manera similar, los polígonos 16 y 17, localizados en municipios como Aguadas, Pácora y Salamina, presentan superficies agroforestales cercanas, lo cual está asociado a paisajes con potencial para sistemas productivos sostenibles que mantengan cierta cobertura arbórea y contribuyan a la conectividad ecológica del territorio. En estos mismos sectores también se registran pequeñas áreas con vocación agrícola o forestal, evidenciando un mosaico de aptitudes productivas y de conservación.

El polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, constituye el sector con mayor extensión territorial y presenta una configuración particular en la vocación del suelo. En este polígono se registran aproximadamente 3.331 ha con vocación forestal. A ello se suman 430 ha con vocación agroforestal y cerca de 300 ha con vocación de conservación, lo que evidencia la existencia de tres aptitudes principales del suelo en este sector, conservación de ecosistemas estratégicos, manejo forestal y sistemas productivos integrados.

Finalmente, el polígono 19, ubicado en el extremo sur del complejo (ver Figura 85), en los municipios de Marulanda y Manzanares, presenta principalmente vocación forestal,

acompañada por una superficie menor con vocación de conservación, lo cual indica condiciones ambientales que favorecen la presencia de coberturas naturales y la protección de ecosistemas estratégicos.

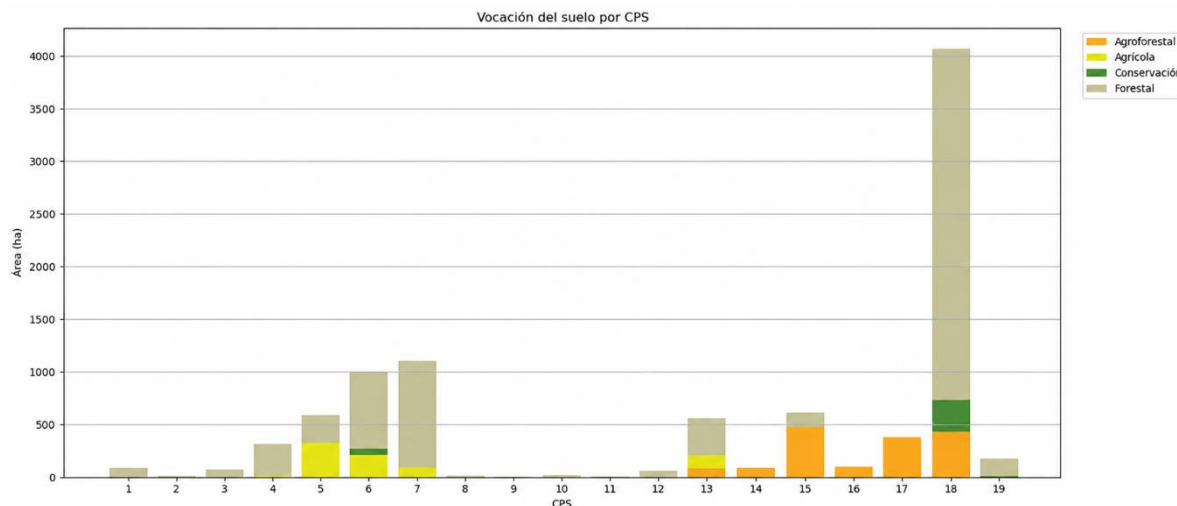


Figura 85. Distribución de la vocación del suelo en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

4.3.3 Uso potencial del suelo según Agrología

Con el fin de evaluar el uso potencial del suelo desde la perspectiva agrológica, se utilizó la cartografía de capacidad de uso de las tierras elaborada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para los departamentos de Antioquia y Caldas, a escala 1:100.000 (IGAC,2004). Esta información constituye uno de los insumos oficiales de referencia para la planificación y evaluación de las aptitudes y limitaciones de los suelos en el territorio colombiano.

La clasificación agrológica permite agrupar las tierras en diferentes clases de capacidad de uso, de acuerdo con sus características físicas, químicas, climáticas y topográficas, así como con las limitaciones que estas presentan para el desarrollo de actividades agropecuarias. En términos generales, las clases inferiores corresponden a tierras con mayores aptitudes productivas y menores restricciones de uso, mientras que las clases superiores representan áreas con limitaciones progresivamente más severas, cuya vocación se orienta principalmente hacia la protección, conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Dada la escala regional del presente estudio y los alcances definidos para el convenio, la información generada por el IGAC constituye una fuente adecuada para caracterizar las condiciones generales de aptitud del territorio a nivel de complejo de páramo. En este sentido, el análisis no busca determinar la capacidad productiva de predios específicos, sino identificar las tendencias generales de uso potencial del suelo y su relación con las funciones ecológicas y de conservación que caracterizan el Complejo de Páramos de Sonsón y su área de influencia.

El análisis de la capacidad agrológica en el área de influencia evidencia un claro predominio de las clases con mayores restricciones para el uso agropecuario. La clase VII representa el 76,6 % del área total, seguida por la clase VIII con el 14,0 % y la clase VI con el 8,2 %. En conjunto, estas tres categorías abarcan aproximadamente el 98,8 % del territorio evaluado (ver Figura 86 y Figura 87), lo que refleja el carácter predominantemente montañoso y ambientalmente sensible del área de influencia del Complejo de Páramos de Sonsón.

La alta representación de las clases VII y VIII indica la presencia de limitaciones severas a extremas asociadas principalmente a factores como pendientes elevadas, susceptibilidad a procesos erosivos, restricciones edáficas y condiciones climáticas propias de los ecosistemas de alta montaña. En consecuencia, la vocación predominante de estas áreas se orienta hacia la conservación, la protección de recursos naturales, la regulación hídrica, la restauración ecológica y el mantenimiento de la biodiversidad, más que hacia actividades agropecuarias intensivas.

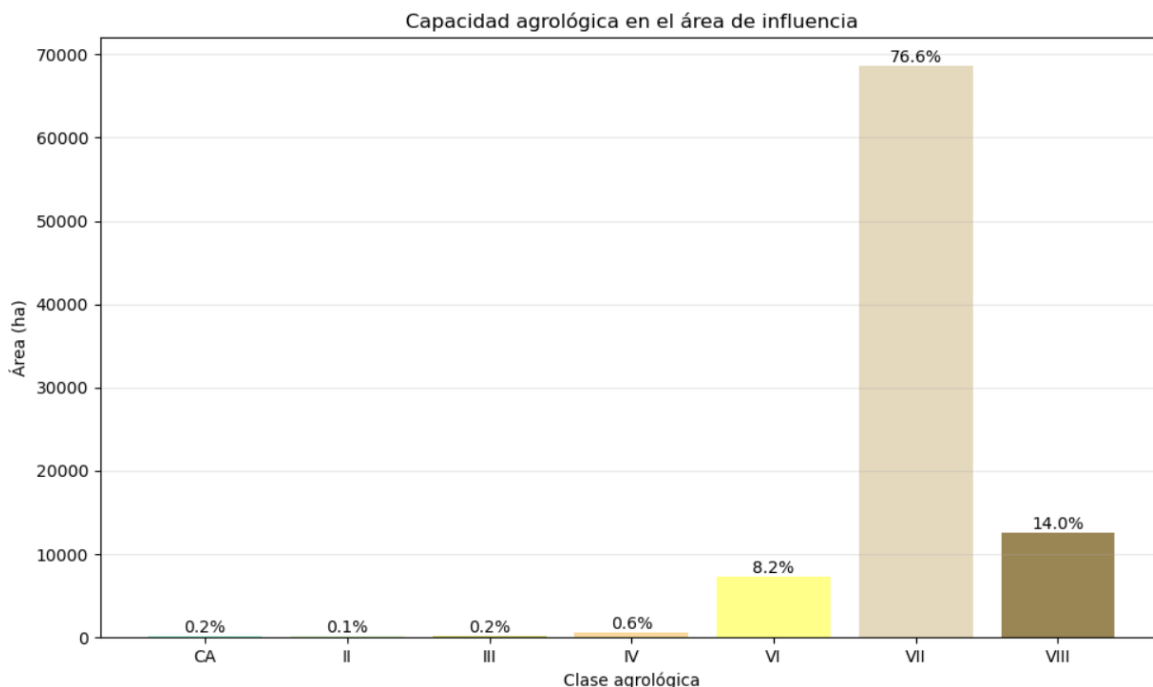


Figura 86. Distribución de porcentajes y áreas de la clasificación agrológica
Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

Por su parte, la clase VI, aunque presente en una proporción menor, también corresponde a tierras con restricciones importantes para el desarrollo de actividades productivas, requiriendo prácticas especiales de manejo y conservación para evitar procesos de degradación. En contraste, las clases con mayor aptitud agropecuaria (CA, II, III y IV) presentan una participación marginal inferior al 1,2 % del área total (ver Figura 86 y Figura 87), lo que confirma que la capacidad productiva del territorio es limitada y que su principal función está asociada a la provisión de servicios ecosistémicos estratégicos para la región.

En términos generales, los resultados muestran que el área de influencia comparte las mismas características biofísicas que el Complejo de Páramos de Sonsón, estando conformada mayoritariamente por tierras cuya aptitud natural favorece usos de conservación y protección ambiental. Esta condición refuerza la importancia de orientar las estrategias de manejo territorial hacia la preservación de los ecosistemas de montaña y la gestión sostenible de los recursos naturales presentes en el territorio.

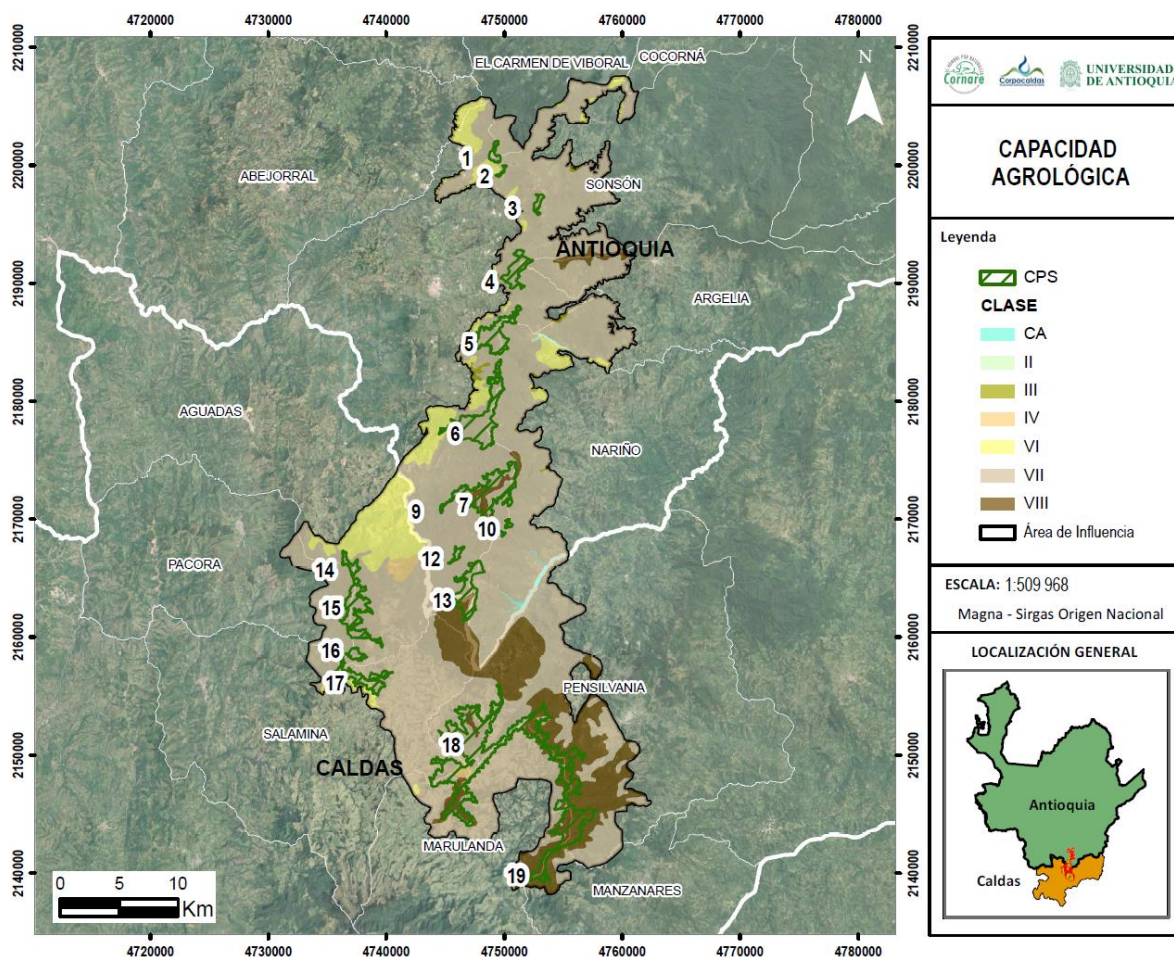


Figura 87. Clasificación agrológica en el área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

Los resultados para el CPS muestran una condición muy homogénea de la capacidad agrológica, dominada ampliamente por las clases VII y VIII, lo cual es consistente con las características biofísicas propias de los ecosistemas de alta montaña y páramo.

Al analizar la distribución por polígono (ver Figura 87 y Figura 88), la clase VII es la más representativa en la mayoría de los casos, encontrándose en 17 de los 19 polígonos evaluados. Esta clase agrupa tierras con severas limitaciones para el uso agropecuario, donde las restricciones asociadas a pendiente, profundidad efectiva del suelo, susceptibilidad a la erosión y condiciones climáticas limitan significativamente su capacidad productiva. Los mayores valores de esta clase se presentan en los polígonos 5, 6 y 7, localizados entre los municipios de Sonsón y Nariño (Antioquia); en el polígono 15, ubicado entre los municipios de Aguadas y Pácora (Caldas); en el polígono 18, localizado entre los

municipios de Pensilvania, Salamina y Marulanda (Caldas); y en el polígono 13, que se extiende entre los municipios de Sonsón y Nariño (Antioquia) y Pensilvania (Caldas).

Por su parte, la clase VIII, correspondiente a tierras con limitaciones extremas y destinadas principalmente a conservación, protección ambiental y mantenimiento de servicios ecosistémicos, se concentra en pocos polígonos pero con extensiones importantes. Destacan especialmente el polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Salamina y Marulanda (Caldas), y el polígono 7, localizado entre Sonsón y Nariño (Antioquia), seguidos por los polígonos 19, situado entre los municipios de Pensilvania y Marulanda (Caldas), y 13, localizado entre los municipios de Sonsón y Nariño (Antioquia) y Pensilvania (Caldas) (ver Figura 87 y Figura 88)

Las clases de mayor aptitud productiva prácticamente no se encuentran representadas dentro del complejo. Las clases II, III y CA no registran superficie en ninguno de los polígonos, mientras que las clases IV y VI aparecen únicamente de manera puntual. La clase IV se registra exclusivamente en el polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Salamina y Marulanda. Por su parte, la clase VI se presenta de forma marginal en los polígonos 5, 6, 14 y 17, localizados entre los municipios de Sonsón y Nariño (Antioquia) y Pensilvania (Caldas), con superficies reducidas que en la mayoría de los casos no superan las 30 ha (ver Figura 87 y Figura 88).

En términos generales, la distribución observada confirma que el CPS está conformado predominantemente por tierras con alta fragilidad ambiental y baja aptitud para usos agropecuarios convencionales, siendo la conservación de coberturas naturales, la protección de recursos hídricos y la restauración ecológica los usos más compatibles con las características físicas del territorio.

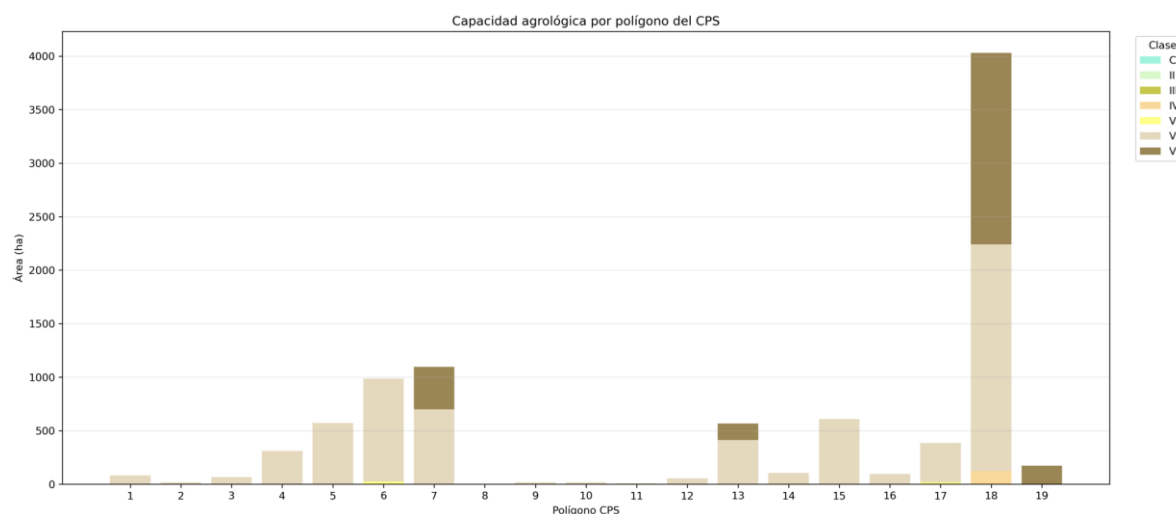


Figura 88. Distribución de la capacidad agrológica del suelo en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC.

4.3.4 Conflictos en el uso del suelo según POMCA

El análisis de conflictos de uso del suelo en el área de influencia del CPS evidencia una condición heterogénea en la relación entre el uso actual del suelo y su capacidad o vocación. De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la información de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) de los ríos Samaná Norte, Samaná Sur, Arma, Tapias, La Miel y Guarinó, la mayor proporción del territorio corresponde a áreas sin conflicto de uso o con uso adecuado. Estas abarcan aproximadamente 37.737,88 ha, equivalentes al 41,04 % del área analizada. Estas áreas representan sectores donde las actividades actuales del suelo son compatibles con su aptitud biofísica, lo que indica un manejo relativamente adecuado del territorio y una menor presión sobre los recursos naturales.

No obstante, el análisis también evidencia la presencia de áreas con conflictos asociados a subutilización del suelo, que en conjunto representan cerca del 34,04 % del área. Dentro de esta categoría se destacan las zonas con subutilización ligera, que abarcan 14.649,62 ha (15,93%), seguidas por subutilización severa con 11.233,11 ha (12,22%) y subutilización moderada con 5.416,84 ha (5,89%). Estas áreas corresponden a territorios cuya capacidad productiva o potencial de uso es mayor que el uso actual que se les está dando, lo cual puede interpretarse como una oportunidad para implementar prácticas productivas más acordes con su vocación, particularmente mediante sistemas agroforestales o forestales sostenibles que permitan mejorar el aprovechamiento del suelo sin comprometer su estabilidad ecológica.

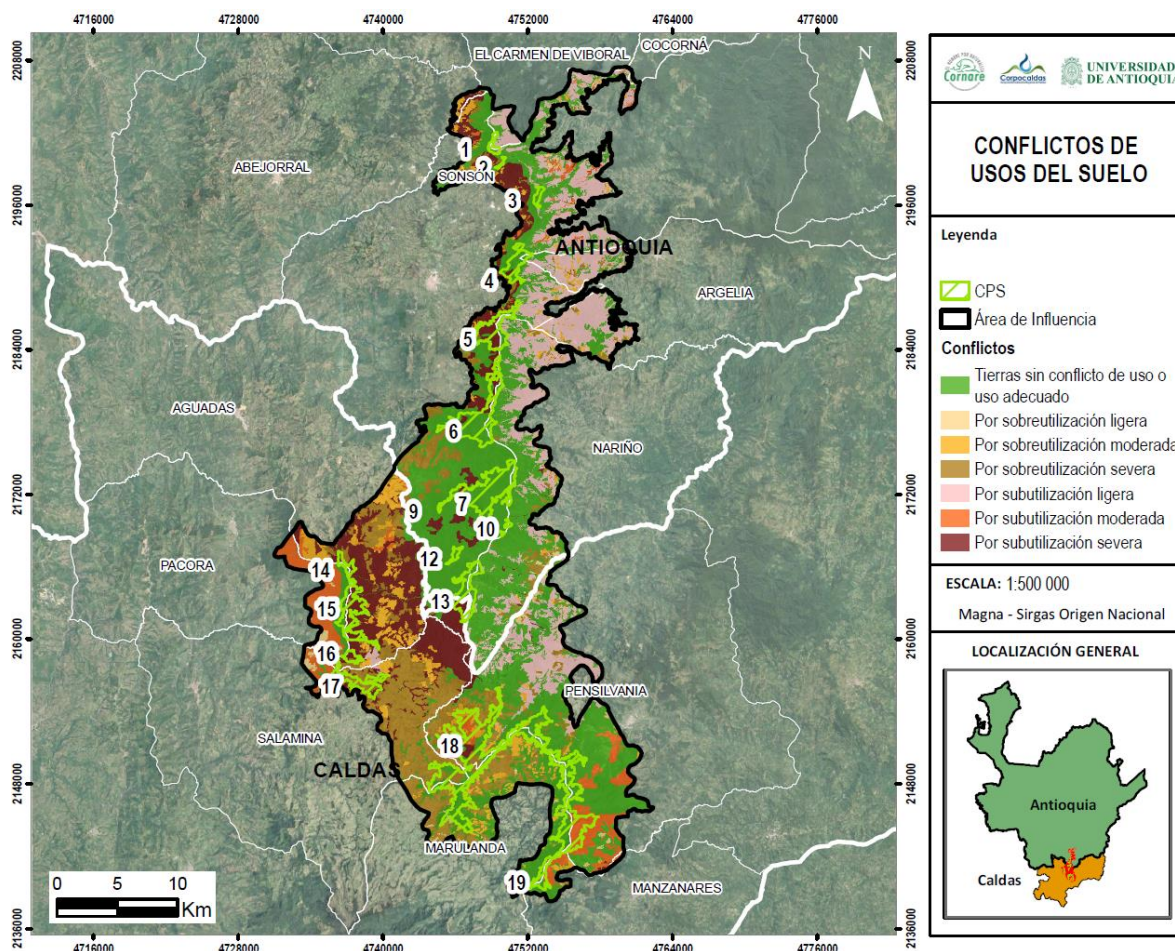


Figura 89. Conflictos de usos del suelo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del POMCA.

Por otra parte, se identifican también áreas con conflictos por sobreutilización, las cuales suman aproximadamente 24,93% del área total. En este grupo se destacan las zonas con sobreutilización severa, que comprenden 14.500,07 ha (15,77%), seguidas por áreas con sobreutilización moderada con 5.401,06 ha (5,87%) y sobreutilización ligera con 3.026,07 ha (3,29%) (ver Figura 89). Estas condiciones reflejan sectores donde el uso actual del suelo supera su capacidad natural, lo que puede generar procesos de degradación, pérdida de fertilidad, erosión y afectación a las contribuciones de la naturaleza, especialmente en contextos de alta pendiente y fragilidad ambiental.

En términos generales, los resultados muestran que, aunque una parte importante del área de influencia presenta condiciones de uso adecuado, existe una proporción considerable del área con conflictos de uso del suelo por subutilización y sobreutilización. Eso sugiere la necesidad de fortalecer estrategias de ordenamiento y manejo sostenible del territorio,

orientadas a ajustar las prácticas productivas a la capacidad real del suelo, priorizar sistemas forestales de protección y promover modelos de uso compatibles con la conservación de los ecosistemas estratégicos asociados al Complejo de Páramos Páramo de Sonsón.

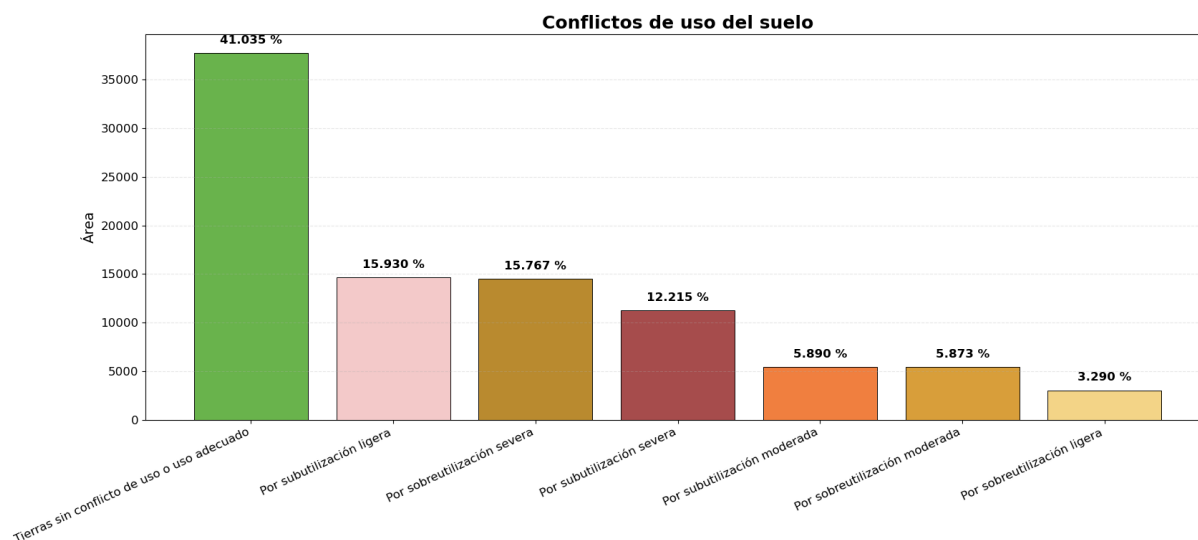


Figura 90. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del POMCA.

El análisis de los conflictos de uso del suelo al interior de los polígonos que conforman el CPS permite identificar el grado de correspondencia entre el uso actual del territorio y su vocación biofísica, evidenciando sectores donde el aprovechamiento del suelo se encuentra en condiciones adecuadas y otros donde se presentan procesos de sobreutilización o subutilización. A partir de la gráfica de distribución de áreas por conflictos de usos del suelo para cada uno de los polígonos que conforman el CPS (ver Figura 91) se observa que una proporción importante del territorio del complejo se encuentra bajo la categoría de tierras sin conflicto de uso o uso adecuado.

En los polígonos del sector norte del complejo (1, 2 y 3), localizados en el municipio de Sonsón, predomina la categoría de uso adecuado, lo que significa que en estos sectores los usos actuales del suelo se ajustan de manera apropiada a la capacidad del territorio. No obstante, en los polígonos 1 y 3 también se identifican pequeñas áreas con subutilización ligera, lo cual indica territorios que podrían tener potencial para usos productivos de baja intensidad o para procesos de restauración ecológica sin comprometer la funcionalidad ambiental del ecosistema.

En los polígonos intermedios del complejo (4, 5, 6 y 7), ubicados en municipios como Sonsón y Nariño, comienza a evidenciarse una mayor complejidad en los conflictos de uso

del suelo. Aunque en estos sectores todavía predominan las áreas sin conflicto, particularmente en los polígonos 6 y 7, también aparecen categorías de subutilización severa y ligera, así como algunas áreas con sobreutilización moderada o severa. En el polígono 5 se identifican más de 309 ha en condición de subutilización severa, junto con superficies menores de sobreutilización, lo que indica un desbalance entre la capacidad productiva del suelo y el uso que actualmente se desarrolla. De manera similar, en el polígono 6 se registra una superficie cercana a 206 ha en subutilización severa, lo que sugiere áreas donde el potencial del suelo podría estar siendo aprovechado por debajo de su capacidad, posiblemente asociadas a coberturas naturales o usos extensivos.

Por su parte, los polígonos de menor extensión territorial (8, 9, 10, 11 y 12), localizados en el municipio de Sonsón, presentan una condición prácticamente homogénea de uso adecuado del suelo, lo que evidencia territorios con baja presión antrópica y un uso compatible con las condiciones biofísicas del entorno. Esto confirma la idea de que estos sectores corresponden a áreas con alta naturalidad o con limitaciones ambientales que restringen la intensificación de actividades productivas.

