DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

DIAGNÓSTICO TERRITORIAL
DIMENSIÓN AMBIENTAL

PROCESO DE REVISIÓN Y AJUSTE AL PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CALDAS, ANTIOQUIA

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 10
2.1. MARCO NORMATIVO 12
2.1.1. Normatividad ambiental 13
2.1.2. Normatividad de gestión del riesgo 13
2.1.3. Cambio climático en el PBOT 13
2.1.4. Suelos de protección ambiental 14
2.1.5. Flora y Fauna 15
2.1.6. Calidad del Aire 15
2.1.7. Ruidos 16
2.1.8. Olores ofensivos 17
2.1.9. Determinantes Metropolitanas 17
2.1.10. Gestión del Riesgo de Desastres. 21
2.1.11. Suelos de protección vigente Acuerdo 014 de 2010 21
2.2. INCORPORACIÓN DETERMINANTES AMBIENTALES 25
2.2.1. Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria Valle de Aburrá Rio Cauca – DMI DVARC. 26
2.2.2. Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel 29
2.2.3. Áreas Prioritarias para la Biodiversidad 31
2.2.4. Cinturón Verde Metropolitano - Externo (CVMVA) 35
2.2.5. Conectividad Ecológica 40
2.2.5.1. Espacios Verdes Urbanos en la Conectividad Ecológica y Red Ecológica La Miel 40
2.2.5.2. Conectividad Ecológica en el Municipio de Caldas 41
2.2.5.3. Descripción, calificación y ponderación de variables 43
2.2.5.4. Matriz de resistencia y red topológica de conectividad 2
2.2.5.5. Rutas de menor costo de viaje acumulado y zonas críticas para la conectividad ecológica 2
2.2.5.6. Microrredes de conectividad ecológica teóricas 4
2.2.6. PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA RIO ABURRÁ Y RÍO AMAGÁ, QUEBRADA SINIFANÁ. 5
2.2.6.1. POMCA Rio Aburrá 5
2.2.6.2. POMCA Amagá, quebrada Sinifaná 12
2.2.6.3. Análisis para la incorporación de la zonificación del POMCA 5
2.2.7. El Plan de Manejo Ambiental del Acuífero y medidas de manejo – PMAA 19
2.2.8. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH 27

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.8.1. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del rio Aburrá – Medellín 27
2.2.7.1.2. Estimación de la Oferta hídrica 30
2.2.7.1.3. Restricciones para cumplimiento de objetivos de calidad 41
2.2.7.1.4. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Sinifaná 43
2.2.7.1.5. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH - del Río Amagá 45
2.2.8. Flora y Fauna 49
2.2.9. Calidad del Aire 65
2.2.9.1. Emisiones generadas por fuentes móviles. 66
2.2.9.2. Planes de Movilidad Empresarial Sostenible – Planes Mes: 67
2.2.9.3. Acciones y Control de Vigilancia: 69
2.2.9.4. Emisiones generadas por fuentes fijas: 70
2.2.9.5. Estado de la calidad del aire: 74
2.2.9.6. Índice de Calidad del Aire (ICA) 75
2.2.9.6.2. El índice de calidad del aire (ICA) para material particulado $\boldsymbol{PM2,5}$ (µg/m^3) durante el 2021. 75
2.2.9.6.3. Ciclo diurno de la concentración de PM2,5 (µg/m^3) 76
2.2.9.6.4. Ciclo Anual de la concentración de PM2.5 (µg/m^3) 77
2.2.9.6.5. El índice de calidad del aire (ICA) para el PM2,5 (µg/m^3) durante el 2021 78
2.2.9.6.6. Material particulado menor a 10 $\boldsymbol{\mu m}$ ($\boldsymbol{PM10}$) (µg/m^3) 79
2.2.9.6.7. Ciclo diurno de la concentración de $\boldsymbol{PM10}$ (µg/m^3) 80
2.2.9.6.8. Ciclo anual de la concentración de $\boldsymbol{PM10}$ (µg/m^3) 80
2.2.9.6.9. Índice de calidad del aire (ICA) para el $\boldsymbol{PM10}$ (µg/m^3) 80
2.2.9.6.10. Ozono ($\boldsymbol{O3}$) 81
2.2.9.6.11. Ciclo diurno de la concentración de Ozono $\boldsymbol{O3}$ 82
2.2.9.6.12. Ciclo anual de la concentración de Ozono ($\boldsymbol{O3}$) 82
2.2.9.6.13. Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones horarias y octohorarias. 83
2.2.9.6.14. Óxidos de Nitrógeno ($\boldsymbol{NOx}$) 83
2.2.9.6.15. Monóxido de Carbono (CO) 84
2.2.9.6.16. Dióxido de Azufre ($\boldsymbol{SO2}$) 84
2.2.9.6.17. Reportes de la calidad del aire en la zona rural 84
2.2.9.6.18. Meteorología 86
2.2.9.6.19. Radiación solar, temperatura y humedad relativa 88
2.2.9.6.20. Precipitación 89
2.2.9.6.21. Vientos 90
2.2.9.6.22. Reportes de la calidad del aire en la zona rural 91
2.2.9.7. Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire – PIGECA: 94
2.2.9.8. Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (POECA) 97
2.2.9.9. Plan Estratégico para la Gestión de la Calidad del Aire en la jurisdicción de Corantioquia 98
2.2.9.10. Plan + Aire Puro: 99
2.2.9.11. Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2015 2
2.2.10. Ruido Ambiental 4