En los polígonos ubicados hacia el sector occidental y suroccidental del complejo (14, 15, 16 y 17), localizados en el departamento de Caldas, así como el polígono 13 que se ubica entre Antioquia (Sonsón y Nariño) y Caldas (Pensilvania), se observa una mayor presencia de conflictos de uso asociados principalmente a subutilización y sobreutilización severas, lo que indica territorios con mayores niveles de intervención antrópica o con procesos de ocupación que han generado desajustes entre la vocación del suelo y las actividades desarrolladas. En el polígono 13 se identifican más de 155 ha en subutilización severa, mientras que en el polígono 15, ubicado en Aguadas y Pácora, esta categoría alcanza aproximadamente 456 ha, constituyéndose como uno de los sectores con mayor extensión en este tipo de conflicto. De manera similar, el polígono 17, localizado en municipios como Salamina, Pácora y Aguadas, presenta más de 251 ha en sobreutilización severa, áreas donde las actividades productivas, principalmente agropecuarias, podrían estar superando la capacidad natural del suelo, generando potenciales procesos de degradación ambiental.

El polígono 18, ubicado entre los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, que corresponde al sector de mayor extensión dentro del complejo, presenta una configuración particularmente diversa en términos de conflictos de uso del suelo. Aunque en este polígono predomina ampliamente la categoría de uso adecuado, con aproximadamente 2.146 ha, también se registran superficies importantes de sobreutilización severa y subutilización moderada, lo que evidencia tensiones entre la capacidad del suelo y los usos actuales en sectores específicos.

Finalmente, el polígono 19, localizado en el extremo sur del complejo, en los municipios de Marulanda y Manzanares, presenta tierras sin conflicto de uso, con aproximadamente 132

ha, acompañadas por una pequeña superficie de subutilización moderada, lo cual indica condiciones estables en términos de correspondencia entre uso y vocación del suelo.

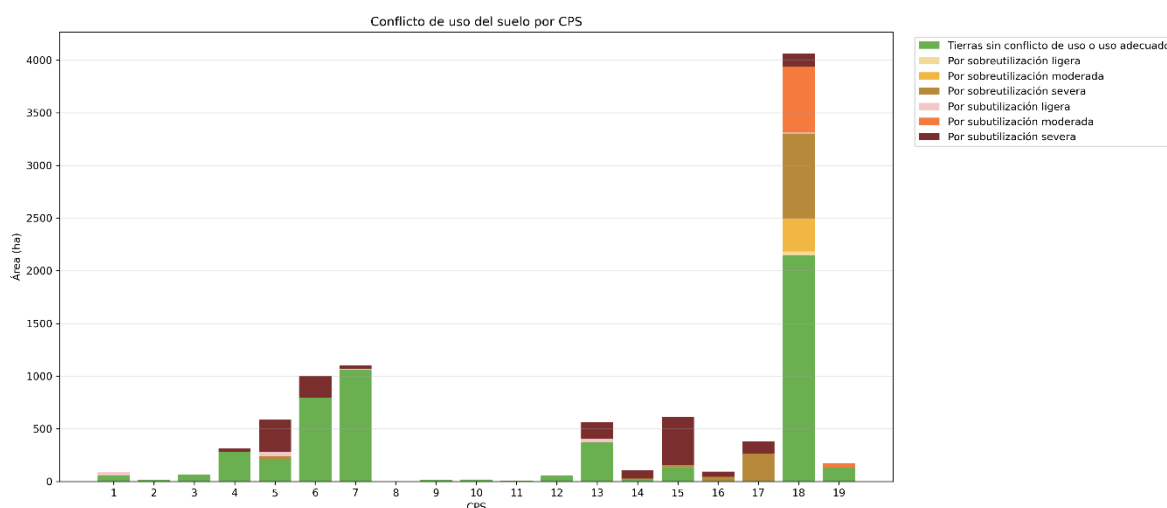


Figura 91. Distribución de los conflictos del uso del suelo en el CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del POMCA.

4.3.5 Conflictos en el uso del suelo según capacidad agrológica

La identificación de los conflictos de uso del suelo se realizó mediante la integración de la cartografía de coberturas de la tierra y la cartografía de capacidad agrológica de los suelos. Para ello, se efectuó una superposición espacial de ambas capas temáticas mediante herramientas de análisis geográfico, generando unidades espaciales resultantes que contienen simultáneamente la información de la cobertura presente y la clase de capacidad agrológica correspondiente.

Posteriormente, se definieron criterios de compatibilidad entre el uso actual del suelo y su capacidad de uso potencial. Las coberturas naturales y seminaturales, tales como bosques, vegetación secundaria y herbazales, fueron consideradas como usos adecuados debido a su contribución a la conservación de los ecosistemas, la regulación hídrica y el mantenimiento de la biodiversidad. De igual forma, las áreas clasificadas como suelos desnudos fueron consideradas compatibles para efectos del análisis, dado que pueden corresponder tanto a afloramientos naturales como a sectores con escasa cobertura vegetal propios de los ecosistemas de alta montaña.

Por su parte, las coberturas asociadas a actividades agropecuarias y productivas, incluyendo cultivos, mosaicos agropecuarios, pastos y plantaciones forestales, fueron

evaluadas en función de la capacidad agrológica del terreno. Estas coberturas fueron clasificadas como compatibles cuando se localizaron sobre tierras con clases agrológicas, II, III y IV, mientras que fueron consideradas en conflicto cuando se ubicaron sobre tierras clasificadas en las clases VI, VII y VIII, debido a las limitaciones físicas y ambientales que presentan estos suelos y a su vocación preferente para la conservación y protección de los recursos naturales. Las áreas urbanas fueron clasificadas como conflicto de uso independientemente de la clase agrológica, por corresponder a transformaciones permanentes del territorio incompatibles con la función ambiental predominante de estas áreas.

Es importante precisar que la cartografía de capacidad agrológica utilizada en el análisis corresponde a información oficial generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a escala 1:100.000, mientras que la cartografía de coberturas de la tierra fue elaborada a una escala más detallada. En consecuencia, los resultados obtenidos deben interpretarse como una aproximación regional orientada a identificar tendencias generales de compatibilidad entre el uso actual y la capacidad potencial del territorio, más que como una evaluación predial o de detalle.

No obstante, se considera que la integración de ambas fuentes constituye un ejercicio técnicamente válido y consistente con los alcances del presente estudio, particularmente en el contexto de la formulación y zonificación del Plan de Manejo del Complejo de Páramos de Sonsón. Lo anterior se sustenta en que la capacidad agrológica aporta una visión regional de las aptitudes y limitaciones biofísicas del territorio, mientras que las coberturas de la tierra permiten aproximarse al uso actual del suelo, actuando como un proxy espacial de las actividades que se desarrollan sobre el mismo. De esta manera, la combinación de ambas variables permite identificar de forma razonable aquellas áreas donde existe correspondencia entre la vocación del territorio y su estado actual de ocupación, así como los sectores donde pueden presentarse incompatibilidades relevantes para los procesos de planificación, conservación y manejo ambiental.

Finalmente, las unidades resultantes fueron agrupadas en dos categorías: Sin conflicto de uso o uso adecuado y Conflicto de uso, permitiendo cuantificar y espacializar las áreas donde el uso actual del suelo es compatible con sus condiciones biofísicas y aquellas donde existen incompatibilidades entre la cobertura presente y la capacidad de uso potencial del territorio.

Como resultado del análisis de conflictos de uso del suelo, se identificó que el 83,2 % del área de influencia presenta condiciones de uso adecuadas o compatibles con su capacidad de uso potencial, mientras que el 16,8 % corresponde a áreas clasificadas en conflicto de uso. Este resultado indica que, en términos generales, el territorio mantiene una alta

correspondencia entre las coberturas actuales y la vocación biofísica de los suelos (ver Figura 92 y Figura 93).

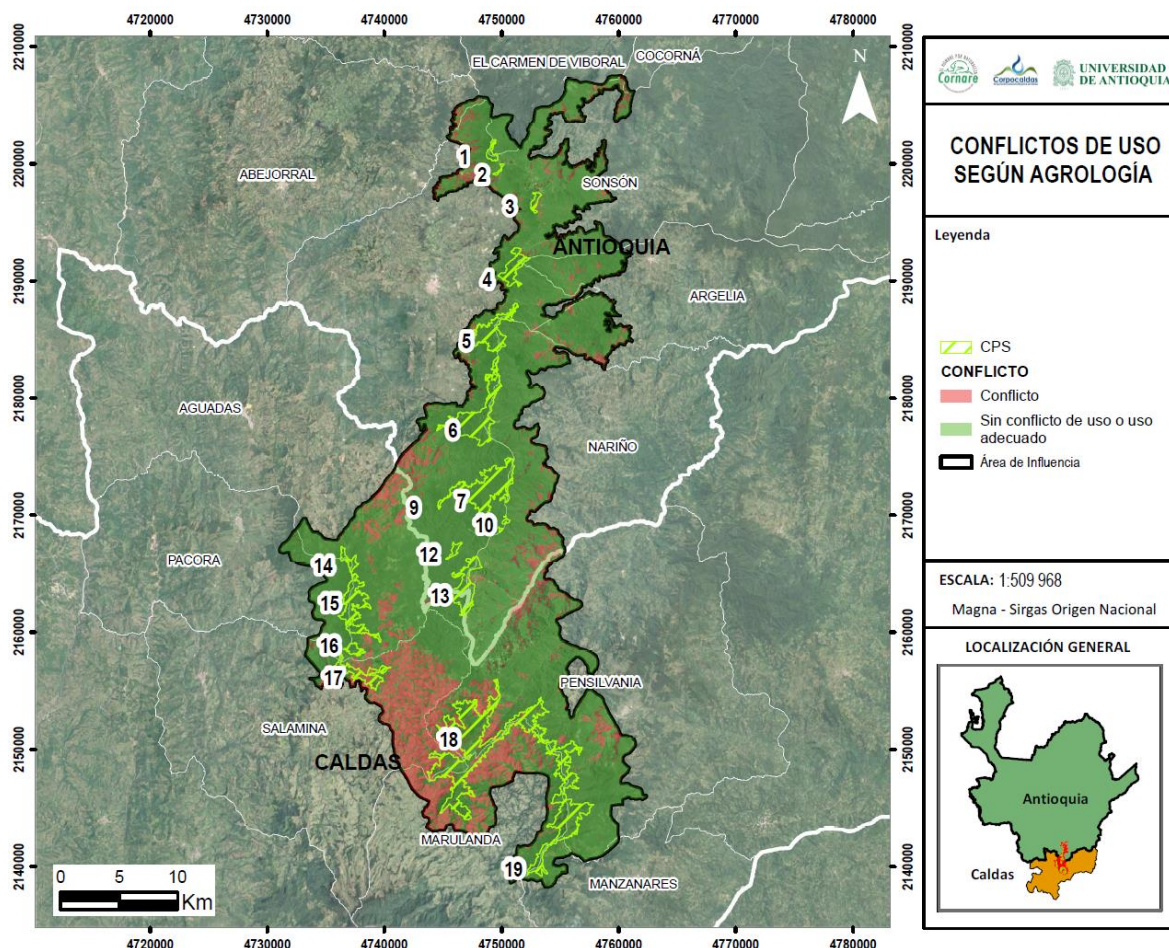


Figura 92. Conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC

Desde el punto de vista espacial, los conflictos identificados se concentran principalmente en las zonas bajas del área de influencia suelos (ver Figura 92), asociadas a sectores donde las actividades agropecuarias y productivas se desarrollan sobre tierras con limitaciones agrológicas importantes. Estos conflictos se localizan especialmente en áreas próximas a la franja altoandina, donde la expansión de pastos, cultivos y otras coberturas transformadas coincide con suelos clasificados en las categorías VI, VII y VIII. Los patrones más representativos se observan en municipios como Sonsón, Aguadas, Salamina y Marulanda, donde se concentra una proporción significativa de las áreas en conflicto suelos (ver Figura 92 y Figura 93)

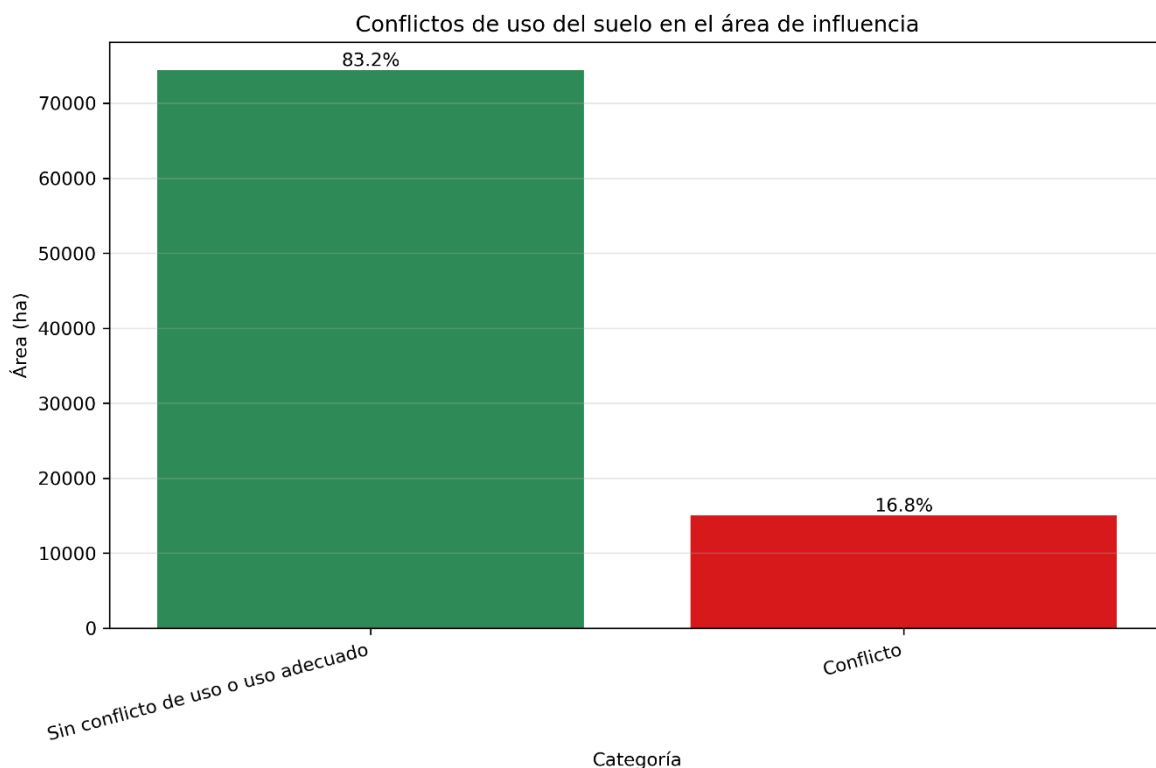


Figura 93. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC

Por otra parte, los resultados muestran que los conflictos no se distribuyen de manera homogénea entre los polígonos del CPS, sino que se concentran en un número reducido de unidades territoriales (ver Figura 94). El polígono 18 registra la mayor superficie en conflicto, con 631,71 ha, equivalente a aproximadamente el 43,4 % del total de conflictos identificados en el complejo. Este polígono se localiza entre los municipios de Pensilvania, Salamina y Marulanda, en el departamento de Caldas, y corresponde a uno de los sectores donde coinciden extensas áreas con limitaciones agrológicas y presencia de coberturas asociadas a actividades productivas. En segundo lugar se encuentra el polígono 17, en los municipios de Salamina, Pácora y Aguadas con 148,06 ha en conflicto, según la clasificación agrológica.

Desde una perspectiva territorial, los resultados evidencian que la mayor parte de los conflictos se concentra en el sector occidental y suroccidental del complejo, particularmente en jurisdicción de los municipios de Pensilvania, Salamina y Marulanda, así como en algunos sectores compartidos entre Sonsón, Nariño y Pensilvania. Esta distribución coincide con zonas de transición entre los ecosistemas de alta montaña y áreas con una

mayor intervención antrópica, donde las coberturas agropecuarias y productivas ocupan terrenos que presentan una vocación preferente para la conservación y protección ambiental.

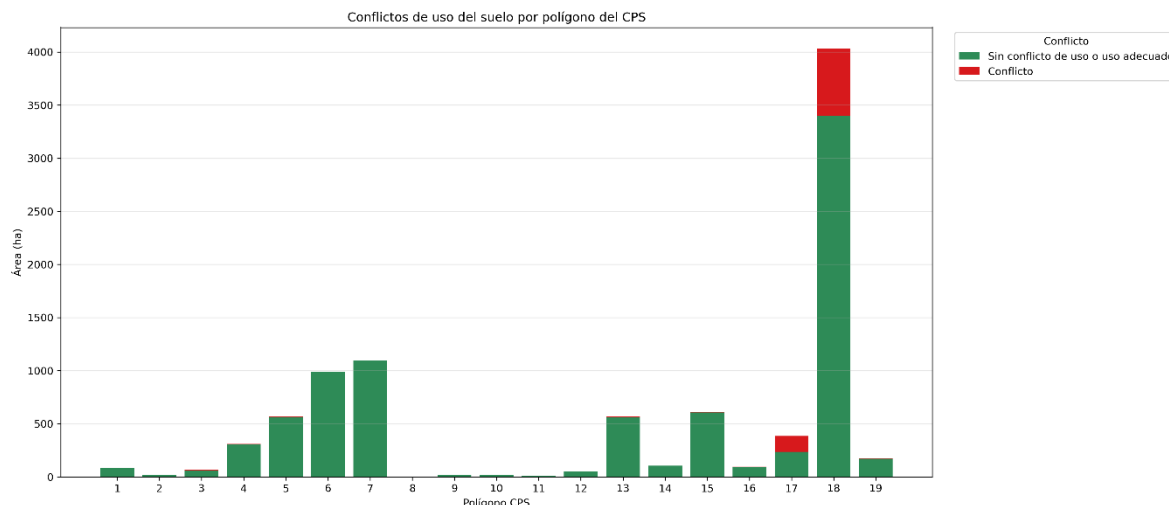


Figura 94. Porcentajes de áreas por conflictos de usos del suelo según clasificación agrológica al interior del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) con base en información del IGAC

4.4 Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE)

La funcionalidad ecológica de un territorio puede entenderse como la capacidad del ecosistema para sostener sus procesos naturales y proveer contribuciones de la naturaleza al bienestar humano de forma simultánea (Díaz et al., 2018). El IFE se construyó como un indicador espacialmente continuo que integra dos contribuciones principales de los ecosistemas de páramo: la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono.

La regulación hídrica fue cuantificada mediante un Índice de Regulación Hídrica (IRH), asociado a procesos de infiltración, almacenamiento y estabilidad de la humedad del suelo. Por su parte, el almacenamiento de carbono fue representado mediante dos variables complementarias: la Productividad Primaria Neta (NPP), como indicador de fijación de carbono en biomasa vegetal, y el carbono orgánico del suelo (C_Suelo), como indicador del principal reservorio de carbono en ecosistemas de páramo. Esto se debe a que, para el caso del CPS, el almacenamiento de carbono no puede reducirse únicamente a la biomasa aérea. Hribljan et al. (2016), Dahik et al. (2021) y Beltrán-Dávalos et al. (2025) documentan consistentemente que en ecosistemas de páramo el carbono orgánico del suelo domina las reservas totales de carbono del ecosistema.

A continuación, se describe la metodología empleada para la construcción de cada una de las variables del IFE.

4.4.1 Índice de Regulación Hídrica (IRH)

El IRH cuantifica la capacidad del territorio para infiltrar, almacenar y liberar agua de manera gradual, representando la capacidad de regulación hídrica del ecosistema. El índice fue construido a partir de tres variables asociadas al comportamiento hidrológico del territorio: la estabilidad temporal de la humedad del suelo, la pendiente del terreno y la cobertura vegetal. La selección de estas variables se basó en los resultados de Giraldo Duque (2025), quien identificó que la variabilidad de la humedad del suelo, la pendiente y la cobertura vegetal explican una proporción importante de la regulación hídrica en la región. Con base en ello, el IRH se calculó mediante la siguiente expresión:

$$IRH = 1 + 4 \times [0.50 \times CV_{norm} + 0.25 \times Pendiente_{norm} + 0.25 \times Cobertura_{norm}]$$

Las variables fueron normalizadas previamente a una escala de 0–1. El coeficiente de variación de la humedad del suelo (CV) y la pendiente se estandarizaron mediante quintiles regionales invertidos, debido a que valores altos de ambas variables se asocian con menor regulación hídrica. La cobertura vegetal fue transformada mediante un score continuo normalizado. El factor $1 + 4 \times$ permitió reescalar el índice compuesto a una escala final de 1 a 5.

- **Humedad del suelo — Coeficiente de Variación (CV)**

La estabilidad temporal de la humedad del suelo fue utilizada como indicador de regulación hídrica. Valores bajos de variabilidad indican mayor capacidad del territorio para infiltrar y almacenar agua, mientras que valores altos reflejan respuestas hidrológicas más rápidas y dominadas por escorrentía superficial. La variabilidad temporal fue calculada mediante el Coeficiente de Variación (CV):

$$CV (\%) = (\sigma / \mu) \times 100$$

donde σ corresponde a la desviación estándar y μ a la media de las observaciones diarias de humedad del suelo. Debido a que valores altos de CV representan menor regulación, la variable fue invertida antes de incorporarse al índice.

Se utilizó el producto SMAP NSIDC-0779 v1 (Lakshmi & Fang, 2023), con estimaciones diarias de humedad volumétrica del suelo a 1 km de resolución para el período 2015–2024.

El producto integra observaciones del sensor SMAP con información MODIS Aqua y GLDAS mediante un algoritmo de downscaling basado en inercia térmica superficial (Fang et al., 2022).

- **Pendiente del terreno**

La pendiente fue incorporada como variable asociada al potencial de infiltración y escorrentía del terreno. Zonas con pendientes elevadas tienden a presentar menor infiltración y respuestas hidrológicas más rápidas, mientras que áreas con pendientes bajas favorecen el almacenamiento y recarga hídrica. La pendiente fue derivada a partir del DEM ALOS PALSAR a resolución espacial de 12.5 m.

- **Cobertura vegetal**

La cobertura vegetal fue utilizada como indicador de la capacidad del territorio para favorecer infiltración y retención de agua en el suelo. Coberturas boscosas presentan mayores niveles de regulación debido al efecto de las raíces, la hojarasca y la acumulación de materia orgánica, mientras que coberturas agrícolas, urbanas o de suelo desnudo presentan menor capacidad regulatoria.

Se utilizó la cartografía IDEAM 2022 en nomenclatura Corine Land Cover nivel 3. A cada categoría se le asignó un score de regulación hídrica calibrado con los valores reportados por Giraldo Duque (2025) para cuencas del Oriente Antioqueño, mediante interpolación lineal entre las categorías de referencia. Los valores fueron posteriormente escalados a un rango de 1 a 5 para hacerlos comparables con los demás componentes del índice.

4.4.2 Productividad Primaria Neta (NPP)

La NPP cuantifica la cantidad de carbono fijado por la vegetación después de descontar la respiración autótrófica, y es ampliamente utilizada como indicador de la capacidad de los ecosistemas para fijar carbono en biomasa vegetal (Running & Zhao, 2015). Por lo anterior, se utilizó el producto MODIS MOD17A3HGF colección 061, que provee estimaciones anuales de NPP en $\text{kgC/m}^2/\text{año}$ a 500 m de resolución a partir de un modelo de eficiencia de uso de la luz que incorpora datos de temperatura, radiación fotosintéticamente activa absorbida y fracción de cobertura vegetal (Running & Zhao, 2015). Se calculó el promedio del período 2015–2024, con el 99.3% de los píxeles con datos para los 10 años del período. Los valores fueron re proyectados a la grilla de 30 m mediante interpolación bilinear y estandarizados en quintiles regionales donde Q5 corresponde a mayor productividad ecológica.

4.4.3 Carbono Orgánico en Suelo (C_Suelo)

Se utilizó la capa de carbono orgánico del suelo de SoilGrids 2.0 (Poggio et al., 2021), promediado en los primeros 60 cm de profundidad en unidades de dg/kg, a resolución nativa de 250 m. SoilGrids 2.0 es un producto desarrollado por ISRIC que integra más de 240,000 perfiles de suelo con covariables ambientales — clima, vegetación, relieve, geología — mediante modelos de aprendizaje automático con cuantificación espacial de la incertidumbre (Poggio et al., 2021). Fue reproyectado a la grilla de 30 m mediante interpolación bilinear y estandarizado en quintiles regionales donde Q5 corresponde a mayor almacenamiento de carbono.

4.4.4 Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE)

El IFE se calcula como una combinación ponderada de sus tres componentes:

$$IFE = 0.50 * IRH + 0.25 * NPP + 0.25 * C_Suelo$$

La ponderación de los componentes del IFE fue definida mediante consulta con un panel de expertos. El índice asigna un 50% al componente de regulación hídrica, representado por el IRH, y un 50% al componente de almacenamiento de carbono, distribuido equitativamente entre la NPP y el C_Suelo (25% cada uno). Esta distribución responde a la evidencia disponible para ecosistemas de páramo, donde tanto la biomasa vegetal como el suelo constituyen reservorios relevantes de carbono (Hribljan et al., 2016; Dahik et al., 2021).

Los componentes del índice fueron previamente estandarizados a una escala ordinal de 1 a 5 mediante quintiles, donde los valores más bajos corresponden a una menor funcionalidad ecológica relativa y los valores más altos a una mayor funcionalidad. El cálculo y clasificación del Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE) se realizó sobre una ventana de estudio más amplia que el área de influencia del CPS, por lo que la distribución de los quintiles responde al comportamiento regional de todas las áreas analizadas. En este contexto, la clasificación del IFE dentro del área de influencia comprende cinco categorías: muy bajo (Clase 1), bajo (Clase 2), medio (Clase 3), alto (Clase 4) y muy alto (Clase 5), las cuales representan un gradiente creciente de funcionalidad ecológica.

Un valor alto o muy alto (clase 4 y 5) del IFE indica zonas donde convergen simultáneamente una alta capacidad de regulación hídrica y una elevada capacidad de almacenamiento de carbono. Estas áreas pueden presentar condiciones que favorecen la infiltración, almacenamiento y liberación gradual del agua, junto con una mayor fijación y

acumulación de carbono en la biomasa y el suelo. Estas áreas corresponden a territorios que mantienen mejores condiciones ecológicas y una mayor capacidad de contribuir al bienestar humano, por lo que constituyen zonas prioritarias para la conservación y protección. Por el contrario, los valores bajos o muy bajos (clase 1 y 2) representan sectores con menor capacidad para sostener estas funciones ecológicas, asociados a una menor regulación hídrica y menores reservas de carbono.

En este sentido, el IFE permite identificar espacialmente sectores con distinta capacidad para sostener funciones ecológicas estratégicas relacionadas con la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. Asimismo, el índice puede apoyar la identificación de áreas estratégicas para orientar incentivos económicos dirigidos a la conservación y al manejo sostenible del territorio. Por su parte, las áreas con categorías baja y muy baja reflejan una disminución en estas funciones ecológicas, permitiendo identificar sectores prioritarios para procesos de restauración, recuperación ecológica e implementación de medidas de manejo ambiental.

El área de influencia presenta niveles de funcionalidad ecológica entre bajos y medios, aunque una proporción importante del mantiene condiciones altas y muy altas para la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. La Clase 2 (funcionalidad ecológica baja) representa el 37,3 % del territorio, seguida por la Clase 3 (funcionalidad ecológica media), con el 29,9 %. Por su parte, la Clase 4 (funcionalidad ecológica alta) corresponde al 22,8 % del área, mientras que la Clase 5 (funcionalidad ecológica muy alta) ocupa el 7,5 %. Finalmente, la Clase 1 (funcionalidad ecológica muy baja) representa el 2,5 % del territorio.

Como se observa en la Figura 95, los menores valores del Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE) se concentran principalmente en el sector sur del área de influencia del CPS. En Antioquia, estas áreas se localizan principalmente en el sur de los municipios de Sonsón y Nariño, mientras que en Caldas se distribuyen en los municipios de Aguadas, Pácora, y, especialmente, Salamina y Marulanda. Por el contrario, los sectores con funcionalidad ecológica muy alta se concentran principalmente hacia la zona norte y nororiental del complejo.

Este patrón espacial es consistente con la distribución de las variables biofísicas que determinan la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. En los sectores del sur predominan elevaciones más altas y pendientes más pronunciadas, condiciones que limitan la infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo, reduciendo la capacidad de regulación hídrica. Adicionalmente, en algunas de estas áreas predominan coberturas de pastos y territorios transformados (ver 4.1.5 Coberturas de la tierra), los cuales presentan

una menor capacidad de retención de humedad y menores reservas de carbono en comparación con las coberturas naturales.

Por su parte, las áreas con los valores más altos del IFE se localizan principalmente en el norte del área de influencia del CPS, incluyendo sectores de los municipios de El Carmen de Viboral, Argelia y el norte de Sonsón (ver Figura 95). Estas zonas coinciden con áreas de mayor disponibilidad hídrica asociada al régimen de precipitación y con una importante presencia de coberturas boscosas, factores que favorecen tanto la regulación del recurso hídrico como el almacenamiento de carbono (Figura 21). En conjunto, estas condiciones contribuyen a mantener una mayor estabilidad de la humedad del suelo y una mayor acumulación de carbono en la biomasa y el suelo, reflejándose en niveles más altos de funcionalidad ecológica.

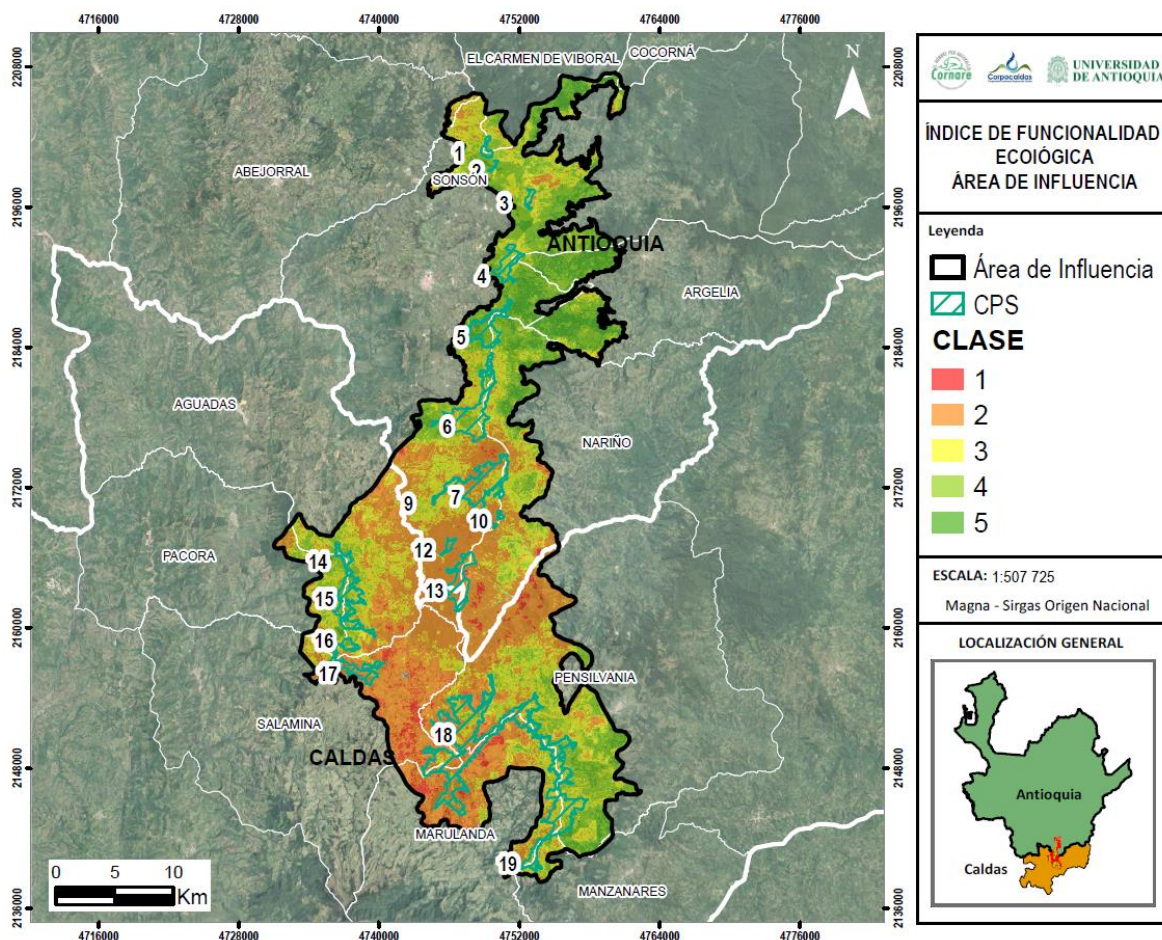


Figura 95. Índice de Funcionalidad Ecológica en el CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

El análisis del Índice de Funcionalidad Ecológica (IFE) al interior de los polígonos del CPS evidencia un predominio de las categorías media (Clase 3) y baja (Clase 2), las cuales representan 3.480,50 ha (37,92 %) y 3.337,01 ha (36,35 %) del área total, respectivamente. Les sigue la categoría alta (Clase 4), con 2.049,02 ha (22,32 %), mientras que las categorías muy altas (Clase 5) y muy baja (Clase 1) presentan una participación reducida, con 198,06 ha (2,16 %) y 114,74 ha (1,25 %), respectivamente.

A escala de polígonos se observan patrones espaciales diferenciados de funcionalidad ecológica (ver Figura 96). En el sector norte del complejo, correspondiente principalmente a los polígonos 1 y 2, ubicados en los municipios de El Carmen de Viboral y Sonsón (Antioquia), predomina la categoría alta (Clase 4), que representa más del 75 % de la superficie de cada polígono. Esta tendencia se mantiene en el polígono 5, localizado entre Sonsón y Nariño, donde se concentran importantes extensiones de las categorías alta y muy alta. En particular, este polígono concentra la mayor superficie clasificada como muy alta funcionalidad ecológica (Clase 5), con 138,96 ha.

Los polígonos 3, 4, 6, 9 y 10 en Antioquia y los polígonos 16 y 19 en Caldas, presentan predominancia de la categoría media (Clase 3). Dentro de este grupo sobresalen los polígonos 4 y 6 por contener extensiones importantes de la categoría alta, con aproximadamente 94,03 ha y 342,85 ha, respectivamente, evidenciando sectores con condiciones favorables para la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono.

Hacia la zona central y sur del complejo, aumenta la presencia de categorías de menor funcionalidad ecológica. Los polígonos 7, 8, 11 y 12, localizados principalmente en los municipios de Sonsón y Nariño, presentan predominancia de la categoría baja (Clase 2), condición que se hace más evidente en el polígono 13, ubicado entre Antioquia y Caldas, donde esta categoría representa cerca del 89% de su superficie. De manera similar, el polígono 17 presenta predominio de la categoría baja y concentra además una proporción importante de áreas clasificadas como muy baja funcionalidad ecológica (Clase 1), constituyéndose en uno de los sectores con menores valores del índice.

Por su parte, el polígono 14, localizado en los municipios de Aguadas y Pácora (Caldas), presenta predominancia de la categoría alta (Clase 4), acompañada de áreas clasificadas como muy alta funcionalidad ecológica. El polígono 15 mantiene igualmente una dominancia de la categoría alta, mientras que el polígono 16 presenta una distribución entre las categorías media y alta.

Finalmente, el polígono 18, localizado en los municipios de Pensilvania, Marulanda y Salamina, corresponde al de mayor extensión dentro del CPS y presenta una configuración altamente heterogénea. Aunque predomina la categoría baja (1.790,33 ha), también se

registran amplias superficies clasificadas como funcionalidad media (1.528,56 ha) y alta (603,60 ha), además de áreas menores en las categorías muy baja y muy alta. Esta distribución refleja una marcada variabilidad espacial en las condiciones ecológicas del territorio. El polígono 19, localizado entre Marulanda y Manzanares, presenta predominancia de la categoría media, con presencia secundaria de la categoría alta.

En términos generales, los resultados evidencian un gradiente espacial de funcionalidad ecológica que tiende a disminuir de norte a sur dentro del CPS (ver Figura 95). Los mayores valores del índice se concentran en los polígonos ubicados en el norte de Antioquia y en algunos sectores específicos de transición hacia Caldas, mientras que hacia el centro y sur del complejo aumenta la proporción de áreas con funcionalidad media y baja.

Este patrón espacial es consistente con la distribución de las variables biofísicas que determinan la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. En los sectores del sur predominan elevaciones más altas y pendientes más pronunciadas, condiciones que limitan la infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo, reduciendo la capacidad de regulación hídrica. Adicionalmente, en algunas de estas áreas predominan coberturas de pastos y territorios transformados, los cuales presentan una menor capacidad de retención de humedad y menores reservas de carbono en comparación con las coberturas naturales.

Por el contrario, las áreas con los valores más altos del IFE se localizan principalmente en el norte del área de influencia del CPS, incluyendo sectores de los municipios de El Carmen de Viboral, Argelia y el norte de Sonsón. Estas zonas coinciden con áreas de mayor disponibilidad hídrica asociada al régimen de precipitación y con una importante presencia de coberturas boscosas, factores que favorecen simultáneamente la regulación del recurso hídrico y el almacenamiento de carbono. En conjunto, estas condiciones contribuyen a mantener una mayor estabilidad de la humedad del suelo y una mayor acumulación de carbono en la biomasa y el suelo, reflejándose en niveles más altos de funcionalidad ecológica.

Por su parte, las áreas con funcionalidad media corresponden a territorios que aún conservan una capacidad importante para la provisión de contribuciones al bienestar humano, aunque presentan algún grado de intervención o transformación. En contraste, las áreas con funcionalidad baja y muy baja, que en conjunto suman 3.451,74 ha, se concentran principalmente en sectores donde predominan coberturas transformadas, como pasturas y áreas agrícolas (ver 4.1.5 Coberturas de la tierra), evidenciando una menor capacidad de regulación ecológica. Cabe señalar que los cuerpos de agua superficiales fueron excluidos del cálculo del índice, al no corresponder a unidades terrestres de análisis.

En este contexto, los resultados del IFE permiten identificar las áreas con mayor potencial para aportar contribuciones de la naturaleza relacionadas con la regulación hídrica y la mitigación del cambio climático. Los sectores con funcionalidad alta y muy alta constituyen áreas estratégicas para la conservación, ya que favorecen la disponibilidad y regulación del recurso hídrico, el almacenamiento de carbono y el mantenimiento de la integridad ecológica del territorio. Por el contrario, las áreas con funcionalidad baja y muy baja representan zonas prioritarias para procesos de restauración ecológica y manejo sostenible, orientados a fortalecer la capacidad del paisaje para sostener estas contribuciones y mejorar su resiliencia frente a las presiones ambientales y los escenarios de cambio climático.

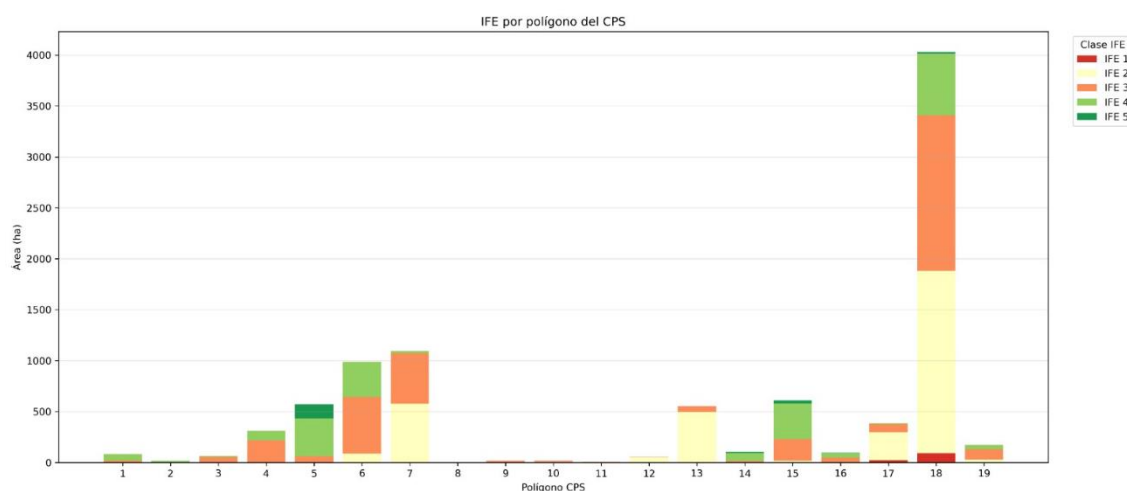


Figura 96. Índice de Funcionalidad Ecológica por polígono del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

4.5 Caracterización Socioeconómica y Cultural

4.5.1 Contexto histórico relacionado con el CPS

El presente apartado expone una breve aproximación a la historia ambiental de CPS¹. Para este ejercicio se retoman principalmente elementos del documento de caracterización socioeconómica y cultural elaborado por el Instituto de Estudios Regionales (INER) de la Universidad de Antioquia para el Instituto Alexander von Humboldt en el marco de los estudios técnicos, económicos, ambientales y sociales - ETESA del complejo (IAvH & INER, 2015) (ver Tabla 29).

¹ Los pobladores locales, en especial en los municipios de Caldas, usan la expresión tierras frías para referirse al páramo y sus ecosistemas asociados como el bosque alto andino. De acuerdo al trabajo realizado por el IAvH & INER (2015) y al trabajo en los espacios de interlocución en ambos departamentos también se les llama tierras altas.

Tabla 29. Aspectos clave - contexto histórico CPS.

PERÍODO	ASPECTOS CLAVE
1780 - 1950 Colonización y consolidación de la frontera agrícola	El poblamiento de las veredas del CPS se remonta hacia 1780, pobladores del oriente antioqueño colonizaron el municipio de Sonsón. Posteriormente, hacia 1920, la población proveniente de Cundinamarca y Boyacá comenzó a asentarse en territorios de páramo de los municipios de Salamina y Marulanda. La búsqueda de nuevas tierras estuvo motivada por la escasez de suelos disponibles en territorios altamente poblados, el desempleo, los bajos salarios y más tarde por los efectos de la violencia bipartidista en Cundinamarca y Boyacá entre 1930-1950. Esta oleada migratoria propició la expansión de la frontera agropecuaria, pero en su mayor medida la extracción de madera y carbón vegetal para su comercialización en mercados locales y regionales. Para ese periodo, la población demandaba importantes volúmenes de madera destinada a la construcción de viviendas y la elaboración de mobiliario, así como carbón vegetal, el cual constituía un combustible ampliamente utilizado por los centros urbanos antes de la generalización de la electricidad y, posteriormente, del gas como principales fuentes de energía doméstica. A su vez el aprovechamiento de especies silvestres como armadillos, guaguas, ardillas, pavas, venados y guatines para la alimentación, permitía que la caza cumpliera una función de control de fauna, orientada a proteger cultivos, ganado y animales de corral frente a depredadores como el puma. La condición de “frontera” de estos territorios, tanto en términos jurídico-administrativos como en su relación con los mercados municipales y departamentales, favoreció la consolidación de dicha expansión productiva y la persistencia en la extracción de productos forestales del bosque. La ubicación del CPS en Caldas en una región predominantemente cafetera definió la relación de las tierras altas y frías con las tierras medias y templadas. Estas relaciones se estructuraron en torno a la circulación de materias primas, alimentos, combustibles y el aprovechamiento del agua en la zona cafetera. En contraste, en Antioquia las tierras frías han ocupado un lugar sobresaliente en la economía del suroriente, donde la agricultura ha sido el eje principal del desarrollo económico.
1970–1994 Consolidación de actividades productivas	A partir de la década 1970, las actividades extractivas comenzaron a perder relevancia y dieron paso a la consolidación de modelos productivos diferenciados por departamento pero que combinaban “la cultura paisa, maicera y frijolera, y la boyacense, papera” (Parsons, 1979; Ortiz & Almario, 2007). En Antioquia se fortaleció la agricultura diversificada con fines de autoconsumo y comercialización de cultivos como papa, maíz, frijol, arveja, tomate de árbol, tomate chonto, aguacate y frutales. Algunas familias tenían vacas para la producción de leche y queso para el consumo familiar. En el caso de Caldas, la ganadería lechera se consolidó como la principal actividad productiva, orientada especialmente a la comercialización de queso prensado. Paralelamente, se mantuvo el

PERÍODO	ASPECTOS CLAVE
	cultivo de papa como renglón agrícola complementario. La ovino cultura fue otra de las actividades de las tierras del CPS dando origen a la producción artesanal y manufactura de lana en Marulanda y Pensilvania. El cultivo de papa fue favorecido por la temperatura y las características del suelo, convirtiéndose en el principal producto agrícola de las veredas ubicadas en el complejo en Caldas. La cultura papera tuvo su origen en el corregimiento de San Félix, desde donde se extendió hacia los municipios de Marulanda y Pensilvania en la década de 1970 y, posteriormente, hacia Aguadas en la década de 1980. Estos sistemas productivos fueron combinados con agricultura de subsistencia y ganadería, realizando rotación de cultivos entre papa, pasto, maíz y frijol. Si bien las tierras frías se consideraban poco atractivas para el asentamiento humano y el desarrollo de la agricultura (territorios muy fríos, desolados y agrestes, en contraste con las tierras fértiles y el clima templado), el auge de la papa definió una nueva vocación de estas tierras ubicadas después de los 2000 m.s.n.m. junto con la ganadería ovina y bovina (Ortiz & Almario, 2007) Otra iniciativa productiva implementada en Caldas, fueron las plantaciones forestales ubicadas entre los 2.000 y 2.600 m.s.n.m., las cuales respondieron a un cambio en el uso del suelo impulsadas por actores sociales y económicos. La familia Escobar Aristizábal comenzó la plantación de árboles de <i>Pino Pátula</i> en Pensilvania, Manzanares y Pácora. Los incentivos otorgados por el gobierno nacional para la reforestación con especies comerciales, los créditos favorables, las exenciones y bajas en el pago de impuestos de renta y patrimonio, así como las ventajas de rendimiento y aprovechamiento de la región, estimularon esta iniciativa productiva².
1995–2008 Conflicto armado	El conflicto armado generó desplazamientos forzados en la población asentada en zonas de páramo; la presencia de las FARC, grupos paramilitares y ejército nacional configuraron un escenario de violencia que produjo un descenso demográfico, despoblamiento y decaimiento de la producción agrícola en extensas áreas del territorio. Este descenso demográfico fue más significativo en los municipios de Caldas que en Antioquia, donde los procesos de

² Algunos de los lineamientos normativos que favorecieron el establecimiento de la iniciativa productiva fueron: i) zonas dentro de la Reserva Forestal Central (Ley 2da de 1959); ii) Ley 4 de 1973 en la cual se determinaba que la renta presuntiva sólo podía cobrarse cuando el cultivo entraba en producción; iii) Ley 5 de 1973 *“la cual reconocía una deducción de \$ 10 por árbol plantado a partir de abril de 1973, cuando se plantarán más de 5.000 árboles”*; iv) Decreto 2053 de 1974, que permitía un descuento por reforestación *“hasta del 20% del impuesto de renta, con un tope de valor por árbol certificado”* y v) la Resolución 27 de 1977 de la Junta Monetaria, la cual *“autorizaba la acumulación de los intereses de los créditos para reforestación, para ser pagados cuando la plantación obtenía ingresos”* (IAvH & INER, 2015; retomando a FEDEMADERAS, s.f.).

PERÍODO	ASPECTOS CLAVE
	organización social y movilización comunitaria tuvieron mayor respuesta frente a las dinámicas del conflicto. La producción de papa cayó como consecuencia del conflicto armado (disminución de productividad y rentabilidad). El uso creciente de pesticidas, abonos y fertilizantes se tornaron indispensables para la producción, lo que incrementó los costos y afectó aún más su viabilidad económica. En este contexto, la papa fue perdiendo progresivamente importancia dentro de la economía local, dando paso a la ganadería bovina extensiva en tierras que anteriormente se destinaban a su cultivo. Estos factores, que condujeron a la caída de la producción de papa en el departamento de Caldas, también desestabilizaron la producción agrícola en Antioquia. A diferencia de estas actividades productivas, las plantaciones forestales lograron mantenerse durante las épocas del conflicto armado.
2009 en adelante Reactivación productiva y retorno al territorio	De manera paulatina, los retornos de algunas familias desplazadas y la llegada de nuevos pobladores tras la desmovilización de los grupos armados permitieron la reactivación de actividades agrícolas y ganaderas, así como el repoblamiento progresivo del territorio. No obstante, los procesos históricos de migración y consolidación de economías en las tierras altas configuraron dinámicas diferenciadas en cada departamento, cuyas implicaciones en la estructura de la propiedad y en las relaciones productivas se hicieron más visibles en el periodo posterior al conflicto. En Caldas, las grandes extensiones de cultivo de papa y de pastos para ganadería, asociadas a la herencia de dichos procesos migratorios, favorecieron la concentración de la tierra en pocos propietarios. En consecuencia, una parte importante de la población campesina habita y trabaja la tierra sin ser propietaria de ella, lo que incide en sus niveles de autonomía productiva y en las condiciones de permanencia en el territorio. En contraste, en Antioquia predominó la pequeña y mediana propiedad campesina, con predios heredados por varias generaciones. Esta estructura ha permitido mayores niveles de autonomía en la toma de decisiones productivas y una relación más directa entre propiedad, arraigo territorial y organización comunitaria. En términos generales, mientras en Antioquia se observa una estructura de propiedad más atomizada y familiar, en Caldas persiste una mayor concentración de la tierra en grandes propiedades (latifundios), en algunos casos en manos de pocas familias vinculadas a sistemas productivos como las plantaciones forestales y la ganadería extensiva.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de la historia ambiental del CPS desarrollada en el documento caracterización socioeconómica y cultural del Complejo de Páramos Páramo de Sonsón (IAvH & INER, 2015).

Los aportes recogidos en los talleres comunitarios realizados en el marco de la Fase II permiten complementar y territorializar el contexto histórico descrito a partir de fuentes

secundarias. A través del ejercicio de línea del tiempo, las comunidades de los municipios del CPS identificaron hitos, prácticas y transformaciones que enriquecen —y en algunos casos amplían— la comprensión de los procesos históricos que han configurado el territorio. La Tabla 30 sintetiza, por período, los principales aportes de esta memoria comunitaria en diálogo con lo ya documentado.

Tabla 30. Aspectos clave línea - contexto histórico con base a talleres con comunidad.

PERÍODO	TEMA	COMPLEMENTO DESDE LOS TALLERES
Antes de 1780	Presencia indígena precolonial	Las comunidades recordaron en los talleres la existencia del período de los Pantágoras en Nariño y la figura del cacique Pipintá en Aguadas como referentes previos a la colonización.
1780 – 1950	Colonización, extracción y arriería	Los talleres aportan nombres, lugares y fechas concretas que anclan los procesos descritos en las fuentes secundarias: en Sonsón se recuerdan los carboneros y arrieros desde 1913, el tránsito desde Norí y Monte Loro hasta el casco urbano con bueyes de Tasajo cargados de carbón (1956), y la extracción de sal en Río Verde desde 1960. En Pácora se evoca la influencia de los arrieros entre 1930 y 1950. Estos relatos ilustran con precisión local la dinámica extractiva regional que las fuentes secundarias describen en términos generales.
1970 – 1994	Diversificación productiva y cultivos de papa	Se detalla la alternancia entre papa y ganadería en Aguadas (1970–1995), la tala de bosques para ampliar potreros entre 1975 y 1980, y el establecimiento de plantaciones forestales de la familia Escobar en Manzanares desde 1960–1970. En Sonsón se documentan cultivos específicos como la uchuva (introducida por un instructor del SENA en 1984) y prácticas de economía local como el bejuqueo en Río Verde de Los Henaos para llevar productos hasta Medellín. En Nariño, el período estuvo marcado por el boom del café (1970–1994). En Marulanda, el decaimiento de la papa se registra ya desde 1991, asociado a problemas de mano de obra, clima y revolución verde.
1995 – 2008	Conflicto armado: cronología local	Las fuentes secundarias describen el conflicto en términos generales. Los talleres aportan una cronología diferenciada por municipio: grupos guerrilleros en Salamina desde 1986; primeras extorsiones y secuestros en Aguadas en 1995; frente de Karina en Manzanares desde 1995; frente 47 de las FARC y desplazamiento de veredas La Cubana y Palma Fría en Pácora (1996–1997); llegada de paramilitares a San Félix en Salamina (2000–2005); conflicto muy activo en Pácora entre 2001 y 2008.
2009 en adelante	Reactivación, nuevas tensiones y emergencia ambiental	Las comunidades registran: la expansión de las aguacateras en Sonsón (2012), Pácora (2008 en adelante), Aguadas (2012–2021), Manzanares (2018) y Argelia (2013). La consolidación del retamo espinoso como especie invasora en zonas de páramo (registrada en Marulanda desde 1991 y con prueba piloto de erradicación en 2024). Iniciativas comunitarias de conservación: BanCO2 en Nariño (2016), Guardianes del Agua en Argelia

PERÍODO	TEMA	COMPLEMENTO DESDE LOS TALLERES
		(2017), reserva Andinobates en Pensilvania (2023), rutas ecoturísticas en El Carmen de Viboral (2021–2022). Señales de cambio climático percibidas por las comunidades: merma del río Guarínó en un 50% en Marulanda (2000) y clima más cálido en Pensilvania desde 2002. Signos de recuperación: bosques en Montecristo (Manzanares, 2026) y en Norí (Sonsón, desde 1999).

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales (Talleres Fase II).

4.4.2 Contexto económico

Debido a sus condiciones geográficas y climáticas, la economía de los municipios que conforman el CPS se ha caracterizado históricamente, en términos generales, por estar basada en una agricultura comercial diversificada, que incluye cultivos como papa, café, frutales y caña, el desarrollo de sistemas ganaderos bovinos y ovinos y plantaciones forestales (IAvH & INER, 2015). Con el tiempo, esta base productiva se ha complementado con otras actividades económicas.

Adoptando la clasificación de actividades económicas propuesta por el DANE (2022):

- *Actividades primarias* son aquellas que aprovechan los recursos de la naturaleza que no han sufrido ninguna transformación. En esta agregación se incluyen la agricultura, ganadería, caza, (no incluyen las actividades de pesca y silvicultura) y explotación de minas y canteras.
- *Actividades secundarias* son aquellas que implican la transformación de materias primas. En esta agregación se incluyen las industrias manufactureras y la construcción.
- *Actividades terciarias*, agrupan los servicios que apoyan o complementan los sectores anteriores. En estas se incluyen: suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales; comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; transporte y almacenamiento; alojamiento y servicios de comida; información y comunicaciones; actividades financieras y de seguros; actividades inmobiliarias; actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo; administración pública y defensa; educación; actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales; actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio.

Para el caso de Antioquia, el 60% de los municipios tienen una economía basada en las actividades terciarias, mientras que para Caldas dicho porcentaje alcanza el 67% (ver Tabla 31). El 18% de los municipios, tienen una economía que más de la mitad de su producción está enfocada en actividades primarias (Aguadas y Pácora) (ver Tabla 31).

Tabla 31. Porcentaje del valor agregado municipal de las actividades económicas (2021).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PORCENTAJE DEL VALOR AGREGADO MUNICIPAL ACTIVIDADES ECONÓMICAS		
		PRIMARIAS	SECUNDARIAS	TERCIARIAS
Antioquia	Abejorral	45,44%	6,37%	48,19%
	Argelia	33,07%	6,45%	60,48%
	El Carmen de Viboral	15,50%	7,05%	77,46%
	Nariño	29,78%	10,86%	59,36%
	Sonsón	35,49%	31,56%	32,95%
Caldas	Aguadas	57,92%	9,90%	32,19%
	Manzanares	41,73%	6,66%	51,61%
	Marulanda	32,06%	6,00%	61,94%
	Pácora	58,89%	5,99%	35,12%
	Pensilvania	26,90%	7,65%	65,45%
	Salamina	33,50%	13,53%	52,97%

Fuente: TerriData (2025 a), tomado del Departamento Nacional de Planeación - DNP con información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE al año 2021.

Si bien las actividades terciarias constituyen la base económica de la mayoría de los municipios relacionados con el CPS, en las zonas de páramo, son las primarias las protagonistas de acuerdo con la información analizada por el equipo técnico del convenio, éstas generan presiones asociadas al cambio de uso del suelo, la deforestación, el consumo intensivo de agua, la aplicación de agroquímicos y la generación de residuos orgánicos, comprometiendo la integridad ecológica y las contribuciones al bienestar humano que realiza este ecosistema.

En la Tabla 32, se relacionan los tres (3) principales cultivos con mayor producción a escala municipal (año 2024, agricultura) y las tres (3) especies más relevantes por número de individuos reportadas por municipio (año 2024, inventarios pecuarios), de acuerdo con los datos de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA (2025).