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.10.1. Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruido en el Valle de Aburrá (2020 – 2030): 4
2.2.10.2. Valoración de condición acústica: 2
2.2.10.3. Mapa de ruido automotor diurno a 4 metros de altura 3
2.2.10.4. Mapa de ruido automotor nocturno a 4 metros de altura 4
2.2.10.5. Indicadores de población afectada 4
2.2.10.6. Índice de contaminación acústica per cápita (ATNEM) 4
2.2.10.7. Índice grupal de ruido (Gdn y Gnight) 4
2.2.10.8. Indicadores de molestia (%A, %HA, %SD y %HSD) 4
2.2.10.9. Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido en el Valle de Aburrá. 6
2.2.11. Olores Ofensivos. 7
2.2.11.1. Quejas por olores ofensivos 10
2.2.11.2. Residuos Sólidos. 16
2.2.11.3. AFOLU 20
2.2.12. Cambio climático 24
2.2.12.1. Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática PAC&VC -2019-2030 27
2.2.12.1.2. Síntesis del clima para el municipio 30
2.2.12.1.3. Precipitación 30
2.2.12.1.4. Temperatura 32
2.2.12.1.5. Islas de Calor 36
2.2.12.2. Plan Regional para el Cambio Climático – PRCC 37
2.2.12.2.2. Condiciones climáticas en Corantioquia 3
2.2.12.2.3. Vulnerabilidad y riesgos ante el cambio climático 4
2.2.12.2.4. Emisiones de GEI en la jurisdicción de Corantioquia. 6
2.2.12.2.5. Gestión de Ecosistemas en escenario de Cambio Climático en el municipio de Caldas. 8
2.2.12.2.6. Impactos del cambio climático en los ecosistemas de la jurisdicción al 2040 - Zonas de vida de referencia: 9
2.2.13. Plan Integral de Cambio Climático – PICCA: 10
2.2.13.1. Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Valle de Aburrá 2021. 14
2.2.13.2. Resultados Sectoriales 16
2.2.13.2.2. Energía Estacionaria: 16
2.2.13.2.3. Transporte 19
2.2.13.3. Histórico de Eventos 24
2.2.14. Articulación de planes de acción climática en el territorio 29
2.2.14.1. Actualización y Avances Ban$CO2$ Metropolitano. 31
2.2.14.1.2. Familias Bancarizadas en el municipio de Caldas 33
2.2.14.1.3. Pago por Servicios Ambientales en las Áreas Urbanas del Valle de Aburrá. 34
2.2.14.1.4. Predios caracterizados y bancarizados en el municipio de Caldas. 37
2.2.15. Lineamientos ambientales para la planificación del territorio 3
2.2.15.1.2. Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas del Valle de Aburrá – SIMAP: 3