Los municipios del área del CPS para el año 2024 en las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) reportaron que entre los principales cultivos se destacan el aguacate, la caña panelera, el café, el plátano y cultivos transitorios como papa y hortalizas (ver Tabla

32). En relación a la actividad pecuaria, se observa predominio bovino en la mayoría de los municipios, destacándose Nariño (89,99%), Argelia (89,54%), Marulanda (82,76%), Sonsón (81,1%). El Carmen de Viboral presenta predominio avícola (98,86%) (ver Tabla 32).

Tabla 32. Principales actividades EVA (2024).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PRINCIPALES ACTIVIDADES	
		AGRICULTURA	INVENTARIOS PECUARIOS
Antioquia	Abejorral	Aguacate = 63.783 T Caña = 9.725 T Plátano = 9.173 T	Bovinos = 22.557 (85,32%) Equinos = 2.484 (9,4%) Porcinos = 1.360 (5,14%)
	Argelia	Caña = 4.675 T Café = 1.404 T Plátano = 468 T	Bovinos = 11.152 (89,54%) Equinos = 680 (5,46%) Aves = 389 (3,12%)
	El Carmen de Viboral	Papa = 13.707 T Fresa = 7.000 T Zanahoria = 6.640 T	Aves = 1.583.306 (98,86%) Bovinos = 14.756 (0,92%) Porcinos = 1.770 (0,11%)
	Nariño	Caña = 46.326 T Maracuyá = 1.327 T Aguacate = 1.156 T	Bovinos = 12.478 (89,99%) Equinos = 579 (4,18%) Aves = 431 (3,11%)
	Sonsón	Aguacate = 62.644 T Caña = 30.060 T Plátano = 13.410 T	Bovinos = 59.110 (81,1%) Porcinos = 7.222 (9,91%) Aves = 3.467 (4,76%)
Caldas	Aguadas	Aguacate = 50.411 T Caña = 28.400 T Naranja = 21.793 T	Aves = 30.208 (49,82%) Bovinos = 24.535 (40,46%) Porcinos = 4.838 (7,98%)
	Manzanares	Caña = 33.600 T Aguacate = 16.646 T Café = 5.133 T	Aves = 6.100 (41,15%) Bovinos = 5.597 (37,76%) Porcinos = 2.100 (14,17%)
	Marulanda	Caña = 1.760 T Aguacate = 982 T Papa = 560 T	Bovinos = 16.172 (82,76%) Ovinos = 1.811 (9,27%) Equinos = 919 (4,7%)

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PRINCIPALES ACTIVIDADES	
		AGRICULTURA	INVENTARIOS PECUARIOS
	Pácora	Aguacate = 41.341 T Plátano = 26.640 T Caña = 10.000 T	Bovinos = 11.135 (60,33%) Aves = 5.050 (27,36%) Porcinos = 1.497 (8,11%)
	Pensilvania	Caña = 20.160 T Café = 3.288 T Aguacate = 1.933 T	Aves = 19.954 (40,56%) Porcinos = 15.278 (31,05%) Bovinos = 12.859 (26,14%)
	Salamina	Caña = 40.100 T Aguacate = 17.538 T Plátano = 14.343 T	Bovinos = 23.030 (72,45%) Aves = 6.550 (20,61%) Equinos = 1.661 (5,23%)

Fuente: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA (2025). Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), base agrícola UPRA 2019 - 2024. Año de reporte 2024. **T** = toneladas.

4.4.3 Población

La información oficial sobre la población (entre otros aspectos económicos y sociales) a escala local (por veredas), tanto en Antioquia como en Caldas, presenta problemas de registro, actualización y, en algunas zonas, la inexistencia de datos públicos. Desde trabajos previos realizados en el CPS (IAvH & INER, 2015; IAvH & Cornare, 2014; IAvH & Corpocaldas, 2014), se resalta la carencia de información oficial que puede ser explicada por las grandes distancias entre las cabeceras municipales y las veredas, además de la percepción de la poca o nula población que habita en estos territorios después de la época del conflicto armado. En ese sentido, los datos demográficos que se presentan a continuación son tomados de fuentes secundarias oficiales y de algunas aproximaciones elaboradas en caracterizaciones y estudios previos en la zona.

Teniendo presente estos vacíos de información, en la Figura 97 se muestra la proyección de población para el año 2026 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de los municipios del área de influencia del CPS. El municipio con mayor población es El Carmen de Viboral (70.734 habitantes), seguido por Sonsón (35.750) y Aguadas (22.301). En contraste, Marulanda registra la menor población (2.676 habitantes). Los demás municipios presentan poblaciones que oscilan entre 8.242 (Argelia) y 21.126 habitantes (Abejorral). En términos generales, se observa una distribución equilibrada entre hombres y mujeres, sin diferencias importantes por género (Tabla 33).

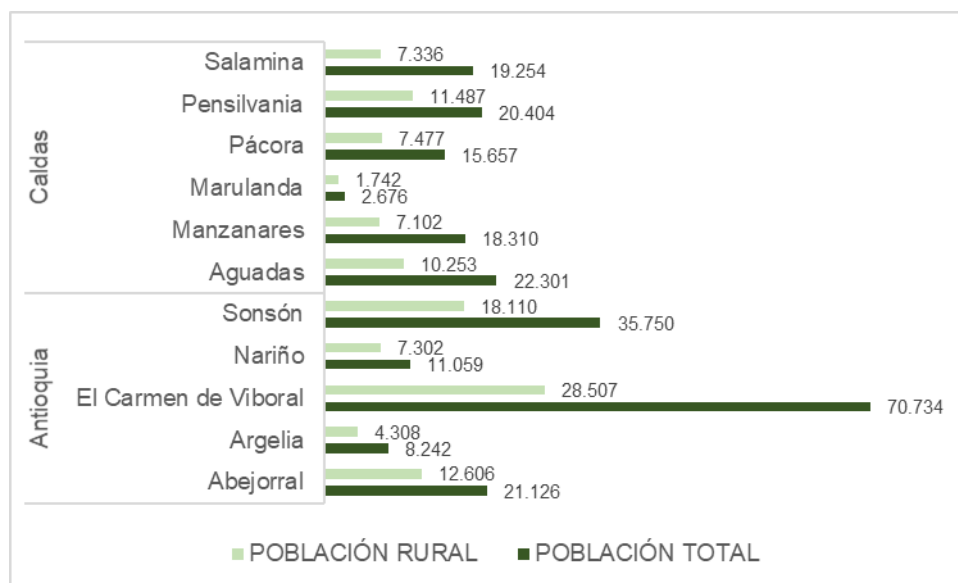


Figura 97. Proyecciones población total y rural año 2026.

Fuente: proyecciones de población y estudios demográficos (PPED) para el año 2026, DANE (2018 c).

Tabla 33. Proyecciones de población hombres y mujeres año 2026.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL		POBLACIÓN RURAL	
		HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
Antioquia	Abejorral	10.872	10.254	6.846	5.760
	Argelia	4.218	4.024	2.354	1.954
	El Carmen de Viboral	35.166	35.568	14.867	13.640
	Nariño	5.593	5.466	3.883	3.419
	Sonsón	18.136	17.614	9.667	8.443
Caldas	Aguadas	11.158	11.143	5.517	4.736
	Manzanares	9.173	9.137	3.861	3.241
	Marulanda	1.389	1.287	954	788
	Pácora	7.919	7.738	3.974	3.503
	Pensilvania	10.276	10.128	6.107	5.380
	Salamina	9.773	9.481	3.890	3.446

Fuente: proyecciones de población y estudios demográficos (PPED) para el año 2026, DANE (2018 c).

Según la Ley 1098 de 2006 en su artículo tercero, se entiende por niño o niña las personas entre los 0 y los 12 años (ICBF, 2006). Esta población representa porcentajes que oscilan entre uno (1) ó dos (2) niños(as) por cada diez (10) habitantes. El mayor porcentaje se registra en Argelia (22,43%) y Nariño (21,05%), mientras que los menores porcentajes corresponden a Pácora (14,61%) y Salamina (15,15%). En términos absolutos, El Carmen de Viboral concentra el mayor número de población infantil (12.630), mientras que Marulanda presenta el menor (428) (ver Tabla 34).

Tabla 34. Proyección población 0-12 años (2026).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN 0-12 AÑOS	
		POBLACIÓN	%
Antioquia	Abejorral	3.617	17,12%
	Argelia	1.849	22,43%
	El Carmen de Viboral	12.630	17,86%
	Nariño	2.328	21,05%
	Sonsón	6.364	17,80%
Caldas	Aguadas	3.436	15,41%
	Manzanares	3.305	18,05%
	Marulanda	428	15,99%
	Pácora	2.288	14,61%
	Pensilvania	3.726	18,26%
	Salamina	2.917	15,15%

Fuente: proyecciones de población y estudios demográficos (PPED) para el año 2026, DANE (2018 c).

De acuerdo con las proyecciones poblacionales de los municipios relacionados con el CPS, se estima una población total de 245.513 habitantes, 59.84% personas en el departamento de Antioquia y 40.16% en el departamento de Caldas. Para el caso de la población rural se registra un total de 70.833 personas en Antioquia de los cuales el 46,89% son mujeres y el 53,11% son hombres. Para el caso de Caldas se registra una proyección de 45.387 personas de las cuales 46,47% son mujeres y 53,53% son hombres. Casi la totalidad de la población (más del 98%) en los municipios del CPS se reconocen como no pertenecientes a algún grupo étnico-racial específico (ver Tabla 35).

Tabla 35. Proyecciones de población por pertenencia étnico-racial (2026).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PRINCIPAL GRUPO PERTENENCIA ÉTNICO RACIAL (2026) ¹¹	
		%	GRUPO
Antioquia	Abejorral	99,60%	Ningún grupo étnico-racial
	Argelia	99,02%	
	El Carmen de Viboral	99,65%	
	Nariño	99,62%	
	Sonsón	99,42%	
Caldas	Aguadas	99,44%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PRINCIPAL GRUPO PERTENENCIA ÉTNICO RACIAL (2026) ¹¹	
		%	GRUPO
	Manzanares	99,03%	
	Marulanda	99,71%	
	Pácora	99,35%	
	Pensilvania	98,88%	
	Salamina	98,34%	

Fuente: DANE (2018 b).

Según el DANE (2018), por lo menos una (1) persona de cada diez (10) reportan alguna dificultad de tipo físico, emocional, cognitivo o relacional. Las dificultades incluyen: oír la voz o los sonidos; hablar o conversar; ver de cerca, de lejos o alrededor; mover el cuerpo, caminar; agarrar o mover objetos con las manos; aprender, recordar, tomar decisiones por sí mismo; comer, vestirse, bañarse por sí mismo; relacionarse o interactuar con las demás personas; hacer las tareas diarias sin mostrar problemas cardíacos, respiratorios (DANE, 2018) (ver Figura).

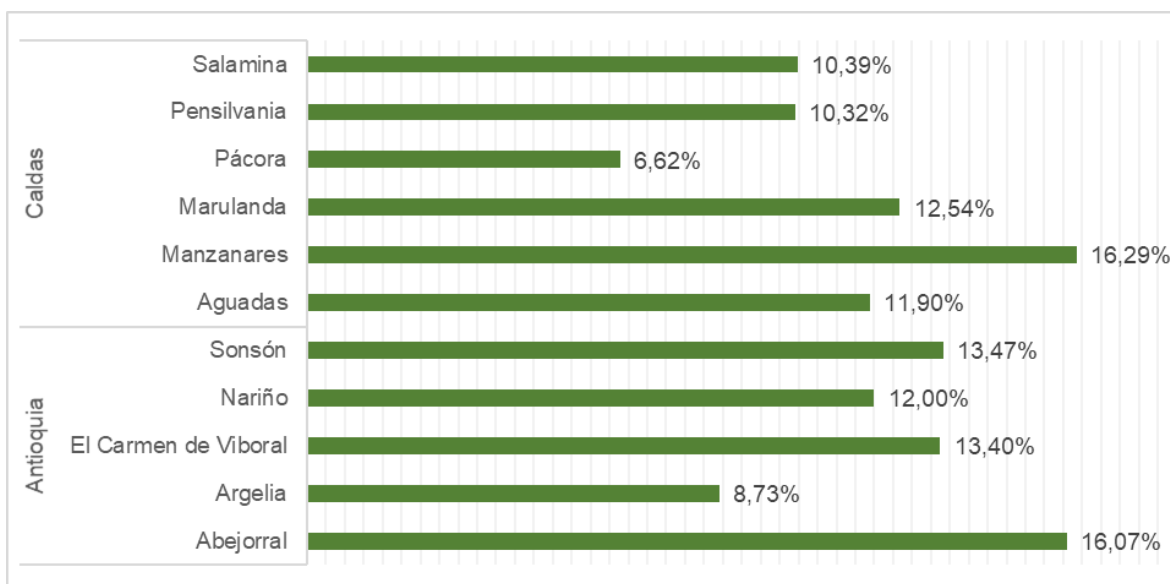


Figura 98. Porcentaje de población con alguna dificultad (2018).

Fuente: DANE (2018)

Para el año 2015, el Instituto de Estudios Regionales (INER) estimó que la población aproximada que habita el entorno local del CPS es de 3.546 personas. Esta cifra corresponde a una aproximación construida a partir de la triangulación de fuentes secundarias y de la información recolectada durante el trabajo de campo en veredas seleccionadas del área de estudio, ante la ausencia de datos oficiales desagregados a este nivel (IAvH & INER, 2015).

Por su parte, de acuerdo con los resultados de la caracterización poblacional áreas de páramo a partir de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018 (DANE, 2020), el DANE registró que en la zona específica del CPS, se censaron 18 personas residentes en viviendas ubicadas en el páramo, con una distribución equitativa por sexo: 50% hombres y 50% mujeres. En cuanto a la pertenencia étnica, definida mediante el método de autorreconocimiento, el total de la población manifestó no pertenecer a ningún grupo étnico. Finalmente, el 61,1% de las personas nació en el mismo municipio donde fue censada. En cuanto a movilidad reciente, el 77,8% residía en el mismo municipio cinco años antes del censo y el 86,7% lo hacía un año antes, lo que evidencia una baja dinámica migratoria en la zona del CPS.

4.4.4 Condiciones de vida

De acuerdo con los resultados de la caracterización poblacional áreas de páramo (DANE, 2020), en el área de páramo del CPS se identificaron 15 unidades de vivienda. De éstas, el 40% (6 viviendas) se encontraban ocupadas con personas presentes al momento del censo, el 20% tenían uso temporal y el restante 40% estaban desocupadas durante la recolección de la información. En cuanto al uso de las edificaciones, el 22,4% corresponde a uso residencial, no se registran viviendas con uso mixto y el 77,6% presenta uso no residencial. Dentro de los usos no habitacionales en el área del CPS, predominan los lotes (48%) y las actividades agropecuarias, agroindustriales y forestales (46%). Respecto a las características constructivas, el total de las viviendas tiene paredes elaboradas en madera burda, tabla o tablón. En relación con los pisos, el 83,3% están contruidos en madera burda, tabla, tablón u otros materiales vegetales; el 16,7% presenta acabados en baldosas, vinilo, tableta, ladrillo o laminado, y no se registran pisos en cemento o gravilla.

Según TerriData para el año 2024 (TerriData, 2025 e - 2025 f; retomando al DNP y a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios) (ver Tabla 36), el mayor porcentaje de cobertura de acueducto corresponde a El Carmen de Viboral (99,20%), seguido por Salamina (65,99%) y Pácora (64,58%). Las coberturas más bajas se presentan en: Abejorral (15,67%) Argelia (31,93%) y Nariño (32,36%). Los demás municipios registran coberturas entre 38% y 48%. En cuanto al alcantarillado el Carmen de Viboral cuenta con el mayor porcentaje de cobertura con un (68,45%) por el contrario las coberturas más bajas

corresponden con los municipios de Abejorral (15,67%), Pensilvania (26,63%), Argelia (31,93%) y Nariño (32,36%). En cuanto a la cobertura de aseo, los porcentajes son coincidentes con los niveles de acueducto y alcantarillado en la mayoría de municipios. El Carmen de Viboral presenta 68,54%, mientras que Abejorral registra 15,67%.

Tabla 36. Cobertura de acueducto, alcantarillado y servicio de aseo (2024).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA ACUEDUCTO*	COBERTURA ALCANTARILLADO*	COBERTURA ASEO**
Antioquia	Abejorral	15,67%	15,67%	15,67%
	Argelia	31,93%	31,93%	31,93%
	El Carmen de Viboral	99,20%	68,45%	68,54%
	Nariño	32,36%	32,36%	32,36%
	Sonsón	47,86%	47,86%	47,86%
Caldas	Aguadas	40,69%	40,69%	40,69%
	Manzanares	41,07%	31,38%	51,79%
	Marulanda	43,38%	43,55%	41,23%
	Pácora	64,58%	50,22%	51,26%
	Pensilvania	38,14%	26,63%	29,79%
	Salamina	65,99%	47,86%	48,22%

* **Fuente:** TerriData (2025 e) consolidado municipal, tomado del DNP a partir de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

** **Fuente:** TerriData (2025 f) consolidado municipal, tomado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Con respecto a la cobertura de energía eléctrica la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME (2025), Sistema de Información Minero Energético - SIMEC indica que el único municipio que tiene una cobertura total de energía eléctrica es El Carmen de Viboral, los valores más bajos corresponden a los municipios de Salamina (72,27%) y Pensilvania (75,95%) (ver Tabla 37). El mayor nivel de penetración de internet se presenta también en El Carmen de Viboral (20,14%), los valores más bajos corresponden a Argelia (1,47%), Marulanda (2,44%), Abejorral (2,53%), los demás municipios la penetración se ubica entre 3% y 13% (ver Tabla 37).

Tabla 37. Cobertura energía eléctrica (2023) y penetración de internet fijo (2025).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA ENERGÍA ELÉCTRICA*	PENETRACIÓN INTERNET FIJO (%)**
Antioquia	Abejorral	85,93%	2,53%
	Argelia	83,97%	1,47%
	El Carmen de Viboral	100,00%	20,14%
	Nariño	91,29%	3,43%

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA ENERGÍA ELÉCTRICA*	PENETRACIÓN INTERNET FIJO (%)**
	Sonsón	91,14%	12,60%
Caldas	Aguadas	98,77%	10,78%
	Manzanares	80,60%	5,22%
	Marulanda	90,96%	2,44%
	Pácora	96,83%	4,98%
	Pensilvania	75,95%	7,12%
	Salamina	72,27%	7,30%

* **Fuente:** UPME (2025), Sistema de Información Minero Energético - SIMEC, Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE) total (tiene en cuenta ICEE urbano y rural) por municipio para el año 2023.

** **Fuente:** MinTIC (2025), contiene número de accesos fijos a Internet para cada uno de los municipios de Colombia, según los datos reportados por los proveedores al último día de cada trimestre. Basados en estos datos y en las proyecciones de población del DANE, se muestra el porcentaje de penetración del servicio de acceso fijo a Internet para el Primer Trimestre de 2025.

Específicamente en la zona del CPS, las viviendas censadas en el CNPV - 2018 no cuentan con acceso a servicios públicos domiciliarios (DANE, 2020). En cuanto a las necesidades básicas insatisfechas el DANE (2018 a) señala en su reporte que el menor porcentaje corresponde a El Carmen de Viboral (5,85%), los municipios que registran los valores más altos en este indicador son Argelia (17,14%), Manzanares (17,14%), Nariño (15,64%). Los demás municipios presentan valores entre 7,88% (Marulanda) y 13,96% (Abejorral) (ver Figura 99).

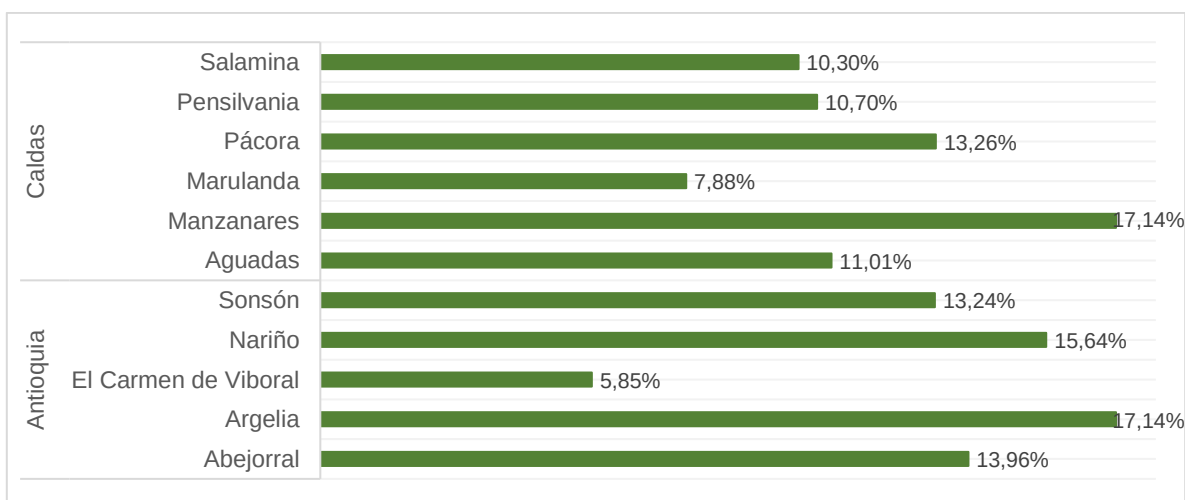


Figura 99. Proporción de personas en NBI (2018).

Fuente: DANE (2018 a).

Respecto al déficit de vivienda desde lo cualitativo (viviendas que requieren mejoramientos)³, se registra que el municipio con el mayor valor corresponde a Nariño (62,07%), seguido por Abejorral (49,99%) y Argelia (49,03%). El menor corresponde a El Carmen de Viboral (20,31%) (ver Tabla 38). En el caso del déficit cuantitativo (número de viviendas)⁴ los valores más altos se registran en Pensilvania (43,53%) y Marulanda (40,48%) (ver Tabla 38).

Tabla 38. Déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda (2018).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VIVIENDA	
		% DÉFICIT CUALITATIVO	% DÉFICIT CUANTITATIVO
Antioquia	Abejorral	49,99%	1,41%
	Argelia	49,03%	10,29%
	El Carmen de Viboral	20,31%	1,85%
	Nariño	62,07%	4,93%
	Sonsón	46,34%	8,51%
Caldas	Aguadas	39,10%	2,86%
	Manzanares	35,94%	18,15%
	Marulanda	32,44%	40,48%
	Pácora	41,83%	1,97%
	Pensilvania	26,45%	43,53%
	Salamina	34,85%	5,50%

Fuente: TerriData (2025 d), tomado de DANE (2018).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional - MEN (2025), la cobertura bruta de educación hace referencia a la cantidad o porcentaje de la totalidad de estudiantes matriculados en el sistema educativo. A excepción de Nariño (73,69%), para el año 2022, todos los municipios del área de influencia del CPS tienen una cobertura bruta de más de las tres cuartas partes, lo que quiere decir que casi ocho (8) de cada diez (10) estudiantes se encuentran matriculados (ver Tabla 39).

³ El *Déficit Cualitativo* identifica a los hogares que habitan en viviendas que requieren mejoramientos o ajustes para cumplir con condiciones de habitabilidad adecuadas. Este concepto reconoce que las deficiencias que tienen las viviendas en las que habitan estos hogares son susceptibles de ser corregidas mediante mejoramientos de vivienda (TerriData, 2025d).

⁴ El indicador de *Déficit Cuantitativo* identifica a los hogares que habitan en viviendas con deficiencias estructurales y de espacio, esto es, para los cuales es necesario adicionar nuevas viviendas al stock total de viviendas del país de tal forma que exista una relación uno a uno entre la cantidad de viviendas adecuadas y los hogares que requieren alojamiento. (TerriData, 2025d).

Tabla 39. Cobertura bruta educación (2022).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA BRUTA EDUCACIÓN (2022)
Antioquia	Abejorral	86,16%
	Argelia	87,10%
	El Carmen de Viboral	98,10%
	Nariño	73,69%
	Sonsón	93,91%
Caldas	Aguadas	96,52%
	Manzanares	90,40%
	Marulanda	76,72%
	Pácora	98,99%
	Pensilvania	95,97%
	Salamina	84,60%

Fuente: TerriData (2025 a), tomado del Ministerio de Educación Nacional - MEN. Incluye educación básica, media, primaria, secundaria y transición.

De acuerdo a los registros del Ministerio de Salud y Protección Social para el año 2021, más del 98% de la población de los municipios analizados pertenecía al régimen subsidiado (TerriData, 2025 c) (ver Tabla 40).

El Índice de Acceso a Servicios de Salud (IASS)⁵ real muestra que dos (2) municipios tienen un nivel de acceso MUY ALTO a los servicios de salud (Salamina - 86,07% y Pácora - 85,59%) y uno (1) tiene un nivel MUY BAJO (Argelia - 63,29%) (ver Tabla 40). Como este índice evalúa los servicios de salud en función del nivel de satisfacción de los usuarios, para el caso de Antioquia, en el 40% de los municipios analizados, ocho (8) de cada diez (10) usuarios que pudieron acceder al servicio de salud tienen un nivel de satisfacción alta respecto a la atención recibida. En Caldas, este porcentaje alcanza el 67% de los municipios (nivel de satisfacción alto o muy alto).

Tabla 40. Cobertura del régimen subsidiado (2021) e IASS real (2022).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA DEL RÉGIMEN SUBSIDIADO*	ÍNDICE REAL DE ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD**
Antioquia	Abejorral	99,27%	Alto - 84,10%
	Argelia	99,42%	Muy bajo - 63,29%
	El Carmen de Viboral	99,33%	Alto - 81,62%
	Nariño	99,53%	Bajo - 77,44%

⁵ el IASS clasifica a los municipios de Colombia con un índice de acceso a los servicios de salud para sus componentes de acceso potencial y real. El IASS real categoriza y evalúa los servicios de salud y la satisfacción del usuario (INS, 2025).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COBERTURA DEL RÉGIMEN SUBSIDIADO*	ÍNDICE REAL DE ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD**
	Sonsón	99,29%	Medio - 80,22%
Caldas	Aguadas	99,38%	Medio - 79,89%
	Manzanares	99,27%	Alto - 82,72%
	Marulanda	98,77%	Bajo - 77,38%
	Pácora	99,27%	Muy alto - 85,59%
	Pensilvania	99,32%	Alto - 81,86%
	Salamina	99,04%	Muy alto - 86,07%

* Fuente: TerriData (2025 c), tomado del Ministerio de Salud y Protección Social.

** Fuente: Instituto Nacional de Salud (INS) (2025).

4.4.5 Estructura predial

De acuerdo con la información cartográfica, el CPS tiene 9.179,39 ha. Al considerar el área de influencia definida por el equipo ejecutor del convenio, la extensión total asciende aproximadamente a 89.303,73 ha, en ésta se incluye tanto el ecosistema de páramo como las áreas circundantes relevantes para su manejo (Tabla 43).

Según la información predial disponible, para el año 2026 en el área de influencia del CPS se identificaron 2.174 predios (ver Tabla 43). Cabe aclarar, que por el tamaño de los predios algunos se encuentran ubicados en dos o más municipios, motivo por el cual los valores presentados en la Tabla 41 presentan una variación de 1.772 predios por encima del total 3.946 dados los predios duplicados en el conteo por municipio.

Su distribución por tamaño muestra una mayor participación de la mediana propiedad (20 - 200 ha), con 1.866 predios, equivalentes al 47,29% del total. Le siguen los latifundios (> 200 ha) con 621 predios (15,74%) y los microfundios (3 - 10 ha), con 582 predios (14,75%) (ver Tabla 41 y Figura 100).

En el departamento de Antioquia, el mayor número de predios se registra en el municipio de Sonsón (1.233), seguido por Nariño (394) y Argelia (363). En estos municipios, la categoría de mediana propiedad concentra el mayor número de predios (526 en Sonsón, 130 en Nariño y 102 en Argelia). Los latifundios presentan una participación con valores que van entre 0 y 131 predios. En contraste, municipios como Cocorná (4 predios) y El Carmen de Viboral (83 predios) presentan una menor cantidad de predios dentro del área de influencia (ver Tabla 41 y Figura 100).

En el departamento de Caldas, el mayor número de predios se concentra en Pensilvania (563), Aguadas (490) y Salamina (311). En estos municipios, la mediana propiedad también agrupa el mayor número de predios, con 296 en Aguadas, 235 en Pensilvania y 190 en Salamina. Las categorías de menor extensión presentan valores importantes,

especialmente los microfundios en Pensilvania (86) y Aguadas (63), y los minifundios en estos mismos municipios (41 y 33, respectivamente). Respecto a los latifundios, tienen presencia en todos los municipios con valores entre los 14 y los 137 predios. Municipios como Pácora (160) y Manzanares (40) presentan la menor cantidad de predios dentro del área de influencia (ver Tabla 41 y Figura 100).

Tabla 41. Estructura predial dentro del área de influencia del CPS (2026).

DEPARTAMENT O	MUNICIPI O	MINIFUND IO	MICROFUN DIO 3 A 10 HA	PEQUEÑA PROPIED AD 10 A 20 HA	MEDIANA PROPIED AD 20 A 200 HA	LATIFUND IO > 200 HA	TOTAL PREDI OS
Antioquia	Abejorral	9	22	19	24	8	82
	Argelia	79	88	73	102	21	363
	Carmen de Viboral	0	2	2	54	25	83
	Cocorná	0	0	1	3	0	4
	Nariño	41	69	49	130	105	394
	Sonsón	114	232	230	526	131	1.233
Caldas	Aguadas	33	63	54	296	44	490
	Salamina	6	4	45	190	66	311
	Pácora	1	10	6	129	14	160
	Maruland a	1	5	9	153	55	223
	Manzanar es	0	1	0	24	15	40
	Pensilvani a	41	86	64	235	137	563
TOTALES		325	582	552	1.866	621	3.946

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando datos de las bases cartográficas de CORNARE, CORPOCALDAS y del IGAC

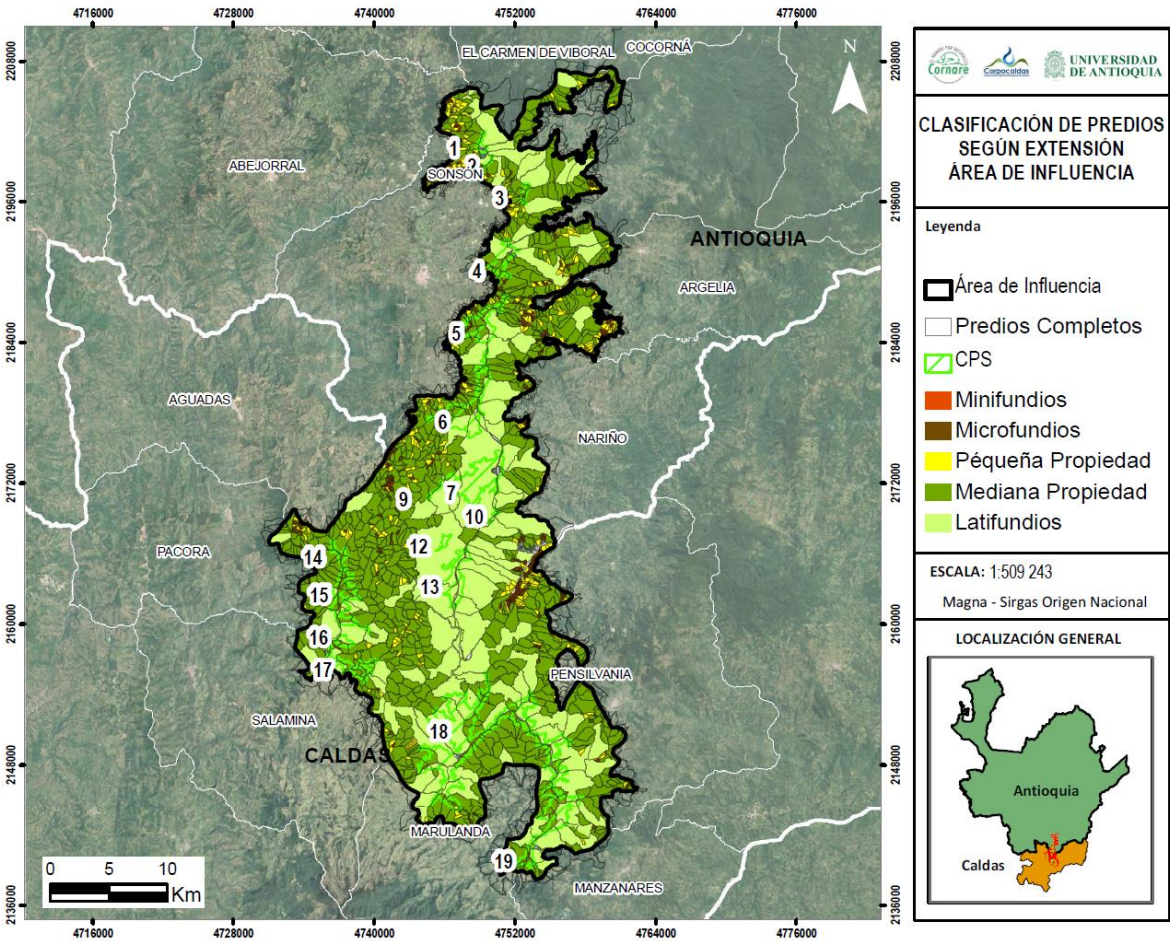


Figura 100. Estructura predial dentro del área de influencia del CPS (2026).

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando datos de las bases cartográficas de CORNARE, CORPOCALDAS y del IGAC

Dentro del CPS (ecosistema de páramo) un poco más de la mitad (55,47%) de los predios corresponden a mediana propiedad (421) cuando se analiza por municipio, seguido de latifundios con el 39,66% de los predios (301). Las otras tres clasificaciones abarcan el 4,87% de los predios, siendo el minifundio la categoría con menor representatividad (0,40%) (ver Tabla 42 y Figura 101).

Tabla 42. Estructura predial dentro del CPS (2026).

DEPARTAMEN TO	MUNICIPI O	MINIFUND IO 0 A 3 HA	MICROFUND IO 3 A 10 HA	PEQUEÑA PROPIED AD 10 A 20 HA	MEDIANA PROPIED AD 20 A 200 HA	LATIFUND IO > 200 HA	TOTAL PREDIO S
Antioquia	Argelia	0	0	0	1	5	6

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	MINIFUNDIO 0 A 3 HA	MICROFUNDIO 3 A 10 HA	PEQUEÑA PROPIEDAD 10 A 20 HA	MEDIANA PROPIEDAD 20 A 200 HA	LATIFUNDIO > 200 HA	TOTAL PREDIOS
	Carmen de Viboral	0	0	0	4	7	11
	Nariño	0	0	2	38	63	103
	Sonsón	2	11	17	101	73	204
Caldas	Aguadas	0	0	0	50	12	62
	Salamina	0	0	0	21	14	35
	Pácora	0	0	0	46	8	54
	Marulanda	1	2	2	90	49	144
	Manzanarés	0	0	0	12	10	22
	Pensilvania	0	0	0	58	60	118
TOTALES		3	13	21	421	301	759

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando datos de las bases cartográficas de CORNARE, CORPOCALDAS y del IGAC

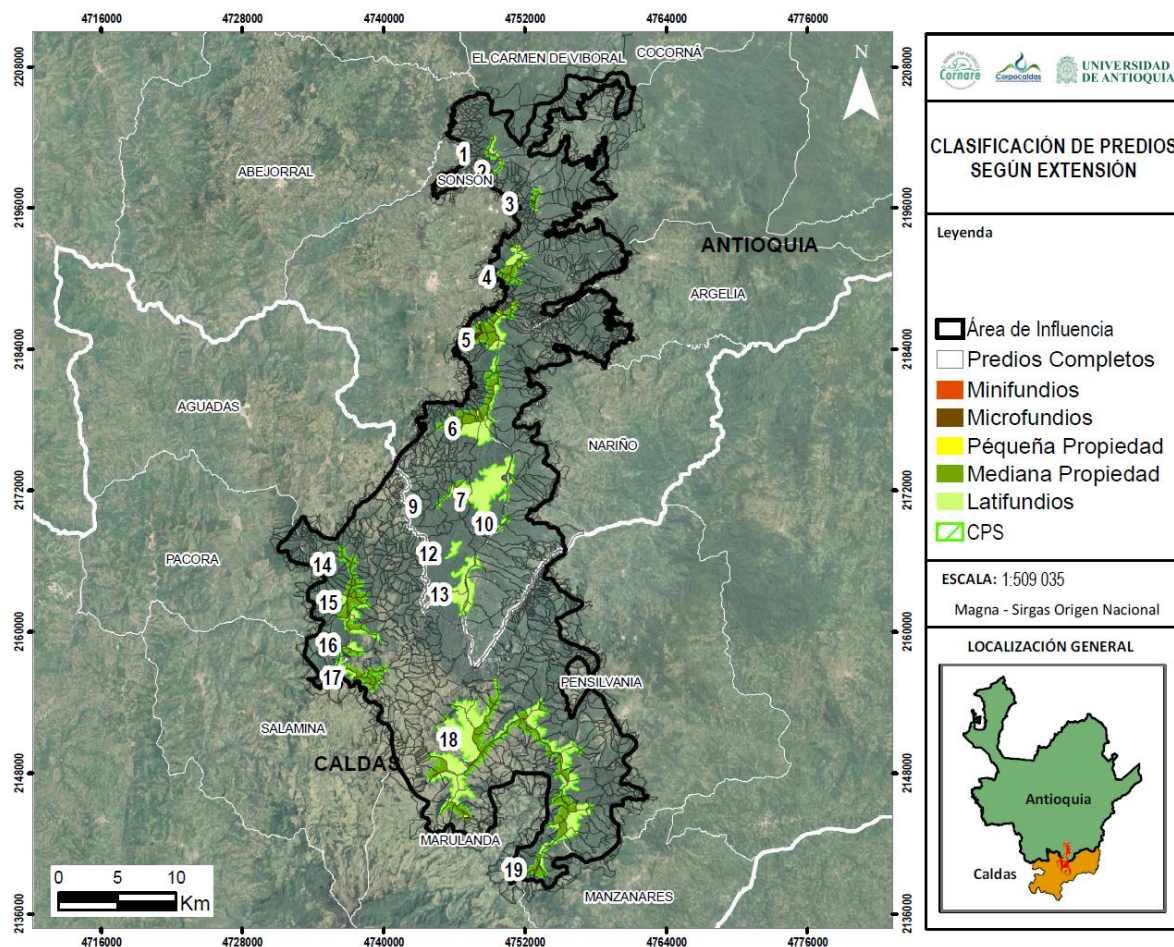


Figura 101. Estructura predial dentro del área del CPS (2026).

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando datos de las bases cartográficas de CORNARE, CORPOCALDAS y del IGAC

En términos de estructura predial, dentro del CPS se observa una mayor concentración del área en predios de gran tamaño, donde los latifundios, aunque representan 72 predios, concentran la mayor proporción del área (5.681,41 ha) con un 60,81% de la tierra, seguidos por la mediana propiedad con 3.538,09 ha distribuidas en 185 predios representando el 37,87% del área. En contraste, las categorías de menor extensión (microfundios, minifundios y pequeña propiedad) presentan una participación reducida tanto en número de predios como en superficie (ver Tabla 43).

Para el área de influencia, presenta una estructura de tenencia de la tierra dominada por la mediana propiedad (51,90%) (955 predios). En cuanto a los predios de menor tamaño, particularmente microfundios (456), pequeña propiedad (400) y minifundios (265), en conjunto representan el 7,59% del total, lo que denota una estructura predial un poco más atomizada en comparación con el interior del CPS. El 4,51% de los predios que

corresponden a latifundios (98 de 2.174), tienen más de la tercera parte (40,51%) del área de influencia del CPS (ver Tabla 43).

Tabla 43. Áreas de predios CPS y área de influencia (2026).

CATEGORÍA	RANGO DE EXTENSIÓN	TOTAL PREDIOS CPS			TOTAL PREDIOS ÁREA DE INFLUENCIA		
		Nº	ÁREA (Ha)	% ÁREA	Nº	ÁREA (Ha)	% ÁREA
Microfundios	0 - 3 Ha	13	45,94	0,49%	456	2.095,18	2,32%
Minifundios	3 - 10 Ha	3	1,22	0,01%	265	299,29	0,33%
Pequeña propiedad	10 - 20 Ha	17	76,22	0,82%	400	4.449,37	4,94%
Mediana propiedad	20 - 200 Ha	185	3.538,09	37,87%	955	46.780,98	51,90%
Latifundio	> 200 Ha	72	5.681,41	60,81%	98	36.516,40	40,51%
TOTAL		290	9.342,88	100%	2.174	90.141,22	100%

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) retomando datos de las bases cartográficas de CORNARE, CORPOCALDAS y del IGAC.

4.4.6 Infraestructuras y equipamientos destacados

En relación con la infraestructura y equipamientos destacados, en las Tabla 44, Tabla 45 y Tabla 46 se muestra un resumen de los principales equipamientos culturales, de salud, educación, seguridad y deporte asociados a los municipios analizados.

Tabla 44. Infraestructura cultural (2022) y Empresas Sociales del Estado (2026).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	INFRAESTRUCTURA DE USO CULTURAL *	EMPRESAS SOCIALES DEL ESTADO - ESE**
Antioquia	Abejorral	2	4
	Argelia	3	1
	El Carmen de Viboral	9	1
	Nariño	5	2
	Sonsón	5	3
Caldas	Aguadas	9	2
	Manzanares	9	1
	Marulanda	8	2
	Pácora	7	2
	Pensilvania	8	5
	Salamina	15	2

* Fuente: TerriData (2025), tomado del Ministerio de Cultura para el año 2022.

** Fuente: MinSalud (2026), Registro Especial de Prestadores de Salud - REPS, sólo incluye ESE y sus sedes (reporte al 23 de febrero de 2026).

Tabla 45. Infraestructura establecimientos educativos (2024) y estaciones de Policía (2025).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	ESTACIONES DE POLICÍA
Antioquia	Abejorral	65	2
	Argelia	49	1
	El Carmen de Viboral	58	2
	Nariño	45	2
	Sonsón	93	1
Caldas	Aguadas	66	2
	Manzanares	47	2
	Marulanda	11	1
	Pácora	36	3
	Pensilvania	86	5
	Salamina	36	2

* Fuente: MEN (2026), incluye establecimientos educativos oficiales y no oficiales (preescolar, básica y media) para el año 2024.

** Fuente: Policía Nacional - Dirección de Seguridad Ciudadana (2025), incluye estaciones y subestaciones (reporte al 19 de diciembre de 2025).

Tabla 46. Infraestructura escenarios deportivos y recreativos (2024).

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	ESCENARIOS DEPORTIVOS Y RECREATIVOS
Antioquia	Abejorral**	4
	Argelia***	36
	El Carmen de Viboral	61
	Nariño***	50
	Sonsón	205
Caldas	Aguadas	17
	Manzanares*	41
	Marulanda	12
	Pácora	14
	Pensilvania	22
	Salamina**	28

Fuente: planes de desarrollo municipal 2024 - 2027.

* El dato reportado para Manzanares es del año 2023.

** Actualización planes de ordenamiento territorial de cada municipio (2023).

***Indeportes Antioquia 2026, Inventario de escenarios deportivos por municipio.

4.5.7 Organización administrativa y social

Desde el punto de vista administrativo, el departamento de Antioquia se divide en nueve subregiones: Valle de Aburrá, Bajo Cauca, Norte, Nordeste, Suroeste, Occidente, Urabá, Magdalena Medio y Oriente. Esta última está conformada por 23 municipios y en ella se localiza la zona denominada “Páramos”, integrada por los municipios de Sonsón, Nariño y Argelia, los cuales hacen parte del área de influencia del CPS (IAvH & INER, 2015). Aunque Abejorral también hace parte de la zona denominada “Páramos”, no tiene una participación dentro del CPS, sólo en su área de influencia. Caso contrario ocurre con El Carmen de Viboral, que pese a estar ubicado en la subregión Oriente y a tener un área dentro del CPS, no hace parte de dicha zona.

Por su parte, el departamento de Caldas se divide en seis subregiones: Alto Oriente, Centro Sur, Magdalena Caldense, Norte, Occidente Alto y Occidente Bajo. En la subregión Alto Oriente se encuentran los municipios de Manzanares, Marulanda y Pensilvania. A su vez, la subregión Norte comprende los municipios de Aguadas, Pácora y Salamina (Gobernación de Caldas, 2012).

Algunos de los aspectos clave de la organización administrativa y social se muestran en Tabla 47.

Tabla 47. Aspectos clave de la organización administrativa y social.

ASPECTOS CLAVE	DESCRIPCIÓN
Departamentos	Antioquia y Caldas
Municipios	<u>Antioquia:</u> Abejorral, Argelia, El Carmen de Viboral, Nariño y Sonsón. <u>Caldas:</u> Aguadas, Manzanares. Marulanda, Pácora, Pensilvania y Salamina.
Número de veredas*	<u>Antioquia:</u> Abejorral (67b), Argelia (51b), El Carmen de Viboral (56b), Nariño (48d) y Sonsón (106b). <u>Caldas:</u> Aguadas (63b), Manzanares (53b). Marulanda (14b), Pácora (46b), Pensilvania (106b) y Salamina (49c).
Número de Juntas de Acción Comunal - JAC*	<u>Antioquia:</u> Abejorral (72a), Argelia (46a), El Carmen de Viboral (63b), Nariño (55a) y Sonsón (115b). <u>Caldas:</u> Aguadas (67b), Manzanares (60b). Marulanda (12b), Pácora (48b), Pensilvania (93b) y Salamina (55b).
Autoridades ambientales	Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - Cornare y Corporación Autónoma Regional de Caldas - Corpocaldas.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de: a) datos de las administraciones municipales; b) de los planes de desarrollo municipal; c) de las actualizaciones de los planes de ordenamiento territorial de cada municipio y d) de los estudios técnicos, sociales y ambientales - ETESA.

En el área de influencia del CPS se identificaron un total de 100 veredas distribuidas en los municipios analizados, de las cuales 57 se encuentran en áreas cercanas (área de influencia definida por el equipo ejecutor del convenio) y 43 se localizan dentro del complejo (Tabla 48) (Figura 102).

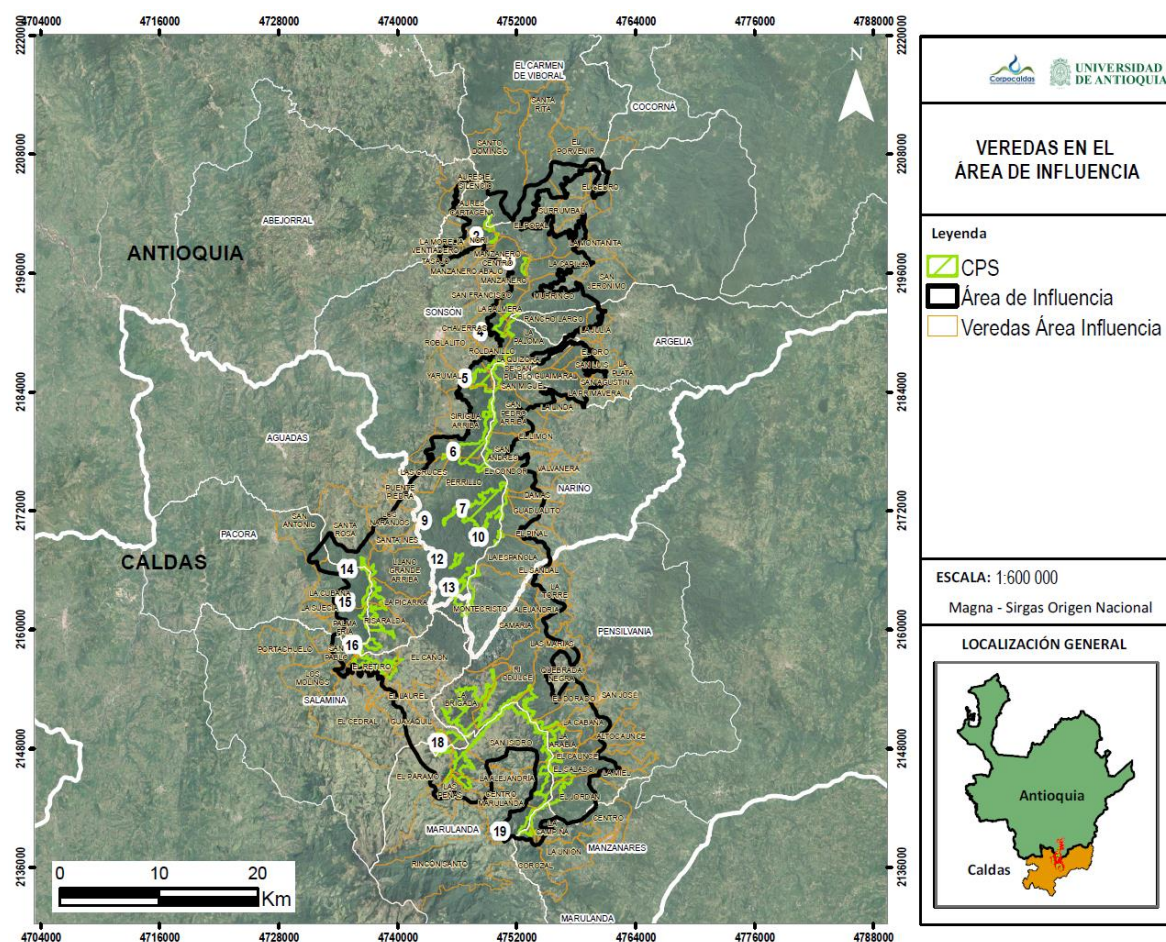


Figura 102. Veredas del CPS y su área de influencia.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) basado en CORANTIOQUIA (2010)

A nivel municipal, Sonsón concentra el mayor número de veredas, con un total de 28, de las cuales 22 se encuentran en el área de influencia y 6 dentro del complejo. De manera similar, el municipio de Pensilvania presenta un total de 17 veredas, con una distribución relativamente equilibrada entre el área de influencia (8) y el complejo (9).

Otros municipios con una participación relevante son Nariño, con 12 veredas en total, de las cuales 8 se ubican dentro del complejo y Salamina, con 8 veredas en total y 5 dentro del CPS. En contraste, municipios como Abejorral no registran veredas dentro del complejo, mientras que El Carmen de Viboral y Argelia presentan una participación más limitada (ver Tabla 48).

En conjunto, la distribución de veredas muestra que una proporción importante del territorio analizado se encuentra directamente asociada al ecosistema de páramo, aunque con

diferencias en la participación de cada municipio. Esta variabilidad territorial constituye un elemento relevante para la caracterización del área de estudio, en la medida en que refleja la diversidad en la relación entre las unidades político-administrativas y el CPS.

Tabla 48. Veredas dentro del CPS y en el área de influencia propuesta (2026).

MUNICIPIO	VEREDAS ÁREA DE INFLUENCIA		VEREDAS CPS	
	TOTAL	NOMBRES	TOTAL	NOMBRES
Sonsón	28	Sirgua Arriba La Quebra De San Pablo Roblalito B La Paloma Chaverras San Francisco - La Palmita Murringo San Jerónimo Tasajo Manzanares Arriba Manzanares Abajo Ventiadero La Montañita Manzanares Centro Nori La Morelia El Salado Surrumbal Aures Cartagena El Popal La Torre El Cedro Las Cruces Perrillo San José Yarumal Roblalito A La Capilla	6	Las Cruces Perrillo San José Yarumal Roblalito A La Capilla
Abejorral	2	Aures El Silencio Guayaquil	0	-
Argelia	9	San Agustín La Primavera Guaimaral La Plata San Luis El Oro San Pablo La Julia Rancho Largo	1	Rancho Largo
El Carmen de Viboral	3	El Porvenir Santa Rita Santo Domingo	1	Santo Domingo

MUNICIPIO	VEREDAS ÁREA DE INFLUENCIA		VEREDAS CPS	
	TOTAL	NOMBRES	TOTAL	NOMBRES
Nariño	12	Guadualito Valvanera El Limón La Linda Montecristo La Española El Piñal Damas El Condor San Andrés San Pedro Arriba San Miguel	8	Montecristo La Española El Piñal Damas El Condor San Andrés San Pedro Arriba San Miguel
Aguadas	7	Santa Ines Los Naranjos Puente Piedra Risaralda La Picarra Llano Grande Arriba Santa Rosa	4	Risaralda La Picarra Llano Grande Arriba Santa Rosa
Pácora	4	La Suecia San Antonio Palma Fría La Cubana	2	Palma Fría La Cubana
Salamina	8	El Cedral Los Molinos Portachuelo Guayaquil El Laurel El Retiro San Pablo El Cañón	5	Guayaquil El Laurel El Retiro San Pablo El Cañón
Marulanda	6	Rincón Santo Las Peñas La Alejandría El Páramo San Isidro Centro Marulanda	5	Las Peñas La Alejandría El Páramo San Isidro Centro Marulanda
Manzanares	4	La Unión Centro Corozal La Campiña	2	Corozal La Campiña
Pensilvania	17	El Caunce Altocaunce San José Las Marias Alejandría	9	El Jordan El Salado La Arabia La Cabaña El Dorado

MUNICIPIO	VEREDAS ÁREA DE INFLUENCIA		VEREDAS CPS	
	TOTAL	NOMBRES	TOTAL	NOMBRES
		El Sandal La Torre La Miel El Jordan El Salado La Arabia La Cabaña El Dorado La Brigada Quebrada Negra Rio Dulce Samaria		La Brigada Quebrada Negra Rio Dulce Samaria
TOTAL		100		43

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.

A partir de la información primaria recopilada con las diferentes administraciones municipales, la presencia de Juntas de Acción Comunal (JAC) en las veredas del área de influencia del CPS tiene una mayor concentración en el municipio de Sonsón, seguido por Nariño y Argelia, y una presencia más puntual en el resto de los municipios. Esta distribución da cuenta de la existencia de formas de organización comunitaria en el territorio, aunque con variaciones en su presencia entre municipios y veredas.

En este contexto, la presencia de JAC se registra en 69 de las 100 veredas que conforman el CPS y su área de influencia (Tabla 49). Lo anterior podría estar relacionado con procesos como la disminución de la población rural o cambios en las dinámicas organizativas locales. De manera complementaria, esta variabilidad sugiere diferencias en los niveles de articulación social y en las capacidades de gestión colectiva del territorio, aspectos relevantes para la implementación de estrategias de participación y gobernanza en el marco del presente plan de manejo (PMA) del CPS.

Tabla 49. Juntas de acción comunal (JAC) en las veredas del área de influencia del CPS.

MUNICIPIO	JAC ÁREA DE INFLUENCIA	JAC CPS
Sonsón	Las Cruces San José Sirgua Arriba Yarumal (Altavista Y Escuela) Roblalito A Roblalito B La Paloma Chaverras San Francisco - La Palmita	Las Cruces San José Yarumal Roblalito A La Capilla

MUNICIPIO	JAC ÁREA DE INFLUENCIA	JAC CPS
	Murringo San Jerónimo Tasajo Manzanares Arriba La Capilla Manzanares Abajo Ventiadero La Montañita Manzanares Centro Nori La Morelia El Salado Surrumbal Aures Cartagena El Popal La Torre El Cedro	
Nariño	La Española El Piñal Damas El Condor Valvanera San Andrés El Limón La Linda San Pedro Arriba San Miguel	La Española El Piñal Damas El Condor San Andrés San Pedro Arriba San Miguel
El Carmen de Viboral	El Porvenir Santa Rita	N/A
Argelia	San Agustin La Primavera Guaimaral La Plata San Luis El Oro San Pablo Rancho Largo La Julia	Rancho largo
Abejorral	Aures El Silencio Guayaquil	N/A
Salamina	Los Molinos San Pablo Portachuelo El Cañón	San pablo El Cañon
Pensilvania	Quebrada Negra Las Marias Rio Dulce	Quebrada Negra Rio Dulce Samaria

MUNICIPIO	JAC ÁREA DE INFLUENCIA	JAC CPS
	Samaria	
Pácora	La Suecia La Cubana San Antonio	La Cubana
Marulanda	Rincón Santo La Alejandría El Páramo San Isidro Centro Marulanda	La Alejandría El Páramo San Isidro Centro Marulanda
Manzanares	La Unión	N/A
Aguadas	Los Naranjos Santa Rosa Puente Piedra	Santa Rosa

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.