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.15.1.3. Plan quebradas 4
2.3. CONTEXTO GEOGRÁFICO 6
2.4. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA. 10
2.5. HIDROLOGÍA 11
2.5.1. Áreas hidrográficas, cuencas y subcuencas 12
2.5.2. Sistema hidrográfico superficial 17
2.5.2.1. Red hídrica Principal 25
2.5.2.2. Cuerpos Lénticos 35
2.5.2.3. Microcuencas abastecedoras de acueducto 52
2.6. ZONAS DE VIDA 65
2.7. PENDIENTES 68
2.8. COBERTURAS TERRESTRES 71
2.9. MINERÍA 75
2.9.1. Desarrollo de la infraestructura Pública Nacional 76
2.9.2. Reindustrialización de la Economía 82
2.9.3. Transición Energética 83
2.9.4. Zonas Excluidas de la Minería 86
2.9.4.1. Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel 87
2.9.5. Zonas de Minería Restringida 88
2.10. USOS DEL SUELO 92
2.10.1. Uso potencial del suelo. 92
2.10.2. Uso Actual del Suelo 2
2.10.3. Conflictos usos del suelo. 6
GESTIÓN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE CALDAS – ANTIOQUIA. 5
2.11. RIESGO SÍSMICO 5
2.12. AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES - POMCA ABURRÁ. 10
2.13. RIESGO TECNOLÓGICO EN EL MUNICIPIO 14
2.13.1. Eventos Natech 17
2.14. ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZA 20
2.14.1. Metodología para la incorporación de la gestión del riesgo 20
2.14.1.1. Metodología para la amenaza por movimiento en Masa 22
2.14.1.2. Metodología para la Amenaza por Inundación 24
2.14.1.3. Metodología para la Amenaza por Avenida Torrencial 24

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.14.2. Geología Local 26
2.14.2.1. Unidades geológicas del suelo urbano 26
2.14.2.1.1. Depósitos aluviales (Qal) 27
2.14.2.1.2. Depósitos aluviotorrenciales (Qat) 28
2.14.2.1.3. Depósitos antrópicos-Llenos (Qll) 28
2.14.2.1.4. Depósitos de deslizamiento (Qd) 28
2.14.2.1.5. Depósitos de flujo de lodo y de escombros (NQFII – NFI - NFpreI) 29
2.14.2.1.6. Miembro Volcánico (KvQG) 29
2.14.2.1.7. Esquistos de Caldas (PZeC) – 29
2.14.2.1.8. Anfibolita del Alto de Minas (PZaAM) 30
2.14.2.1.9. Río Aburrá 30
2.14.2.2. Formaciones superficiales en suelo urbano 31
2.14.2.3. Unidades geológicas en suelo rural 34
2.14.2.3.1. Anfibolita Granatífera del Caldas (PZagC) 35
2.14.2.3.2. Anfibolita del Alto de Minas (PZaAM) 35
2.14.2.3.3. Esquistos de Caldas (PZeC) 36
2.14.2.3.4. Esquistos de Cajamarca (TReC) 36
2.14.2.3.5. Stock de Amagá (TRgA) 37
2.14.2.3.6. Miembro Volcánico (KvQG) 37
2.14.2.3.7. Miembro volcano-sedimentario (KvsQG) 38
2.14.2.3.8. Depósitos aluviales (Qal) 39
2.14.2.3.9. Depósitos aluviotorrenciales (Qat) 39
2.14.2.3.10. Depósitos de deslizamiento (Qd) 39
2.14.2.3.11. Depósitos de flujo de lodos y/o escombro (QFa-NQfII-NFI-NFpreI) 39
2.14.2.3.12. Llenos antrópicos (Qll) 40
2.14.2.3.13. Río Aburrá 40
2.14.2.4. Formaciones superficiales en suelo rural 41
2.14.3. Geomorfología Local 45
2.14.3.1. Geomorfología en suelo urbano 45
2.14.3.1.1. Cauce activo (Fca) 46
2.14.3.1.2. Geoforma Antrópica (Aga) 47
2.14.3.1.3. Llanura aluvial (Flla) 47
2.14.3.1.4. Planicie aluvial confinada (Fpac) 48
2.14.3.1.5. Conos aluviotorrenciales coalescentes (Fcatc) 48
2.14.3.1.6. Cono aluviotorrencial (Fcat) 49
2.14.3.1.7. Terraza Aluvial (Fta) 49
2.14.3.1.8. Escarpe de erosión menor (Deem) 49
2.14.3.1.9. Ladera corta escarpada en suelo residual (Dlcoessr) 50
2.14.3.1.10. Ladera media empinada en suelo residual (Dlmesr) 50
2.14.3.1.11. Ladera media moderada en suelo residual (Dlmmosr) 50
2.14.3.1.12. Ladera larga moderada en suelo residual (Dllmosr) 50
2.14.3.1.13. Ladera cóncava corta moderada (Dlcncomo) 51
2.14.3.1.14. Ladera cóncava corta empinada (Dlcncoe) 51
2.14.3.1.15. Ladera corta suave en suelo residual (Dlcossr) 51
2.14.3.1.16. Ladera corta moderada en suelo residual (Dlcomosr) 51
2.14.3.1.17. Ladera corta empinada en suelo residual (Dlcoemsr) 52
2.14.3.1.18. Ladera coluvial corta moderada (Dlccomo) 52
2.14.3.1.19. Ladera coluvial cóncava empinada (Dlccnem) 52
2.14.3.1.20. Ladera coluvial media moderada (Dlcmmo) 52
2.14.3.1.21. Ladera coluvial media suave (Dlcms) 53