4.5.8 Actores identificados en el CPS

Se identificaron 304 actores, a partir de información primaria levantada en campo y la revisión de fuentes secundarias. Estos fueron posteriormente depurados y agrupados de acuerdo con características similares, dando lugar a un total de 103 actores, los cuales fueron clasificados en diez (10) tipologías de acuerdo a la Tabla 50. Se destaca el sector productivo con el 35,92% de los actores y las organizaciones étnicas y territoriales con el 17,47%. El sector productivo incluye actividades primarias y secundarias.

Tabla 50. Tipos de actor en el CPS.

TIPO DE ACTOR	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Población local	Personas del territorio del CPS que mantienen una relación cotidiana, histórica, cultural y productiva con el páramo, a través de prácticas de vida, uso del suelo, conocimiento local y formas específicas de apropiación del territorio.	4
Instituciones del estado y autoridades ambientales	Entidades públicas del orden nacional, regional o local responsables de la formulación, implementación, seguimiento y control de la política ambiental, la normatividad y la gestión de los ecosistemas, incluyendo autoridades ambientales, organismos de control y entidades sectoriales con competencia en el territorio.	12

TIPO DE ACTOR	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Entidades territoriales	Gobernaciones de los departamentos y alcaldías de los municipios que hacen parte del CPS, responsables de la planificación territorial, la gestión del desarrollo local y la articulación de políticas públicas en el territorio.	10
Organizaciones étnicas y/o territoriales	Formas organizativas comunitarias que representan intereses colectivos desde identidades culturales, territoriales o sociales, tales como comunidades étnicas, juntas de acción comunal, colectivos ambientales locales, grupos religiosos.	18
ONG y entidades de cooperación	Son entidades independientes y sin ánimo de lucro que operan en una variedad de campos, desde el desarrollo social y económico hasta la protección del ambiente, la defensa de los derechos humanos y la asistencia humanitaria. Estas organizaciones se caracterizan por su autonomía frente a gobiernos y empresas, su misión principal es abordar problemas y desafíos sociales, ambientales o políticos a través de la acción directa y la defensa de causas.	10
Sector técnico y de conocimiento	Instituciones de educación superior, centros de investigación, grupos académicos e investigadores que desarrollan procesos de generación de conocimiento, investigación, formación o acompañamiento técnico relacionados con el CPS.	5
Sector productivo	Actores individuales u organizados, públicos, privados y mixtos que desarrollan actividades económicas directamente asociadas al uso del territorio y los recursos naturales del CPS o de los municipios que lo conforman, tales como agricultura, ganadería, pesca, minero-energético, silvicultura, comercio, servicios u otras formas de producción primaria, secundaria o terciaria.	37
Sector educativo y de capacitación	Instituciones educativas de nivel preescolar, básico, medio y técnico de los municipios del CPS, que desarrollan procesos de formación formal y educación ambiental en el territorio.	3
Medios de comunicación	Organizaciones, colectivos o personas dedicadas a la producción, difusión y circulación de información a través de medios impresos, radiales, televisivos, digitales o comunitarios, que influyen en la construcción de opinión pública, el acceso a la información y la visibilización de problemas, procesos y actores relacionados con el CPS.	3
Otros	Actores que no se clasifican en las tipologías anteriores.	1

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Estos mismos actores identificados fueron clasificados de acuerdo a su nivel de influencia respecto al CPS (ver Tabla 51). Se observa que la mayoría de los actores se concentran en un nivel bajo (55 - más de la mitad), sugiriendo que si bien existe una amplia diversidad de actores relacionados, muchos de ellos tienen una incidencia indirecta o limitada sobre las dinámicas del páramo.

Tabla 51. Actores agrupados de acuerdo a su nivel de influencia en el CPS.

NIVEL DE INFLUENCIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Alto	El actor mantiene una presencia activa dentro del CPS (desarrolla sus actividades allí) o tiene una responsabilidad legal sobre el mismo de acuerdo al marco normativo colombiano. Dadas sus características, el actor tiene una alta influencia en las dinámicas que se desarrollan en el CPS desde la propiedad de los predios, actividades productivas, incidencia político administrativa, incidencia en el ordenamiento ambiental del territorio, iniciativas locales de organización y/o apropiación del territorio, entre otras.	10
Medio	Las áreas donde el actor desarrolla sus actividades se encuentran cerca del CPS o sus actividades dependen de las contribuciones al bienestar humano del ecosistema páramo.	38
Bajo	El actor no desarrolla sus actividades ni dentro del CPS ni en áreas cercanas al mismo. Sus relaciones se establecen más en función de los municipios que conforman el CPS, de los departamentos, de las áreas protegidas o de la estructura nacional de las entidades territoriales o institucionales del estado.	55

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Se definieron los roles de cada actor identificado en relación al PMA - CPS (ver Tabla 52). A diferencia de las caracterizaciones anteriores, los actores pueden tener más de un rol en la construcción del PMA. Se observa el 41,76% actores con funciones de mediación en relación al PMA, lo que indica que más de la tercera parte de los actores identificados tienen un papel preponderante en la articulación y construcción colectiva del plan frente a las partes interesadas. El 7,64% concentran la toma de decisiones alrededor de la gestión del CPS. El 13,52% de los actores desempeñan un rol relacionado con la ejecución de acciones, 30% se podrían ver como beneficiados, mientras que el 7,05% refieren a los actores afectados de los que pueden emerger tensiones o desacuerdos en la implementación del PMA.

Tabla 52. Actores agrupados de acuerdo a su rol en el PMA - CPS.

ROL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Decisor	Toma decisiones de tipo técnico, administrativo o presupuestal en el PMA - CPS.	13
Implementador	Actor que de acuerdo a sus características, tiene potencialidades que le permiten implementar las estrategias propuestas en el PMA - CPS. Vale aclarar que estas estrategias son construidas con las comunidades locales.	23
Mediador	Establece negociaciones con el resto de actores tanto en la construcción, como en la implementación y el seguimiento del PMA - CPS.	71
Beneficiario	Actor que dadas las características de las actividades que desarrolla, podría verse beneficiado con el PMA - CPS.	51
Afectado	Actor que dadas las características de las actividades que desarrolla, podría verse afectado con el PMA - CPS.	12

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Por último, las tipologías de poder también fueron analizadas por el equipo de trabajo y sus resultados se encuentran en la Tabla 53. Casi las dos terceras partes de los actores identificados (65,25%) tendrían una legitimación territorial (35,98%) y una injerencia en la intermediación de decisiones (29,27%). El 3,05% tendría la potestad de decidir normas respecto al PMA, el 20,73% podría tener recursos económicos para su implementación y el 10,98% tendría las consideraciones técnicas para aportar en su construcción.

Tabla 53. Actores agrupados de acuerdo al tipo de poder.

TIPO DE PODER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Normativo	Decide reglas.	5
Técnico	Produce conocimiento.	18
Económico	Financia, incentiva.	34
Político	Intermedia decisiones.	48
Social / comunitario	Legitimidad territorial.	59

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

En este contexto es que se hace necesaria una estrategia de gobernanza que se pueda sostener en el tiempo y que permita que todos los actores que están directamente relacionados en la gestión del CPS, pueden articularse y promover iniciativas endógenas que fortalezcan las sinergias entre las diferentes miradas sobre el CPS.

4.5.9 Principales conflictos ambientales

La identificación de los principales conflictos ambientales en el CPS se realizó a partir de la interpretación integrada de información primaria (obtenida a partir del diagnóstico participativo) e información secundaria. En particular, se retomaron los resultados obtenidos en los espacios de interlocución desarrollados en el marco del proyecto, los cuales permitieron reconocer, desde la percepción de los actores locales, las principales tensiones asociadas al uso y manejo del territorio.

De manera complementaria, se incorporó información secundaria proveniente de instrumentos de planificación ambiental y estudios previos, destacándose los planes de manejo ambiental formulados en ambas corporaciones, así como estudios socioeconómicos y territoriales que abordan las dinámicas de ocupación, uso del suelo y transformación del paisaje. Asimismo, se consideró literatura académica relacionada con los procesos de delimitación de páramos y los conflictos asociados a estos ecosistemas, lo cual permitió contextualizar los hallazgos en un marco más amplio de análisis.

Finalmente se utilizó el índice de susceptibilidad a conflictos socioambientales desarrollado por le IDEAM en el año 2024, para correlacionarlo con los resultados obtenidos tanto a partir de información primaria como secundaria.

4.5.9.1. Información primaria, obtenida a partir del diagnóstico participativo

Respecto al diagnóstico participativo y conforme a la metodología utilizada en los espacios de interlocución, se evaluaron diferentes categorías asociadas a las dinámicas de uso, percepción y presión sobre el territorio, entre las que se incluyen: tensionantes; actividades productivas; sitios de interés como nacimientos agua, áreas donde se reportan la presencia de especies, animales o vegetales, con un grado significativo de valoración por parte las personas que asistieron a los espacios de interlocución y sitios de valor cultural⁶; infraestructura y atractivos turísticos⁷.

Como resultado de este análisis, se identificó que las principales dinámicas mencionadas en los ejercicios participativos dentro del CPS, su área de influencia o en zonas cercanas, las categorías se concentran en tensionantes (23,8%) y actividades productivas (22,8%), seguidas por la categoría de agua/especies/sitios culturales (21,9%), lo que muestra una fuerte relación entre el territorio y los procesos sociales vinculados tanto al uso del suelo como a las contribuciones de la naturaleza al bienestar humano. Por su parte, las categorías de infraestructura (18,2%) y sitios de interés turístico (13,3%) presentan una menor participación, aunque igualmente relevantes en términos de intervención y apropiación del territorio (ver Figura 103)

⁶ Esta categoría se denominó Agua / Especies / Sitios culturales.

⁷ Sitios de interés turístico actuales y/o potenciales en las categorías propuestas.

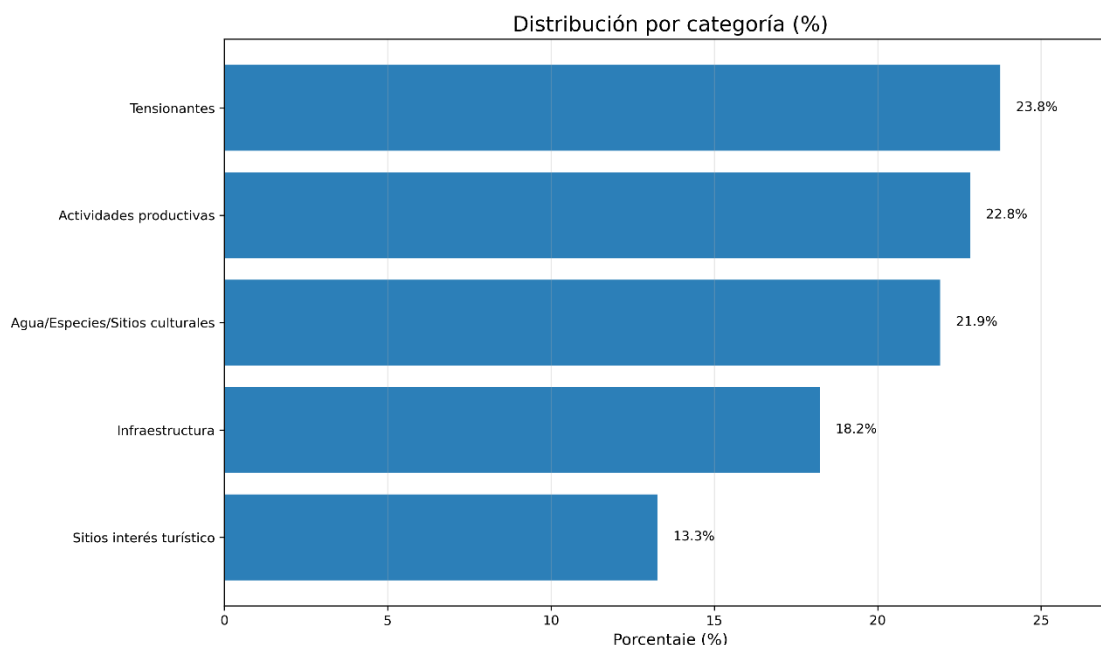


Figura 103. Distribución de categorías en el diagnóstico participativo del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Estos resultados muestran que el CPS presenta dinámicas biofísicas importantes, así como también una presión antrópica relevante, asociada principalmente a actividades productivas, usos tradicionales del territorio y procesos de ocupación. En particular, uno de cada cuatro puntos identificados en el ejercicio (23,8%) se relaciona con tensionantes, reflejando la existencia de conflictos potenciales entre la conservación del ecosistema y las dinámicas socioeconómicas locales (Figura 103)

La categoría de agua/especies/sitios culturales pone en evidencia la estrecha relación entre el territorio y las contribuciones de la naturaleza al bienestar, así como su valoración desde las comunidades locales. Uno de cada cinco puntos identificados en los ejercicios de cartografía social pertenecía a esta categoría (21,9%), la presencia de fuentes hídricas, nacimientos, áreas de avistamiento de flora y fauna y sitios culturales pone de manifiesto que el complejo no sólo tiene un valor ecológico, sino también social y simbólico, asociado al uso del agua, la biodiversidad y las prácticas culturales. Estos hallazgos refuerzan la importancia del territorio como espacio estratégico para el abastecimiento hídrico y la conservación de valores bioculturales.

En cuanto a la categoría de actividades productivas identificadas, que representa el 22,8%, las comunidades participantes destacan la agricultura, la ganadería y las plantaciones

forestales como aquellas más predominantes en el territorio (Figura 103, Figura 104 y Figura 105)

La categoría de sitios de interés turístico, si bien presenta la menor participación, adquiere relevancia por su potencial de crecimiento y por las implicaciones que puede tener sobre la integridad ecológica del complejo. Estos sitios, asociados principalmente a valores paisajísticos, representan oportunidades para el desarrollo de turismo de naturaleza, pero también implican riesgos si no se gestionan de manera adecuada (Figura , Figura y Figura)

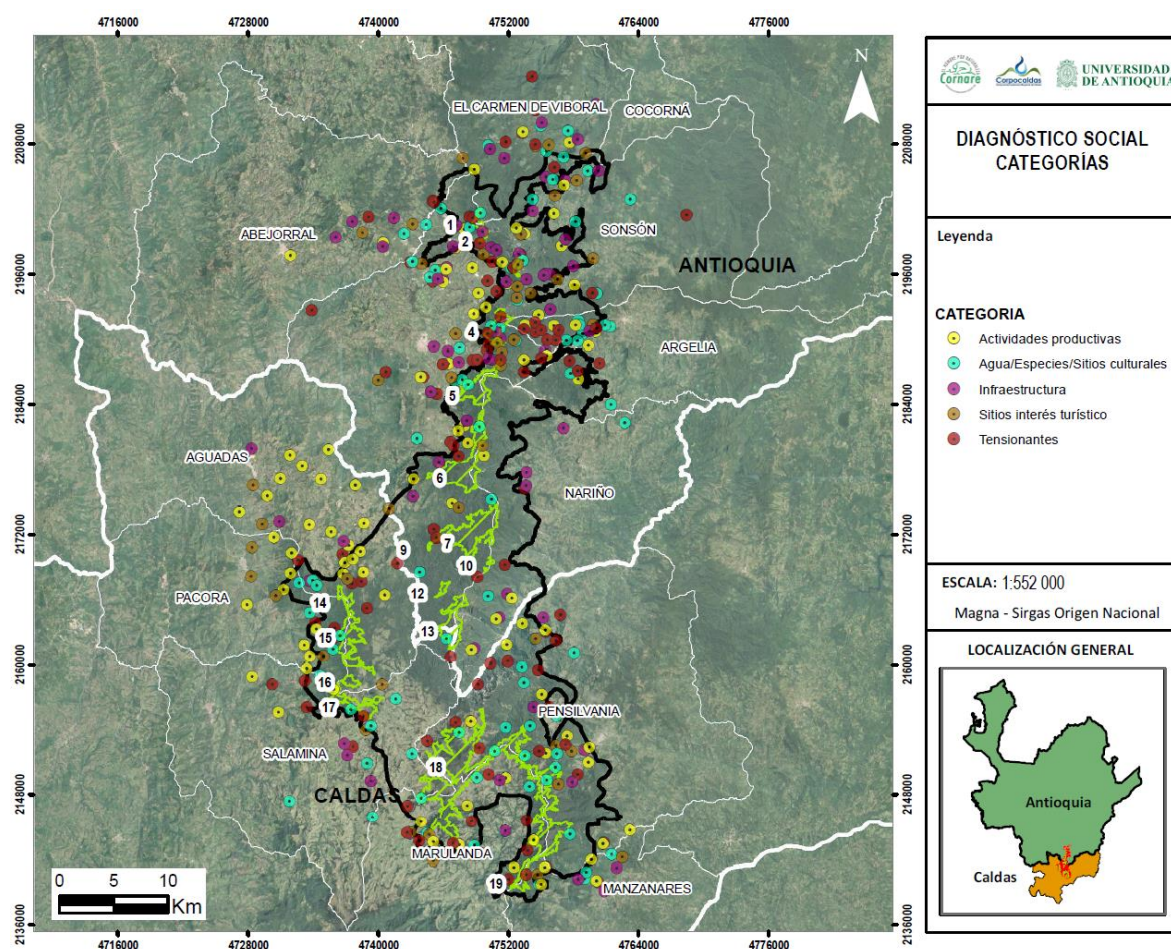


Figura 104. Espacialización del diagnóstico participativo del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Con el fin de entender las tensiones en el territorio identificadas con las comunidades en los talleres, se crean subcategorías que permiten profundizar en la comprensión de las dinámicas que inciden sobre el CPS evidenciando la composición de la categoría y la

participación de cada una de las subcategorías, en otras palabras, una caracterización de las categorías de la cartografía social (ver Figura 105). En este sentido, los tensionantes reflejan una condición multifactorial, donde confluyen diversas actividades y procesos que generan presión sobre el ecosistema. Entre éstas, se destacan las actividades productivas⁸, los conflictos con fauna, procesos de deforestación, quemas, erosión y dinámicas asociadas al turismo no regulado, lo que evidencia que las presiones responden a una combinación de situaciones que afectan de manera transversal diferentes sectores del complejo (Figura 105).

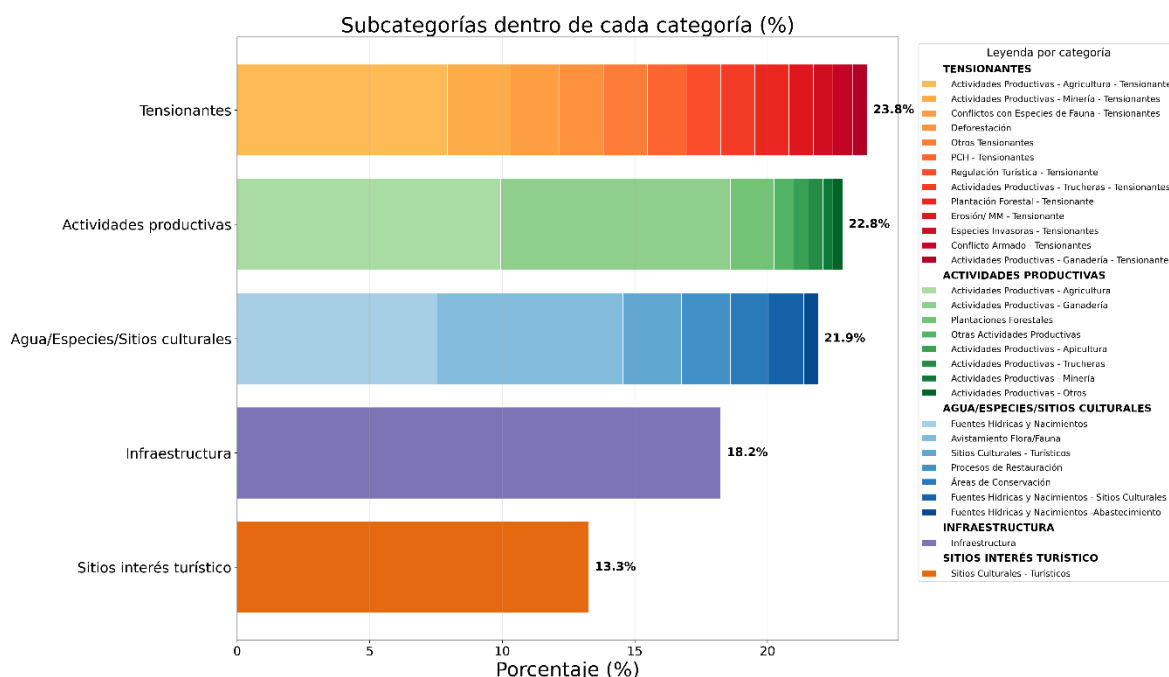


Figura 105. Distribución de subcategorías en el diagnóstico participativo del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

Al analizar en detalle la categoría de tensionantes, se identifica que la subcategoría actividades agropecuarias, especialmente la agricultura, constituyen el principal factor de presión dentro del diagnóstico participativo del CPS. De acuerdo con la Figura 106, la agricultura representa el 33,3% del total, seguido por la minería (10,1%), los conflictos con especies de fauna (7,8%) y la deforestación (7,0%). Este comportamiento evidencia que la presión sobre el territorio está fuertemente concentrada en actividades productivas,

⁸ Las subcategorías actividades productivas relacionadas con agricultura y ganadería pueden ser vistas como un tensionante frente a CPS o como un dinamizador económico en esta zona del territorio dependiendo de (I) su ubicación respecto al CPS, (II) las prácticas usadas, (III) y el actor que realiza el análisis.

asociadas al uso agrícola del suelo, lo cual coincide con los patrones observados en otros componentes del diagnóstico. En este sentido, los tensionantes relacionados con la agricultura presentan una alta correlación espacial con las áreas de pérdida de cobertura vegetal, donde se han identificado procesos de transformación del paisaje, así como con las zonas que presentan conflictos de uso del suelo, caracterizadas por desajustes entre la vocación biofísica y los usos actuales.

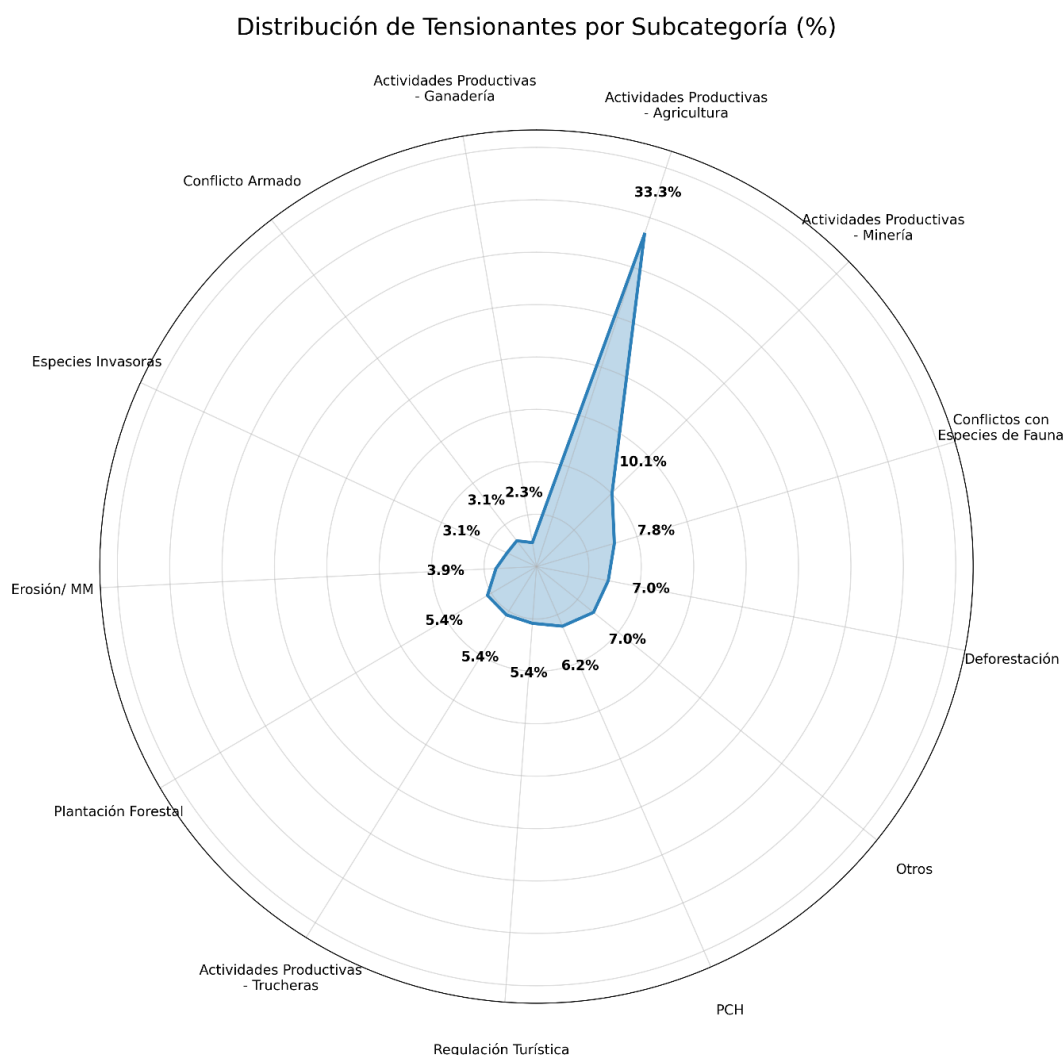


Figura 106. Distribución de tensionantes en el diagnóstico participativo del CPS.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de los encuentros sostenidos con las comunidades locales.

El principal motor de transformación del territorio en el CPS es la agricultura. Ésta se ve reforzada por la presencia de otros tensionantes asociados, como la deforestación y la erosión, los cuales actúan como efectos directos o indirectos de las actividades agrícolas.

En este mismo sentido, la categoría de actividades productivas permite identificar que la intervención antrópica en el territorio está fuertemente asociada al uso agropecuario del suelo (con mayor participación de las subcategorías de actividades productivas-agricultura y actividades productivas-ganadería) (Figura 105). Este patrón sugiere que las transformaciones del paisaje responden, en gran medida, a sistemas productivos convencionales, especialmente en zonas de borde y transición del páramo, donde las condiciones de accesibilidad facilitan la ocupación del territorio.

4.5.9.2. Información secundaria

Por su parte, la identificación de conflictos se realizó mediante una revisión intencionada de documentos clave que abordan el territorio del CPS (ver Tabla 54), incluyendo:

- Planes de manejo ambiental (Cornare, 2021; Corpocaldas & Pangea, 2019)
- Estudios socioeconómicos y territoriales (IAvH & INER, 2015)
- Literatura académica sobre delimitación y conflictos en páramos (Piedrahita & Peña, 2016)

Estos documentos fueron seleccionados por su pertinencia temática, alcance territorial y nivel de detalle en la descripción de dinámicas socioambientales.

Tabla 54. Descripción de los principales conflictos en el CPS y su área de influencia de acuerdo con fuentes secundarias.

TIPO CONFLICTO	DESCRIPCIÓN CONFLICTO	ACTORES INVOLUCRADOS	UBICACIÓN	RELACIÓN CPS	DIMENSIÓN OT	FUENTE
Delimitación del páramo	Conflictos por apropiación territorial derivados de la delimitación	Comunidades, Estado	CPS	Directa	Zonificación	(Piedrahita & Peña, 2016, p. 257)
Conflictos de uso del suelo	Incompatibilidad entre uso actual y uso potencial del suelo	No especificado	DRMI Páramo de Vida Maitamá-Sonsón	Directa	Uso del suelo	(Cornare, 2021, pp. 53–56)
Restitución de tierras	Procesos de restitución pueden transformar ecosistemas	Estado, comunidades	CPS	Directa	Gobernanza territorial	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 11)
Déficit de información climática	Falta de estaciones limita planificación territorial	Instituciones	CPS	Indirecta	Planificación	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 30)
Expansión agropecuaria	Expansión de ganadería y agricultura en zonas de páramo	Comunidades campesinas	Marulanda, Salamina, Pensilvania	Directa	Uso del suelo	(Corpocaldas & Pangea, 2019, pp. 11, 24)
Ganadería en alta montaña	Uso de áreas >3400 msnm para ganadería	Productores rurales	Marulanda, Pensilvania	Directa	Uso del suelo	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 24)

TIPO CONFLICTO	DESCRIPCIÓN CONFLICTO	ACTORES INVOLUCRADOS	UBICACIÓN	RELACIÓN CPS	DIMENSIÓN OT	FUENTE
Agricultura en páramo	Cultivo de papa en zonas de páramo	Campesinos	CPS	Directa	Uso productivo	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 24)
Plantaciones forestales	Cultivos de coníferas comerciales en el páramo	No especificado	CPS	Directa	Uso productivo	(IAvH & INER, 2015, p. 157)
Turismo	Presión por actividades turísticas	No especificado	CPS	Directa	Uso del suelo	(IAvH & INER, 2015, p. 164)
Deforestación	Eliminación de cobertura vegetal para producción	Comunidades rurales	CPS	Directa	Conservación	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 11)
Fragmentación del ecosistema	Pérdida de conectividad ecológica	No especificado	CPS	Directa	Conservación	(IAvH & INER, 2015, p. 153; Cornare, 2021, p. 84)
Degradación del suelo	Presencia de suelos erosionados y desnudos	No especificado	Zonas altas (CPS)	Directa	Degradación ambiental	(Corpocaldas & Pangea, 2019, pp. 18–21)
Pérdida de cobertura vegetal	Disminución de vegetación en microcuencas	No especificado	CPS	Directa	Conservación	(IAvH & INER, 2015, p. 160)
Impacto en humedales	Transformación de ecosistemas asociados (humedales)	No especificado	Valle Alto y otros	Directa	Conservación	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 11)
Conflictos por acceso al agua	Concesiones de agua para uso doméstico y riego	Usuarios del agua	CPS	Directa	Gestión hídrica	(IAvH & INER, 2015, p. 158; Cornare, 2021, p. 10)
Inequidad hídrica	Distribución desigual del recurso hídrico	No especificado	CPS	Directa	Gestión territorial	(IAvH & INER, 2015, p. 159)
Contribuciones de la naturaleza al bienestar humano	Afectación de regulación hídrica	No especificado	CPS	Directa	Contribuciones de la naturaleza al bienestar humano	(Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 11)
Minería vs conservación	Restricciones a minería generan conflicto	Estado, sector minero	CPS	Directa	Regulación extractiva	(Piedrahita & Peña, 2016, p. 258)
Títulos y solicitudes mineras	Presencia de intereses mineros en el territorio	Sector minero	DRMI Páramo de vida Maitamá-Sonsón	Directa	Uso del suelo	(Cornare, 2021, p. 77)
Infraestructura vial	Construcción de vías en el páramo	No especificado	CPS	Directa	Infraestructura	(IAvH & INER, 2015, p. 164)
Proyectos energéticos	Proyectos energéticos afectan el territorio	No especificado	CPS	Directa	Infraestructura	(IAvH & INER, 2015, p. 160)
Cambio climático	Variabilidad climática afecta el ecosistema	No especificado	CPS	Directa	Gestión ambiental	(Cornare, 2021, pp. 18, 21;

TIPO CONFLICTO	DESCRIPCIÓN CONFLICTO	ACTORES INVOLUCRADOS	UBICACIÓN	RELACIÓN CPS	DIMENSIÓN OT	FUENTE
						Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 11)
Amenazas naturales	Riesgos por incendios y movimientos en masa	No especificado	CPS	Directa	Gestión del riesgo	(Cornare, 2021, pp. 32–34; Corpocaldas & Pangea, 2019, p. 25)
Abandono y regeneración	Regeneración ecológica tras abandono productivo	No especificado	CPS	Directa	Dinámica territorial	(Corpocaldas & Pangea, 2019, pp. 17–19)
Pérdida cultural	Transformación de prácticas y valores territoriales	No especificado	CPS	Indirecta	Sociocultural	(IAvH & INER, 2015, p. 164)
Actividades productivas	Alta presión antrópica asociada a actividades productivas y ocupación del territorio	Comunidades locales	CPS y área de influencia	Directa	Uso del suelo	CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026). con base en diagnóstico participativo

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de CORNARE, 2021; CORPOCALDAS & Pangea, 2019; IAvH & INER, 2015.

De esa revisión y de la información obtenida en los talleres participativos se identifican los conflictos descritos en la Tabla 55.

Tabla 55. Principales conflictos identificados en el CPS y su área de influencia.

CONFLICTOS	DESCRIPCIÓN
Conflictos por uso del suelo	Se evidencia una expansión sostenida de la frontera agropecuaria, particularmente en ganadería y cultivos como papa y aguacate. Estas actividades generan: • Pérdida de cobertura vegetal • Erosión del suelo • Fragmentación ecológica Este conflicto tiene un carácter estructural, asociado a la dependencia económica de las comunidades rurales en casi todos los municipios que conforman el complejo.
Conflictos hídricos	El recurso hídrico presenta múltiples tensiones: • Contaminación por agroquímicos • Intervención de nacimientos • Distribución desigual del agua • Deficiencias en servicios públicos Estos conflictos trascienden lo local, afectando la seguridad hídrica regional.

CONFLICTOS	DESCRIPCIÓN
Pérdida de biodiversidad	Los procesos de deforestación, expansión agropecuaria y establecimiento de monocultivos han generado: - Fragmentación del hábitat - Reducción de conectividad ecológica - Disminución de especies nativas
Conflictos socioeconómicos	Las comunidades presentan alta dependencia de actividades restringidas en páramos, lo que genera tensiones con la normativa ambiental. Se identifican además: - Conflictos fauna–ganadería - Limitadas alternativas productivas - Desigualdad territorial
Gobernanza y conflictos institucionales	Se evidencian debilidades en: - Implementación de planes de manejo - Control y vigilancia - Participación comunitaria Adicionalmente, procesos como el licenciamiento ambiental y la delimitación han generado conflictos de legitimidad.
Conflictos por delimitación territorial	La delimitación del páramo emerge como un conflicto central, al definir restricciones sobre el uso del territorio sin incorporar plenamente las dinámicas sociales y económicas locales. Este conflicto refleja tensiones entre: - Estado vs comunidades - Conservación vs subsistencia - Intereses económicos vs protección ambiental
Conflictos extractivos y energéticos	Se identifican presiones por actividades como: - Minería (especialmente artesanal) - Proyectos hidroeléctricos Estos generan impactos sobre el agua, el suelo y la gobernanza territorial.
Conflictos históricos y territoriales	Los conflictos actuales están asociados a procesos históricos de ocupación, transformación del paisaje y presencia de actores armados, lo que ha configurado dinámicas de control territorial y uso de recursos.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de CORNARE, 2021; CORPOCALDAS & Pangea, 2019; IAvH & INER, 2015 y Talleres participativos UdeA (2026).

4.5.9.3. Índice de susceptibilidad a conflictos socioambientales (ISCA)

El Índice de Susceptibilidad a Conflictos Socioambientales (ISCA) es un insumo cartográfico desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para identificar y zonificar a escala nacional las áreas propensas a experimentar conflictos socioambientales. Estos conflictos pueden originarse a partir de posibles desencuentros en el uso y aprovechamiento del territorio, derivados tanto de la implementación de actividades económicas y dinámicas sociales, como de restricciones en el uso del suelo asociadas a determinantes ambientales y áreas de reglamentación especial (IDEAM, 2024).

Metodológicamente, el ISCA se calculó mediante un análisis espacial multicriterio de superposición ponderada de capas de información geográfica para el territorio continental de Colombia. Las variables seleccionadas se agruparon en cinco componentes: ecológico, social, determinantes ambientales, áreas de reglamentación especial y actividades socioeconómicas. Una vez normalizadas, se les asignaron pesos mediante mesas de trabajo técnicas y los resultados se clasificaron en cuatro categorías usando el método de rupturas naturales (IDEAM, 2024). Es importante señalar que, dado que el índice fue diseñado para una escala de análisis nacional, su aplicación en contextos locales —como el CPS— tiene limitaciones interpretativas inherentes, que se amplían más adelante en este apartado.

Adicionalmente, uno de los componentes centrales del índice es el Índice de Riesgo de Victimización (IRV), una medida que refleja la exposición de la población a situaciones de violencia y conflicto armado y que actúa como un indicador indirecto de la vulnerabilidad social de los territorios.

Las cuatro categorías resultantes del ISCA son:

Bajo: áreas con Índice de Riesgo de Victimización (IRV) bajo o medio, baja integridad ecológica, alta o media degradación de los suelos, y ausencia de actividades socioeconómicas y áreas de reglamentación especial.

Medio Bajo: zonas con IRV medio, alta concentración de población y/o captaciones de agua, degradación moderada de los suelos, y presencia de áreas de reglamentación especial, actividades socioeconómicas y determinantes ambientales.

Medio Alto: áreas con IRV alto o medio, alta integridad ecológica, baja degradación de los suelos, y presencia de áreas de reglamentación especial, actividades socioeconómicas y/o determinantes ambientales.

Alto: áreas con IRV alto, alta integridad ecológica, baja degradación de los suelos, y presencia de áreas de reglamentación especial. En algunas de ellas pueden presentarse además actividades socioeconómicas y/o determinantes ambientales.

La aplicación del ISCA al CPS y a su área de influencia revela que existe una diferencia entre ambas zonas de análisis (Tabla 56 y Figura 107). Al interior del CPS, el 86,70% del área corresponde a las categorías Bajo y Medio Bajo, lo que indica una susceptibilidad general reducida a conflictos socioambientales. En contraste, el área de influencia presenta una situación inversa: el 60,28% de su extensión se clasifica en las categorías Medio Alto y Alto, reflejando presiones socioambientales considerablemente mayores en el entorno inmediato del complejo.

Tabla 56. Categorías del ISCA en área de influencia del CPS (2024).

CATEGORÍA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
Área de influencia		
Bajo	20.762,44	16,47%
Medio Bajo	40.975,54	23,25%
Medio Alto	12.859,28	14,40%
Alto	14.708,63	45,88%
TOTAL	89.305,89	100,00%
En el CPS		
Bajo	3.192,38	34,78%
Medio Bajo	4.765,95	51,92%
Medio Alto	847,10	9,23%
Alto	374,18	4,08%
TOTAL	9.179,61	100,00

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de datos del IDEAM (2024). Los resultados del índice se encuentran sujetos a otros estudios a escala regional y local, que incluyan información espacial más detallada en contraste con información primaria necesaria, que precise el conocimiento de las dinámicas de los territorios.

El contraste entre el CPS y su área de influencia tiene una implicación directa para la gestión. Aunque el complejo mantiene condiciones internas relativamente favorables, su entorno presenta presiones considerables que podrían intensificarse y traspasar sus límites si no se gestionan de manera adecuada. En este sentido, el CPS no puede analizarse como un sistema cerrado, sino como un territorio cuya integridad depende en parte de las dinámicas que ocurren a su alrededor.

Los resultados del diagnóstico participativo mencionados en el numeral 4.5.9.1. *Información primaria, obtenida a partir del diagnóstico participativo*, complementan esta lectura e identifican las principales presiones que actúan sobre el área cercana al complejo, su área de influencia y, en algunos casos, tienen incidencia directa sobre el CPS. La agricultura es el tensionante predominante (33,3% de los casos registrados), seguida por la minería (10,1%), los conflictos con fauna silvestre (7,8%) y la deforestación (7,0%) (

Figura). Esto es coherente con lo señalado por el IDEAM (2024), que asocia los valores altos del índice a territorios con mayores niveles de deforestación, vinculados a actividades como la ganadería extensiva, la tala ilegal, la expansión de infraestructura, la extracción de minerales y la ampliación de la frontera agrícola en zonas no permitidas.

Los tensionantes dentro del área de influencia muestran diferencias entre departamentos. En Antioquia, uno de cada tres tensionantes identificados por los asistentes estuvo asociado con actividades agrícolas (36,4%), seguido por la insuficiente regulación turística (18,2%). En Caldas, la principal categoría corresponde a los conflictos con especies de fauna —particularmente con puma—, que representaron el 42,9% de los registros. En menor proporción se identificaron la deforestación, el conflicto armado, las especies

invasoras y las plantaciones forestales, cada una con una participación del 14,3% (Figura 107).

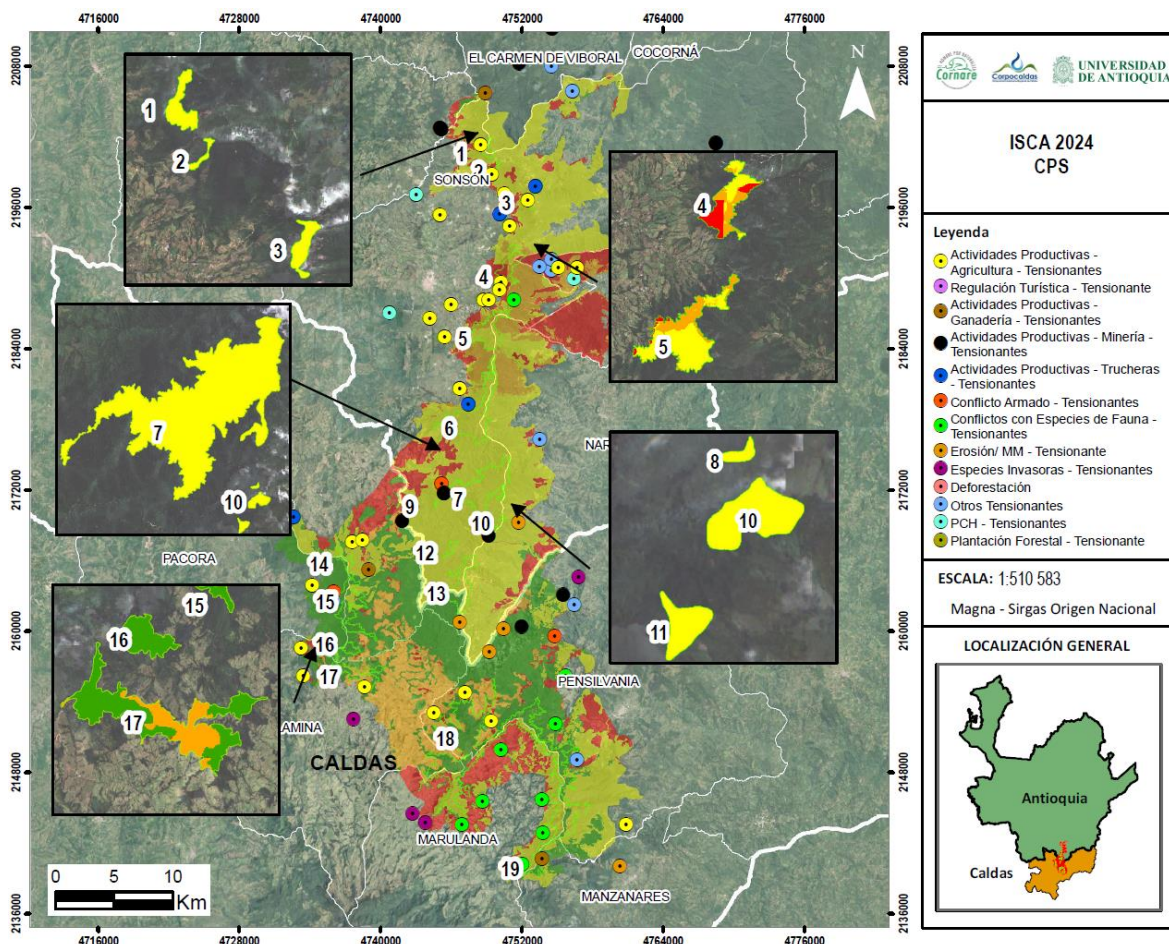


Figura 107. Índice de susceptibilidad a conflictos socioambientales (ISCA) en el área de influencia en el CPS (2024).

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de datos del IDEAM (2024)

Como se mencionó anteriormente, el ISCA fue diseñado para una escala de análisis nacional y aunque es un índice que tiene muy buena resolución (30 m) sus resultados se encuentran sujetos a otros estudios a escala regional y local, que incluyan información espacial más detallada en contraste con información primaria necesaria, que precisen el conocimiento de las dinámicas de los territorios. Esta condición restringe la posibilidad de realizar un análisis profundo de las causas específicas de susceptibilidad y, por tanto, limita la formulación de estrategias de manejo basadas exclusivamente en este índice.

No obstante, los resultados del observados constituyen una señal de alerta relevante: la alta susceptibilidad del área de influencia exige que, en el corto plazo, se avance en

caracterizaciones más detalladas —a escala local y regional— que permitan identificar con mayor precisión las dinámicas que generan presión sobre el ecosistema. Esta necesidad debe traducirse en una acción concreta dentro del componente programático del PMA, que incluya plazos, responsables y criterios metodológicos definidos.

4.6 Motores de Transformación del CPS

El análisis de los motores de transformación del CPS sigue el marco conceptual del IPBES (2019), que distingue entre motores directos (causas próximas que actúan directamente sobre la cobertura y el funcionamiento del ecosistema) y motores indirectos (causas subyacentes de naturaleza socioeconómica, institucional o cultural que habilitan o amplifican los efectos de los primeros). Este enfoque, aplicado al diagnóstico territorial por Geist y Lambin (2002) y Lambin et al. (2003) para el análisis de deforestación tropical, y adaptado para páramos andinos por Camacho et al. (2017) y Sarmiento et al. (2013), permite identificar tanto las intervenciones urgentes sobre presiones directas como las condiciones estructurales que deben modificarse para garantizar la sostenibilidad del manejo del PMA a largo plazo.

En el CPS, esta distinción tiene relevancia práctica: mientras algunos motores directos (ganadería extensiva, expansión aguacatera) admiten intervenciones en el horizonte del PMA (10 años), los motores indirectos (concentración predial, vulnerabilidad socioeconómica, vacíos institucionales en Caldas) operan en escalas de tiempo más largas y requieren articulación con instrumentos de política sectorial que trascienden el alcance del plan de manejo.

4.6.1 Motores directos de transformación

Los motores directos identificados en el diagnóstico del CPS se caracterizan a continuación conforme a su tipo, intensidad, distribución espacial y dinámica temporal. En la Tabla 57 se presentan los motores indirectos de transformación dentro del CPS.

Tabla 57. Motores directos de transformación

MOTOR	TIPO	POLÍGONOS / SECTORES PRINCIPALES	INTENSIDAD ACTUAL	DINÁMICA TEMPORAL
Ganadería bovina extensiva	Transformación de cobertura /	P-17 (>251 ha sobreutilización severa) y P-18	ALTA en P-17 y P-18; MODERADA en P-3 a P-6	Estable en sector antioqueño; retroceso parcial en

MOTOR	TIPO	POLÍGONOS / SECTORES PRINCIPALES	INTENSIDAD ACTUAL	DINÁMICA TEMPORAL
	sobreutilización del suelo	(597,31 ha pastos limpios). Bovinos >80% en Nariño, Argelia, Marulanda y Sonsón.		Caldas desplazada por aguacate.
Expansión aguacatera (Persea americana var. Hass)	Cambio de uso del suelo / avance de frontera agropecuaria	Bordes de todos los polígonos. Dinámica de avance altitudinal documentada: Sonsón (desde 2012), Pácora (2008), Aguadas (2012–2021), Manzanares (2018), Argelia (2013).	MODERADA-ALTA; tendencia ascendente en cotas > 2.200 m s.n.m.	En aceleración. Producción EVA 2024: Sonsón 62.644 T, Abejorral 63.783 T, Aguadas 50.411 T, Pácora 41.341 T.
Cultivos de papa (Solanum tuberosum)	Uso intensivo de suelos de páramo, agroquímicos, remoción de suelo orgánico	Sectores > 3.400 m s.n.m. en Marulanda, Pensilvania, El Carmen de Viboral.	MODERADA; tendencia declinante	Declinante desde conflicto armado (1995–2008); recuperación parcial en Marulanda (post-2008). Impacto histórico muy alto sobre suelos orgánicos y fuentes hídricas.
Plantaciones forestales con Pinus patula (y otras coníferas exóticas)	Transformación estructural del ecosistema; afectación hidrológica; carga de combustible	Sector caldense: P-18, P-19, municipios de Marulanda, Manzanares, Pácora, Pensilvania.	MODERADA-ALTA en Caldas	Presencia histórica consolidada desde 1960–70; sin expansión reciente significativa. Impacto diferido sobre hidrología local, biodiversidad nativa y carga de combustible para incendios.
Minería artesanal y de pequeña escala	Remoción de suelo, afectación hídrica, fragmentación de coberturas	Dispersa; entorno del DRMI Maitamá–Sonsón (según registros de titulación CORNARE, 2021).	BAJA-MODERADA	Presencia documentada como segundo tensionante en talleres participativos (10,1%). Riesgo de escalada si se legalizan nuevas solicitudes.

MOTOR	TIPO	POLÍGONOS / SECTORES PRINCIPALES	INTENSIDAD ACTUAL	DINÁMICA TEMPORAL
Turismo no regulado	Alteración de coberturas y fauna; ruido; residuos sólidos	Sector antioqueño: Cerro Las Palomas / La Vieja (P-3, P-7 entorno). 13,3% de los puntos de interés turístico mapeados en talleres participativos.	BAJA-MODERADA en sector antioqueño	Identificado como tensionante en Antioquia; sin evidencia documentada de deterioro físico significativo a la fecha del diagnóstico.
Ulex europaeus (retamo espinoso)	Invasión biológica; desplazamiento de coberturas nativas; alteración de ciclos ecológicos	P-18 sector Marulanda; P-19 sector Manzanares. Presencia documentada desde 1991.	MODERADA-ALTA en P-18/P-19; tendencia expansiva	En expansión activa. Prueba piloto de erradicación en Marulanda (2024). Amplificador del riesgo de incendios en la interfase con plantaciones de pino.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026)

El diagnóstico participativo confirma que la agricultura es el principal tensionante (33,3 % de los registros), seguida de minería (10,1 %), conflictos con fauna silvestre como el puma (7,8 %) y deforestación (7,0 %). En el sector antioqueño destacan la regulación insuficiente del turismo y las plantaciones forestales; en el sector caldense, la erosión del suelo, los conflictos con fauna y las plantaciones de pino.

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*), presente en Marulanda desde 1991, representa un motor emergente de invasión biológica que amplifica el riesgo de incendios en la interfase con plantaciones de pino (P-18/P-19); la prueba piloto de erradicación en Marulanda (2024) constituye un precedente operativo que el PMA debe escalar.

4.6.2 Motores indirectos y condicionantes estructurales

Los motores indirectos presentados en la Tabla 58 configuran las condiciones que hacen posible o amplifican la acción de los motores directos. Su control no depende exclusivamente del PMA sino de la articulación con instrumentos sectoriales de mayor escala; no obstante, el componente programático debe reconocerlos explícitamente para diseñar estrategias que no resulten inoperantes ante condicionantes estructurales no atendidos.

Tabla 58. Motores indirectos e implicaciones para el CPS.

MOTOR INDIRECTO	DESCRIPCIÓN Y MAGNITUD EN EL CPS	IMPLICACIÓN PARA EL PMA
Vulnerabilidad socioeconómica de las comunidades	NBI: Argelia 17,14%, Manzanares 17,14%, Nariño 15,64% (DANE, CNPV 2018). Déficit cualitativo de vivienda: Nariño 62,07%, Abejorral 49,99%. Internet: <5% en Argelia, Marulanda, Abejorral. Dependencia del régimen subsidiado de salud: >98% en todos los municipios del CPS.	Sin alternativas económicas viables, las restricciones de uso del páramo se traducen en pérdida de ingresos sin compensación. El PMA debe articular incentivos económicos (PSA, mercados diferenciados) que hagan la conservación competitiva frente a la ganadería extensiva.
Estructura predial concentrada	72 propietarios de latifundios (>200 ha) controlan el 60,81% del área del CPS. El 10,7% de los predios (pequeña propiedad) solo accede al 0,69% del territorio. (Análisis predial, Convenio S-CI-405-2025). Ver análisis detallado en §4.3.	La decisión de reconversión de un número reducido de latifundistas determina el estado ecológico del 60% del complejo. Identificar y priorizar la negociación con estos actores es condición de éxito del Programa P2.
Ausencia de figura de protección regional en el sector caldense	El sector antioqueño dispone del DRMI Páramo de Vida Maitamá–Sonsón con plan de manejo vigente. El sector caldense (66,5% del CPS, P-13 a P-19) carece de instrumento equivalente. (DiagnosticoV5 §4.5.1)	El PMA es el principal instrumento de ordenamiento aplicable en el sector caldense. Su implementación debe asumir funciones de control territorial que en el sector antioqueño son ejercidas por el DRMI, lo que exige mayor capacidad operativa de CORPOCALDAS en campo.
Conflicto armado y post-conflicto (1995–2008)	El conflicto armado generó, paradójicamente, regeneración natural de coberturas en sectores agropecuarios despoblados. La reactivación post-conflicto implicó reocupación de tierras y presión productiva renovada. Dos conflictos históricos residuales documentados en el CPS (uno por departamento). (DiagnosticoV5 §4.4.1)	La baja confianza institucional en sectores afectados por el conflicto —especialmente en Caldas— condiciona la viabilidad de los procesos participativos. El PMA debe incorporar enfoques de construcción de confianza y reconocimiento histórico antes de implementar restricciones de uso.

MOTOR INDIRECTO	DESCRIPCIÓN Y MAGNITUD EN EL CPS	IMPLICACIÓN PARA EL PMA
Dinámicas de mercado (aguacate, leche, madera)	La expansión aguacatera es impulsada por precios internacionales favorables y demanda creciente (EVA 2024). La economía lechera sostiene la ganadería en Marulanda, Salamina y Pácora. La madera de pino es un activo productivo de largo plazo con retornos económicos que dificultan la sustitución voluntaria.	La dinámica de mercados puede operar a favor o en contra del PMA: el aguacate puede reconvertir ganadería extensiva en cotas bajas (si se regula altitudinalmente) o invadir las franjas de transición del páramo (si no se ordena). El PMA debe establecer límites altitudinales y aprovechar la dinámica de reconversión ganadera → aguacate en zonas no críticas.
Cambio climático como amplificador de presiones	Proyecciones SSP5-8.5: +3°C al 2061–2080 en el sector sur del CPS (IDEAM, 2015). Mayor variabilidad pluviométrica, reducción de caudales (merma >50% del Guarínó en Marulanda, percepción comunitaria). Los escenarios de mayor déficit hídrico en temporadas secas pueden incrementar la presión sobre fuentes abastecedoras y generar nuevos conflictos por el agua.	El cambio climático no es solo un componente de vulnerabilidad (C5): también amplifica los efectos de todos los demás motores directos. La reconversión hacia sistemas más resilientes (silvopastoriles, agroforestales) y la restauración ecológica son simultáneamente respuestas al cambio climático y al control de presiones productivas.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026) a partir de DANE, CNPV 2018. IDEAM (2015). Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011–2100.

Estos motores configuran las condiciones estructurales que hacen posible la acción de los motores directos. Su control trasciende el alcance directo del PMA y requiere articulación con instrumentos sectoriales (política agropecuaria, ordenamiento territorial municipal, instrumentos de financiamiento). Sin embargo, el componente programático debe reconocerlos explícitamente para evitar diseñar estrategias que resulten inoperantes ante condicionantes estructurales no atendidos.

4.6.3 Distribución espacial de motores directos por polígono

La siguiente tabla sintetiza los motores directos de mayor relevancia por polígono, permitiendo orientar la focalización sectorial de los programas del PMA. La calificación de intensidad (alta / media / baja) refleja la convergencia de información del diagnóstico participativo, el análisis de coberturas y los conflictos de uso del suelo.

Tabla 59. Distribución de motores directos de transformación por polígono del CPS.