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.14.3.1.22. Ladera coluvial larga moderada (Dlclmo) 53
2.14.3.1.23. Superficie corta suave con baja incisión (Dscosbi) 53
2.14.3.1.24. Superficie ondulada suave (Dsos) 53
2.14.3.1.25. Superficie media suave (Dsms) 54
2.14.3.1.26. Superficie coluvial corta suave (Dsccos) 54
2.14.3.1.27. Topes estrechos suaves (Dtets) 54
2.14.3.1.28. Topes estrechos moderados (Dtetmo) 55
2.14.3.1.29. Lóbulo coluvial medio (Dlocm) 55
2.14.3.1.30. Lóbulo coluvial largo (Dlocl) 55
2.14.3.1.31. Ladera coluvial corta empinada (Dlccoem) 56
2.14.3.1.32. Ladera coluvial corta moderada (Dlccomo) 56
2.14.3.1.33. Ladera coluvial corta suave (Dlccos) 56
2.14.3.1.34. Ladera coluvial larga suave (Dlcls) 56
2.14.3.1.35. Ladera coluvial media suave (Dlcms) 57
2.14.3.1.36. Ladera denudacional corta empinada (Dldcem) 57
2.14.3.1.37. Ladera irregular corta (Dlnce) 57
2.14.3.2. Geomorfología en suelo rural 59
2.14.3.2.1. Cauce aluvial (Fca) 60
2.14.3.2.2. Colina residual (Dcr) 61
2.14.3.2.3. Cono de flujo de lodos y escombro (Dfles) 61
2.14.3.2.4. Cono o lóbulo de deslizamiento (Dclod) 61
2.14.3.2.5. Escarpe de erosión menor (Deeme) 62
2.14.3.2.6. Espolón bajo de longitud media (Sesbm) 62
2.14.3.2.7. Espolón moderado de longitud media (Sesmm) 62
2.14.3.2.8. Espolones estructurales (Spe) 63
2.14.3.2.9. Geoforma Antrópica (GAn) 63
2.14.3.2.10. Llanura aluvial (Fpal) 64
2.14.3.2.11. Llanuras y/o terrazas aluviotorrenciales (Fptalv) 64
2.14.3.2.12. Lomeríos poco disectados (Dldi) 64
2.14.3.2.13. Lomo de falla (Slf) 65
2.14.3.2.14. Lomos denudados bajos de longitud corta (Dldecc) 66
2.14.3.2.15. Lomos denudados bajos de longitud media (Dldebm) 66
2.14.3.2.16. Lomos denudados bajos de longitud media a corta (Dldebmc) 66
2.14.3.2.17. Lomos denudados moderados de longitud larga (Dldeml) 66
2.14.3.2.18. Lomos denudados moderados de longitud media (Dldemm) 67
2.14.3.2.19. Lomo residual (Dlres) 67
2.14.3.2.20. Lomos denudados (Dld) 68
2.14.3.2.21. Lomos disectados (Dldi) 68
2.14.3.2.22. Sierra residual (Dsr) 69
2.14.3.2.23. Vertiente sobre depósitos poco incisados (Dvdpi) 69
2.14.3.2.24. Rasgos Morfotectónicos, Escarpes (Srme) 70
2.14.3.2.25. Superficies moderadas en suelo residual 70
2.14.3.2.26. Superficies suaves en suelo residual 70
2.14.3.2.27. Vertientes sobre depósitos poco incisados 70
2.14.3.2.28. Vertientes empinadas 71
2.14.4. Zonificación de amenazas en el suelo urbano y de expansión urbana 72
2.14.4.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 72
2.14.4.1.1. Amenaza Alta 77
2.14.4.1.2. Amenaza Media 78
2.14.4.1.3. Amenaza Baja 78
2.14.4.2. Zonificación de amenaza por inundación 78
2.14.4.3. Zonificación de amenaza por avenida torrencial 80