POL .	GANADERÍA EXTENSIVA	EXPANSIÓN AGUACATE	PAPA AGROQUÍMICOS	PLANTACIONES PINO	RETAMO ESPINOSO	OTROS ESPECIALES
P-1, P-2	Baja	Baja (borde)	Sin datos	Sin datos	No reportado	Turismo regulado (borde DRMI)
P-3, P-4	Baja-media	Media (avance Sonsón-Argelia)	Baja	Sin datos	No reportado	Amenaza alta MM; sinergia con turismo
P-5, P-6	Media	Media (Sonsón desde 2012)	Baja	Sin datos	No reportado	Pérdida de cobertura activa
P-7	Media	Baja (cotas bajas)	Sin datos	Sin datos	No reportado	MM crítica; conflicto puma
P-8 a P-12	Baja-media	Media-baja	Baja	Sin datos	No reportado	Variable por polígono; IFE bajo en P-12
P-13	Alta	Media (Nariño-Sonsón / Pensilvania)	Baja	Sin datos	No reportado	Degradación funcional dominante
P-14	Media	Media (Aguadas-Pácora)	Sin datos	Media	No reportado	Sismicidad + incendios (borde P-15)
P-15, P-16	Media	Media (Aguadas-Pácora)	Sin datos	Media	No reportado	Subutilización severa; incendios (P-15)
P-17	ALTA	Alta (Aguadas-Pácora-Salamina)	Baja	Media	No reportado	Sobreutilización severa; mayor presión del CPS
P-18	ALTA	Media-alta	Baja (Marulanda)	Alta	ALTA (desde 1991)	Mayor heterogeneidad del CPS; múltiples

POL .	GANADERÍA EXTENSIVA	EXPANSIÓN AGUACATE	PAPA AGROQUÍMICOS	PLANTACIONES PINO	RETAMO ESPINOSO	OTROS ESPECIALES /
						motores activos
P-19	Media	Media (Manzanare s 2018)	Sin datos	Media	Alta (avance desde P- 18)	MM alta; Complejo Cajamarca

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

4.6.4 Dinámica temporal y tendencias de los motores

El análisis histórico permite identificar cuatro tendencias:

Motores en aceleración (urgencia alta): la expansión aguacatera y los efectos del cambio climático son los motores con mayor dinámica reciente. El aguacate sigue una trayectoria de avance altitudinal progresivo desde 2008, con aceleración documentada entre 2012 y 2024 en los cinco municipios con mayor presión. Si no se establece regulación altitudinal en el corto plazo (años 1–3 del PMA), el riesgo de transformación irreversible en franjas de transición es significativo.

Motores estables con alta presión acumulada: la ganadería extensiva (876,73 ha, 9,55 % del área) no muestra expansión neta reciente pero genera sobreutilización severa que solo se revierte mediante reconversión activa de largo aliento. Las plantaciones de pino en Caldas tienen dinámica similar: sin expansión reciente pero con impactos diferidos acumulados sobre hidrología y biodiversidad.

Motores con tendencia declinante: el cultivo de papa muestra tendencia general declinante desde el conflicto armado (1995–2008), con recuperación parcial en Marulanda post-2008. La minería artesanal es puntual y estable.

Motor emergente crítico: el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), establecido desde 1991 y con avance hacia P-19, combina expansión biológica activa, alta resiliencia post-perturbación y amplificación del riesgo de incendios.

4.7 Matriz integrada de vulnerabilidad territorial por polígono

La siguiente matriz (Tabla 60) sintetiza los resultados obtenidos para los cinco componentes de vulnerabilidad analizados en los 19 polígonos del CPS. La calificación integrada refleja la combinación entre la exposición a presiones antrópicas y las condiciones inherentes de vulnerabilidad de cada polígono, a partir de indicadores específicos para cada componente. Se emplea una escala cualitativa compuesta por cuatro categorías:

- ALTA (condiciones críticas que requieren intervención prioritaria).
- MEDIA-ALTA (presencia significativa de amenazas y factores de vulnerabilidad).
- MEDIA (condiciones intermedias que demandan acciones preventivas y de seguimiento).
- BAJA (territorios con menores niveles de afectación y mayor capacidad de respuesta). Los datos utilizados provienen del diagnóstico territorial realizado.
-

Tabla 60. Matriz de vulnerabilidad por polígono.

PO L.	MUNI CIPIO S	C1: FUNCION ALIDAD ECOLÓG ICA (IFE + COBERT URAS)	C2: INESTABI LIDAD GEOMOR FOLÓGIC A (AMENAZ A MM + MORFODI NÁM.)	C3: CONF LICTO S DE USO Y PÉRDI DA DE COBE RTUR A	C4: CONFLI TIVIDAD SOCIOAM BIENTAL (ISCA)	C5: VULNER ABILIDA D CLIMÁTI CA	C6: MICROC UENCAS ABASTE CEDORA S	VULNERABI LIDAD INTEGRADA
P-1	Sonsón, El Carmen de Viboral	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA
P-2	Sonsón	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA
P-3	Sonsón	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-4	Sonsón,	MEDIA	MEDIA-ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA-ALTA

PO L.	MUNI CIPIO S	C1: FUNCION ALIDAD ECOLÓG ICA (IFE + COBERT URAS)	C2: INESTABI LIDAD GEOMOR FOLÓGIC A (AMENAZ A MM + MORFODI NÁM.)	C3: CONF LICTO S DE USO Y PÉRDI DA DE COBE RTUR A	C4: CONFLIC TIVIDAD SOCIOAM BIENTAL (ISCA)	C5: VULNER ABILIDA D CLIMÁTI CA	C6: MICROC UENCAS ABASTE CEDORA S	VULNERABI LIDAD INTEGRADA
	Argeli a							
P-5	Sonsó n, Nariñ o	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA- ALTA
P-6	Sonsó n, Nariñ o	MEDIA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA- ALTA
P-7	Sonsó n, Nariñ o	ALTA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
P-8	Sonsó n, Nariñ o	MEDIA	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-9	Sonsó n	MEDIA- ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-10	Sonsó n, Nariñ o	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA
P-11	Sonsó n, Nariñ o	MEDIA- ALTA	BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-12	Sonsó n	ALTA	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA- ALTA
P-13	Nariñ o, Sonsó n (Ant.) / Pensil vania	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA- ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA

PO L.	MUNI CIPIO S	C1: FUNCION ALIDAD ECOLÓG ICA (IFE + COBERT URAS)	C2: INESTABI LIDAD GEOMOR FOLÓGIC A (AMENAZ A MM + MORFODI NÁM.)	C3: CONF LICTO S DE USO Y PÉRDI DA DE COBE RTUR A	C4: CONFLIC TIVIDAD SOCIOAM BIENTAL (ISCA)	C5: VULNER ABILIDA D CLIMÁTI CA	C6: MICROC UENCAS ABASTE CEDORA S	VULNERABI LIDAD INTEGRADA
	(Cald.)							
P-14	Agua das, Pácor a	MEDIA	BAJA	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-15	Agua das, Pácor a	MEDIA	MEDIA	MEDIA -ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-16	Agua das, Pácor a	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
P-17	Salam ina, Pácor a, Agua das	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA	ALTA
P-18	Manz anare s, Marul anda, Pensil vania, Salam ina	MEDIA-ALTA	MEDIA-ALTA	MEDIA -ALTA	MEDIA-ALTA	MEDIA	ALTA	MEDIA-ALTA
P-19	Marul anda, Manz anare s	MEDIA	MEDIA	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
■ ALTA ALTA (fondo gris oscuro) ■ MEDIA-ALTA (gris medio) ■ MEDIA (gris claro) ■ BAJA (gris muy claro) * C6 incorporado en esta versión.								

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

5. SÍNTESIS — PERFILES DE VULNERABILIDAD Y PRIORIDADES DE INTERVENCIÓN

A partir de la lectura integrada de los componentes analizados, se identifican cuatro perfiles de vulnerabilidad territorial en el CPS, que deben orientar la priorización de programas, proyectos y acciones en el componente programático del PMA como se describe a continuación:

5.1 Polígonos de ALTA vulnerabilidad — Intervención urgente

Tabla 61. Polígonos de intervención urgente.

POLÍGONO	MUNICIPIOS	FACTORES DE VULNERABILIDAD CONVERGENTES	TIPO DE ACCIÓN PRIORITARIA
P-7	Sonsón, Nariño	- Vulnerabilidad alta por sinergia funcional-geomorfológica e hídrica. - Mayor área bajo amenaza alta por MM en el CPS: 398,76 ha (≈35% del polígono). - IFE bajo domina junto con IFE medio: 577,68 ha + 526,05 ha — territorio en transición funcional avanzada. - Procesos morfodinámicos activos e inactivos (deslizamientos). - Presencia de microcuencas abastecedoras en zona de alta amenaza geomorfológica (C6: Alta): sinergia crítica entre degradación funcional, inestabilidad y función hídrica.	La convergencia de alta amenaza geomorfológica con funcionalidad ecológica deteriorada exige Acciones prioritarias como: (a) protección estricta de coberturas naturales remanentes; (b) restauración activa en sectores con IFE bajo; (c) restricción total de actividades que desestabilicen el suelo; (d) monitoreo hidrológico de microcuenca
P-17	Salamina, Pácora, Aguadas	Mayor presión productiva del complejo. - Mayor presión productiva del CPS — máxima confluencia de variables de alta prioridad. 38,39% del polígono clasificado en RECONVERSIÓN: porcentaje más alto del CPS. - Más de 251 ha en sobreutilización severa: uso actual supera claramente la capacidad del suelo. - IFE bajo domina (272,45 ha) con presencia de IFE muy bajo (24,19 ha): funcionalidad ecológica gravemente comprometida.	(a) programa de reconversión productiva urgente; (b) restauración ecológica en sectores con IFE muy bajo; (c) fortalecimiento de gobernanza local.

POLÍGONO	MUNICIPIOS	FACTORES DE VULNERABILIDAD CONVERGENTES	TIPO DE ACCIÓN PRIORITARIA
		- Pérdida de cobertura acumulada: 5,22 ha — segunda mayor del complejo. - Microcuencas abastecedoras con alta presión productiva en zonas de recarga (C6: Alta): riesgo crítico para el recurso hídrico. - ISCA: señales de alta conflictividad socioambiental. Discrepancia entre percepción comunitaria y diagnóstico técnico: zona de gobernanza crítica.	
P-13	Nariño, Sonsón (Antioquia) / Pensilvania (Caldas)	- Mayor degradación funcional relativa del CPS — 500,06 ha con IFE bajo (mayor extensión relativa en cualquier polígono). - Amenaza por MM: 74,30 ha con restricción de uso. - Microcuencas abastecedoras en área de alta degradación funcional (C6: Alta): la pérdida de funcionalidad ecosistémica compromete directamente la provisión hídrica. - La combinación de alta degradación funcional y susceptibilidad geomorfológica implica que prácticamente la totalidad del polígono presenta condicionantes de manejo restrictivos.	Acciones prioritarias: restauración activa de alta intensidad, restauración ecológica focalizada, monitoreo hidrológico continuo.

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

5.2 Polígonos de MEDIA-ALTA Vulnerabilidad — Intervención prioritaria

Los siguientes polígonos presentan confluencia de presiones relevantes en dos o más componentes, configurando escenarios de vulnerabilidad media-alta que requieren intervención prioritaria, aunque no con el mismo nivel de urgencia que los polígonos de alta vulnerabilidad:

Tabla 62. Polígonos media-alta vulnerabilidad atención prioritaria.

POL.	MUNICIPIOS	FACTORES DE VULNERABILIDAD CONVERGENTES	TIPO DE ACCIÓN PRIORITARIA
P-18	Manzanares, Marulanda, Pensilvania, Salamina	Mayor polígono (4.029,61 ha) con alta heterogeneidad: 542,93 ha en reconversión (13,45%); 280,45 ha bajo amenaza alta MM; 1.808,99 ha con IFE bajo; pérdida de cobertura acumulada 9,14 ha; retamo espinoso; coexistencia de	Manejo espacialmente diferenciado: preservación estricta + reconversión activa + restauración focal

POL.	MUNICIPIOS	FACTORES DE VULNERABILIDAD CONVERGENTES	TIPO DE ACCIÓN PRIORITARIA
		áreas bien conservadas con sectores gravemente degradados; microcuencas abastecedoras presentes (C6: Alta).	
P-4	Sonsón, Argelia	Triple exposición climática-geomorfológica: impacto alto CC + vulnerabilidad alta al CC (sector P-1 a P-5) + amenaza MM media-alta (172,35 ha) + procesos morfodinámicos (1,62%); microcuencas abastecedoras en zona de alta presión climática (C6: Alta).	Adaptación al CC + preservación + monitoreo climático hídrico
P-5	Sonsón, Nariño	Impacto alto CC + vulnerabilidad alta + amenaza MM (92,11 ha) + subutilización severa (309 ha) + pérdida cobertura (2,70 ha) + IFE bajo en sectores (149,81 ha); recurso hídrico bajo presión climática (C6: Alta).	Adaptación al CC + restauración + control de frontera agrícola
P-6	Sonsón, Nariño	Amenaza MM alta (240,37 ha — segunda mayor del CPS) + procesos morfodinámicos + subutilización severa (206 ha); alta restricción geomorfológica en sector de IFE predominantemente medio (C6: Media).	Preservación + control de deslizamientos + restauración
P-12	Sonsón	IFE bajo domina (50,95 ha sobre polígono pequeño) + procesos morfodinámicos ($\approx 1\%$): alta proporción de degradación funcional en polígono de pequeñas dimensiones (C6: Media).	Restauración activa prioritaria

Fuente: CORNARE, CORPOCALDAS y Universidad de Antioquia (2026).

5.3 Polígonos de MEDIA Vulnerabilidad — Manejo Preventivo y de Sostenimiento

Los polígonos P-3, P-8, P-9, P-11, P-14, P-15, P-16 y P-19 presentan presiones moderadas o sectoriales. En general, sus condiciones de conservación son relativamente favorables, pero presentan factores específicos que requieren atención preventiva para evitar la escalada hacia condiciones de mayor vulnerabilidad. Las intervenciones en este grupo se orientan al manejo preventivo, monitoreo, educación ambiental y fortalecimiento institucional.

Se destaca en este grupo el polígono P-15 (Aguadas, Pácora) que registra la mayor extensión en subutilización severa del CPS (456 ha), lo que puede representar tanto un área en recuperación natural como un potencial frente de expansión agropecuaria futura si no se implementan medidas de control.

5.4 Polígonos de BAJA Vulnerabilidad — Conservación Activa y Modelos de Referencia

Los polígonos P-1, P-2 y P-10 presentan las mejores condiciones de conservación del CPS: 100% en preservación, IFE predominantemente medio con ausencia de IFE muy bajo, mínima o nula presencia de amenazas geomorfológicas, y sin conflictos de uso del suelo relevantes. Estos polígonos constituyen núcleos de referencia ecológica que deben protegerse con la mayor rigurosidad posible y que pueden servir como modelos para la evaluación del estado de conservación del resto del complejo.

5.5 Conclusión General del Análisis de vulnerabilidad Territorial Integrada

El Complejo de Páramos de Sonsón mantiene, en términos generales, un alto grado de conservación (91,31% de su área en preservación). Sin embargo, el análisis integrado revela que esta condición promedio encubre una heterogeneidad territorial significativa, con sectores específicos que concentran presiones convergentes y sinérgicas.

Los polígonos P-7, P-13 y P-17 configuran los núcleos de mayor vulnerabilidad territorial, cada uno con una combinación crítica distinta: P-7 por sinergia funcional-geomorfológica-hídrica, P-13 (Nariño, Sonsón / Pensilvania) por degradación funcional dominante con impacto sobre microcuencas, y P-17 por máxima presión productiva y conflictividad socioambiental en zona de recarga.

El polígono P-18, por su extensión y heterogeneidad interna, constituye el reto de gestión más complejo del PMA. Los polígonos P-4 y P-5 demandan atención específica desde la óptica del cambio climático y la gestión hídrica (C5 + C6 convergentes). La variable microcuencas abastecedoras (C6) aporta una dimensión estratégica al análisis: los polígonos P-1, P-2 y P-10, además de ser núcleos de referencia ecológica, son núcleos de regulación hídrica que deben protegerse con la máxima rigurosidad.

Esta lectura diferenciada del territorio es el insumo central para la priorización espacial de los programas y proyectos del componente programático, garantizando que las inversiones del PMA se dirijan donde el riesgo de pérdida de valores ecosistémicos — incluido el recurso hídrico — es mayor.

BIBLIOGRAFÍA

Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., & Matthysen, E. (2003). *The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model*. Landscape and Urban Planning, 64(4), 233–247.

Alcaldía de Abejorral. (2024). *Plan de desarrollo unidos construimos futuro 2024 - 2027*.

Alcaldía de Aguadas. (2024). *Plan de desarrollo Aguadas - Caldas 2024 - 2027*.

Alcaldía de Marulanda. (2024). *Plan de desarrollo municipal Marulanda 2024 - 2027*.

Alcaldía de Nariño - Antioquia. (2024). *Plan de desarrollo territorial 2024 - 2027, Nariño en buenas manos*.

Alcaldía El Carmen de Viboral. (2024). *Plan de desarrollo 2024 - 2027 "viveros de cultura"*.

Alcaldía municipal de Manzanares. (2024). *Plan de desarrollo municipal 2024 - 2027 Manzanares, Caldas*.

Alcaldía de Salamina. (2021). *Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Salamina - Caldas, documento diagnóstico*.

Beltrán-Dávalos, A., Izurieta, J., Echeverría, M., Arturo, C., Santillán, J., Verrelst, J., Delegido, J., Merino, A., & Otero, Á. (2025). *Driving variables to explain soil organic carbon dynamics: páramo highlands of the Ecuadorian Real mountain range*. Journal of Soils and Sediments, 25, 1578–1597.

Chaparro-Herrera, S., Lopera-Salazar, A., Gutierrez-Zuluaga, A. M., Betancur, J., Martínez Alvarado, D., Rivera Gutiérrez, H.F. & Parra, J. L. (2019). Avifauna en dos complejos de páramo de Antioquia, Colombia. *Biota Colombiana*, 20(1), 91-105. DOI:10.21068/c2019.v20n01a06

Concejo municipal Abejorral. (2023). *Acuerdo número 10*, por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Esquema de Ordenamiento Territorial - EOT del municipio de Abejorral - Antioquia y se dictan otras disposiciones complementarias 2023 - 2035.

Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS. (2015). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guarínó: Fase de diagnóstico*. https://www.corpocaldas.gov.co/PreviewContent/Index?pag_id=2275

Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS. (2015). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Tapias y otros directos al río Cauca*. https://www.corpocaldas.gov.co/PreviewContent/Index?pag_id=2271

Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS & Fundación Pangea. (2019). *Plan de manejo del Complejo de Páramos de Sonsón (Contrato No. 218 de 2018): Fase final*. Manizales, Colombia

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2017). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Arma*. <https://observatorioambiental.cornare.gov.co/pomca/pomca-rio-arma/>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2017). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río La Miel*. <https://observatorioambiental.cornare.gov.co/pomca/pomca-la-miel/>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2017). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Samaná Norte: Fase de diagnóstico*. <https://observatorioambiental.cornare.gov.co/pomca/pomca-rio-samana-norte/>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2017). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Samaná Sur*. <https://observatorioambiental.cornare.gov.co/pomca/pomca-rio-samana-sur/>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (2021). *Plan de manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Vida Maitamá – Sonsón*. Cornare.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. (s. f.). *POMCA – Observatorio Ambiental Cornare*. <https://observatorioambiental.cornare.gov.co/pomca/>

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. (2015). *Entorno local del Complejo Páramo de Sonsón*.

Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. (2014). *Informe entorno regional, redelimitación del Complejo de Páramos Sonsón*.

Crooks, K. R., & Sanjayan, M. (2006). *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press.

Cushman, S. A., McRae, B., Adriaensen, F., Beier, P., Shirley, M., & Zeller, K. (2013). Biological corridors and connectivity. En *Key Topics in Conservation Biology 2*.

Dahik, C., Crespo, P., Stimm, B., Mosandl, R., Cueva, J., Hildebrandt, P., & Weber, M. (2021). *Impacts of pine plantations on carbon stocks of páramo sites in southern Ecuador*. Carbon Balance and Management, 16.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018, Población censada en hogares particulares, por limitaciones permanentes y grados de dificultad, según municipio, área (Total, Cabecera y Centros poblados y Rural disperso), sexo y grupos de edad; Cuadro 1PM Municipal. Cuadros personas social - CNPV 2018*. Tomado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018 a). *Principales Indicadores CNPV 2018. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) total, cabecera, centros poblados y rural disperso, a nivel municipal*. Tomado de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-NBI.xlsx>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018 b). *Proyecciones de población municipal por área y pertenencia étnico-racial, periodo 2018 - 2035*. Tomado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2018 c). *Proyecciones de población y estudios demográficos (PPED) para el año 2026. Serie municipal de población por área, sexo y edad para el periodo 2018 - 2042*. Tomado de https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/Municipal/PPED-AreaSexoEdadMun-2018-2042_VP.xlsx.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2020). *Caracterización poblacional áreas de páramo a partir de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018* (Informe técnico). Dirección de Censos y Demografía

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2022). *Metodología general indicador de seguimiento a la economía*. Tomado de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/ise/DSO-ISE-MET-001-V1.pdf>.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Shirayama, Y. (2018). *Assessing nature's contributions to people*. Science, 359(6373), 270–272.

Fahrig, L. (2003). *Effects of habitat fragmentation on biodiversity*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34, 487–515.

Fang, B., Lakshmi, V., Cosh, M., Liu, P.-W., Bindlish, R., & Jackson, T. J (2022). *A global 1-km downscaled SMAP soil moisture product based on thermal inertia theory*. Vadose Zone Journal, 21, e20182.

Giraldo Duque, S.V. (2025). *Dinámica de la regulación hídrica en cuencas hidrográficas de montaña altamente transformadas. Caso de estudio: Cuenca del Río Negro, Oriente de Antioquia*. Tesis doctoral. Universidad de Antioquia.

Gobierno de Pácora. (2024). *Plan de desarrollo 2024 - 2027*.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., et al. (2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. *Science Advances*, 1(2), e1500052.

Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P. (2003). *Los páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos, Global Peatland Initiative/EcoCiencia.

Hribljan, J., Suárez, E., Heckman, K., Lilleskov, E., & Chimner, R. (2016). *Peatland carbon stocks and accumulation rates in the Ecuadorian páramo*. *Wetlands Ecology and Management*, 24, 113–127. <https://doi.org/10.1007/s11273-016-9482-2>

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (V. Masson-Delmotte et al., Eds.). Cambridge University Press.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar - ICBF. (2006). *ABC del código de infancia y adolescencia Ley 1098 de 2006*. Tomado de <https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/codigoinfancialey1098.pdf>.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-lun-23082010-1200>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010). *Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático*. [IDEAM TOMO II Preliminares.pmd](#)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2024). *Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables - 2023*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH & CORNARE. (2014). *Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales del complejo de páramos Sonsón* (Convenio de Cooperación No. 13-13-014-224CE; Convenio interadministrativo 13-014 [FA 005 de 2013]). Bogotá, D.C.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH, & CORPOCALDAS. (2014). *Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales del complejo de páramos Sonsón* (Convenio de Cooperación No. 13-13-014-239CE; Convenio interadministrativo 13-014 [FA 005 de 2013]). Bogotá, D.C.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH & Instituto de Estudios Regionales - INER. (2015). *Caracterización socioeconómica y cultural del complejo de páramos Sonsón en jurisdicción de Cornare y Corpocaldas con énfasis en caracterización de actores, análisis de redes y de servicios ecosistémicos* (Contrato No. 14-13-014-092CE; Convenio interadministrativo 13-014 [FA 005 de 2013]). Bogotá, D.C.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH & Instituto biología, Universidad de Antioquia - UdeA. (2015). *Caracterización biótica del complejo de páramos sonsón en jurisdicción de cornare* (Contrato No. 13-13-014-347PS; Convenio interadministrativo 13-014 [FA 005 de 2013]). Bogotá, D.C.

Instituto Departamental para la Recreación y el Deporte - Indeportes Antioquia. (2026). *Inventario de escenarios deportivos por municipio*, respuesta PQR. Base de datos en excel.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2004). *Capacidad de uso de las tierras del departamento de Antioquia, escala 1:100.000*. Bogotá D.C., Colombia: Subdirección de Agrología, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Instituto Nacional de Salud - INS. (2025). *Índice Real de Acceso a Servicios de Salud - IASS para el 2022*. Tomado de <https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/comparaci%C3%B3n-%C3%ADndice-iass-vs-mess>.

Lakshmi, V. & Fang, B. (2023). *SMAP-Derived 1-km Downscaled Surface Soil Moisture Product, Version 1*. NASA National Snow and Ice Data Center.

McRae, B. H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., & Shah, V. B. (2008). *Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation*. *Ecology*, 89(10), 2712–2724.

Ministerio de Educación Nacional - MEN. (2025). *Cobertura de educación*. Tomado de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82546.html>.

Ministerio de Educación Nacional - MEN. (2026). *Establecimientos educativos (preescolar, básica y media) para el año 2024*, incluye establecimientos oficiales y no oficiales. Tomado de https://www.datos.gov.co/Educacion/MEN_ESTABLECIMIENTOS_EDUCATIVOS_PREESCOLAR_B-SICA_/cfw5-qzt5/about_data.

Ministerio de Salud y Protección Social - MinSalud. (2026). *Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud - REPS, Dirección Prestación de Servicios y Atención Primaria. REPS vigente. Registro actual - sedes de prestadores*. Incluye ESE y sus sedes para el 23 de febrero de 2026. Tomado de https://prestadores.minsalud.gov.co/habilitacion/consultas/habilitados_reps.aspx?pageTitl e=Registro+Actual&pageHlp=.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia - MinTIC. (2025). *Informe boletín trimestral del sector TIC*. Tomado de <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-404030.html>.

Municipio de Argelia de María. (2024). *Plan de desarrollo municipal, “unidos el desarrollo es posible” 2024- 2027*.

Municipio de Pensilvania. (2024). *Plan de desarrollo municipio de Pensilvania 2024 - 2027*.

Municipio de Sonsón. (2024). *Plan de desarrollo 2024 - 2027, juntos superando retos*.

Ortiz, Luis, & Almairo, Oscar. (2007). *Caldas: Una región nueva, moderna y nacional*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas y Económicas.

Parsons, James J. (1961). *La colonización antioqueña en el occidente de Colombia*. Publicaciones del Banco de la República.

Pauli, H., & Halloy, S. R. P. (2019). *High mountain ecosystems under climate change*. En H. von Storch (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*. Oxford Academic

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., & Stenseth, N. C. (2005). *Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change*. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(9), 503–510.

Piedrahita Arcila, I., & Peña Padierna, C. (2016). *Disputas y conflictos en torno a la delimitación de los complejos de páramos en Colombia. El caso del complejo de páramos Sonsón de los departamentos de Antioquia y Caldas*. *El Ágora USB*, 16(1), 257–275.

Poggio, L., de Sousa, L.M., Batjes, N.H., Heuvelink, G.B.M., Kempen, B., Ribeiro, E., & Rossiter, D. (2021). *SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty*. *SOIL*, 7, 217–240.

Policía Nacional - Dirección de Seguridad Ciudadana. (2025). *Directorio de cuadrantes de Metropolitanas y Departamentos de Policía*. Incluye estaciones y subestaciones. Tomado de https://www.datos.gov.co/Funci-n-p-blica/Directorio-de-cuadrantes-de-Metropolitanas-y-Depar/jwvi-unqh/about_data.

República de Colombia. Congreso de la República. (2018). *Ley 1930 de 2018. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia*. Diario Oficial No. 50.667 del 27 de julio de 2018.

Running, S. & Zhao, M. (2015). *MOD17A3HGF MODIS/Terra Net Primary Production Gap-Filled Yearly L4 Global 500 m SIN Grid V061*. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.

Salamina. (2024). *Plan de desarrollo 2024 - 2027, sigamos construyendo nuestra grandeza*.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025). *Cultura, infraestructura y servicios culturales, infraestructuras de uso cultural* tomado del Ministerio de Cultura para el año 2022 en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 a). *Economía, valor agregado municipal, porcentaje del valor agregado por actividades económicas - actividades primarias, secundarias y terciarias*, tomado del DNP con información del DANE para el año 2021, en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 b). *Educación*, tomado de Ministerio de Educación Nacional en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 c). *Salud*, tomado de Ministerio de Salud y Protección Social en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 d). *Vivienda y acceso a servicios públicos. Déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda*. Tomado de DANE (2018) en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 e). *Vivienda y acceso a servicios públicos. Acueducto y alcantarillado*. Tomado del Departamento Nacional de Planeación - DNP a partir de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Sistema de Estadísticas Territoriales - TerriData. (2025 f). *Vivienda y acceso a servicios públicos. Aseo*. Tomado de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/descargas>.

Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). *Connectivity is a vital element of landscape structure*. *Oikos*, 68(3), 571–573.

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. (2025). *Sistema de Información Minero Energético - SIMEC, Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE) total (tiene en cuenta ICEE urbano y rural) por municipio, Anexo – Cálculo ICEE 2023*. Tomado de <https://www.upme.gov.co/simec/energia-electrica/cobertura/>.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA. (2025). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), base agrícola UPRA 2019 - 2024*. Tomado de <https://upra.gov.co/es-co/eva>.



Zeller, K. A., McGarigal, K., & Whiteley, A. R. (2012). *Estimating landscape resistance to movement: A review. Landscape Ecology*, 27, 777–797.