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.14.5. Zonificación de amenazas en el suelo rural 82
2.14.5.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa en el suelo rural 82
2.14.5.1.1 Amenaza Alta 87
2.14.5.1.2. Amenaza Media 87
2.14.5.1.3. Amenaza Baja 87
2.14.5.2. Zonificación de amenaza por inundación en el suelo rural 87
2.14.5.3. Zonificación de amenaza por avenida torrencial en el suelo rural 88
2.14.6. Centro Poblado El Canelón 89
2.14.6.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 89
2.14.6.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 90
2.14.7. Centro Poblado La Aguacatala 91
2.14.7.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 91
2.14.7.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 92
2.14.8. Centro Poblado La Chuscala 93
2.14.8.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 93
2.14.8.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 94
2.14.9. Centro Poblado La Clara 94
2.14.9.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 94
2.14.9.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 95
2.14.10. Centro Poblado La Corrala 97
2.14.10.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 97
2.14.10.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 98
2.14.11. Centro Poblado La Miel 99
2.14.11.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 99
2.14.11.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 100
2.14.12. Centro Poblado La Quiebra 102
2.14.12.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 102
2.14.12.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 104
2.14.13. Centro Poblado El Cano y La Raya 104
2.14.13.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 104
2.14.13.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 105
2.14.14. Centro Poblado Salada Parte Baja 107
2.14.14.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 107
2.14.14.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 108

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.14.15. Centro Poblado La Valeria 109
2.14.15.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 109
2.14.15.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 110
2.14.16. Centro Poblado El Raizal -Quiebrapatas 112
2.14.16.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa 112
2.14.16.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial 113
2.14.17. ESTUDIOS DE RIESGO DE DETALLE CUENCA DE LA QUEBRADA LA RAYA 114
2.14.18. ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN DEL RÍO MEDELLÍN EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CLARA Y LA QUEBRADA LA JABALCONA 115
2.14.18.1. Área de Estudio en el Municipio De Caldas 116
2.14.18.2. Resultados de la Simulación del Flujo – Características En El Municipio De Caldas 117
2.14.18.3. Análisis Geológico- Geomorfológico Municipio De Caldas 140
2.14.18.3.1. Sectores La Clara, San Rafael y La María 140
2.14.18.3.2. Sectores La Playita, Los Puentes y Los Lagos -San José 140
2.14.18.3.3. Sectores El Lago – Primavera 140
2.14.18.3.4. Zona Urbana– Barrios Felipe Echavarría – Olaya Herrera 141
2.14.18.3.5. Zona Urbana– Barrios Centro – Inmaculada y Bellavista 141
2.15. BIBLIOGRAFÍA 142

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

INTRODUCCIÓN

Como sistema ambiental se entiende al conjunto de elementos naturales con relaciones de interacción e interdependencia que le confieren identidad propia para formar un todo unificado. Este sistema ambiental puede ser natural o artificial, siendo el natural el conformado por los elementos de la ecosfera, es decir, la parte de la tierra donde existe vida sin apoyo artificial, como lo son: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. El sistema natural artificial son todos aquellos elementos que derivan de la acción humana, de su desarrollo y diversidad cultural, como lo son: sociosfera, tecnosfera y noosfera.

En el marco del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Caldas, el sistema ambiental define, cuantifica y delimita los elementos que componen la estructura ecológica municipal, además, reglamenta los usos y tratamientos adecuados para las áreas donde se encuentran dichos elementos, buscando abastecer a la población municipal con los beneficios directos e indirectos de la biodiversidad y sus diferentes componentes, estructuras y funciones. La definición de la estructura ecológica de Caldas busca la conservación y sostenibilidad de los activos ambientales municipales a largo plazo, como estrategia para la adaptación al cambio climático y herramienta de prevención y mitigación de desastres naturales.

Los componentes del sistema ambiental se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Componentes físicos-químicos, terrestres y fuera de la tierra: minerales, suelos, clima, recursos hídricos y atmósfera. Son de gran importancia para conocer las características de los elementos que influyen en la vida en el planeta, incluyendo las características geográficas.
- Componentes de la flora y fauna: animales, bosques, plantas y microorganismos. Se estudia la capacidad de reproducción, las relaciones de dependencia entre los organismos, su posibilidad de propiciar alimentos y ser parte importante del hábitat para los animales.
- Componente humano: la infraestructura, el desarrollo económico, social, cultural e histórico. Es de gran importancia debido a su capacidad de influir en el resto de los componentes, debido a su desarrollo tecnológico y levantamiento de infraestructura, además del vínculo social y las relaciones económicas, políticas y culturales para su propio bienestar.

La sostenibilidad ambiental se define como un equilibrio entre la sociedad con su medio ambiente, de manera que la población pueda satisfacer sus necesidades de forma equitativa con una utilización apropiada de los recursos naturales, cuidando de ellos y permitiendo su regeneración, para no comprometer la vida de las generaciones futuras y las del resto de los seres vivos. Los recursos naturales son limitados y la sobreexplotación o mal manejo de ellos, puede generar que en mediano o largo plazo no existan fuentes importantes de abastecimiento de elementos esenciales, como lo es el recurso hídrico, los recursos energéticos, el suelo aprovechable, los recursos forestales, entre otros. La sostenibilidad ambiental permite mantener el patrimonio natural y la capacidad productiva del planeta a pesar del desarrollo económico y social del ser humano.

El desarrollo sustentable y sostenible, a pesar de su semejanza, tienen un enfoque diferente. El desarrollo sostenible busca satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro, contando con tres factores claves: sociedad, economía y medio ambiente. Es un método pensado a largo plazo y con beneficios progresivos, que se deberán llevar a cabo de manera permanente, trabajando en temas como la administración ambiental y el desarrollo económico. El desarrollo sustentable está enfocado exclusivamente en los recursos naturales y el medio ambiente, tratando de preservarlos, conservarlos y protegerlos, pensando en el futuro inmediato del entorno natural, con la finalidad de no afectar a las generaciones futuras, pero beneficiando a la sociedad actual.

Trabajar de la mano del desarrollo sostenible y el desarrollo sustentable es un proceso de mejoramiento equitativo, y una gran opción para las empresas, las industrias y los sectores gubernamentales que estén interesados en mejorar sus prácticas. Logrando un entorno en el que se pueda vivir con calidad y de una manera más responsable. Buscando el desarrollo sostenible

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

y sustentable, el ordenamiento territorial municipal se enfoca en la construcción de un sistema ambiental que permita la consolidación de estructuras ecológicas.

Normativamente, la estructura ecológica de un territorio es definida como el "Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible y sustentable de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones" (Decreto 1077 de 2025). Una definición alternativa considera estructura ecológica al "Conjunto de ecosistemas naturales y seminaturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud tales que garantice el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medida para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida" (Van der Hammen & Andrade, 2003).

Ordenar ambientalmente un territorio es plantear estrategias para manejar la problemática y las oportunidades ambientales: prevenir, mitigar, resolver y/o transformar. Ordenar ambientalmente destaca acciones propias en la relación sociedad-naturaleza, con el propósito de entender y regular la dinámica del sistema ambiental. Ordenar el territorio es darle sentido y dirección a la relación sociedad-territorio, procurando que las personas agrupadas en determinada zona acuerden bajo criterios políticos, sociales, administrativos y económicos la manera de como emplearán, utilizaran, aprovecharán y conservarán el territorio donde están asentadas. El ordenamiento ambiental del territorio es un instrumento del Estado para hacer efectiva la integración de las variables ambientales, sociales y económicas en pro del desarrollo sostenible y sustentable. Aplicándose por medio de un conjunto de acciones y herramientas destinadas a articular los usos del territorio y los servicios ecosistémicos que el mismo puede brindar.

El ordenamiento ambiental del territorio como herramienta técnica de planeación se fundamenta en el análisis, evaluación y definición de soluciones a los problemas, conflictos y desequilibrios ambientales a corto, mediano y largo plazo, entendiendo que el territorio es un sistema complejo. El uso sostenible del territorio y sus bienes naturales exige que las actividades productivas suplan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras y minimizar los impactos negativos que podrán ocasionar los diversos usos del territorio, garantizando el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y logrando mayor calidad de vida. El ordenamiento territorial como instrumento de gestión pública en el uso del suelo y de los recursos naturales, implica la operación simultánea y continua de diversas fases de interacción, en las que se define implícita o explícitamente, la conformación del territorio.

Uno de los principales componentes del sistema ambiental en el ordenamiento territorial, es la **gestión del riesgo de desastres**. La gestión del riesgo es el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los fenómenos naturales, así como de las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse. El riesgo es función de la amenaza y la vulnerabilidad, definiéndose como la probabilidad de ser afectado, en un punto geográfico definido y dentro de un tiempo específico. Los sucesos naturales no son siempre controlables, la vulnerabilidad si lo es.

La gestión del riesgo definida por la Ley 1523 de 2012, "es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible".

El sistema ambiental y la gestión del riesgo son complementarios, por lo cual el papel de las diferentes autoridades, instituciones y demás actores, deben entenderse de dicha manera, adelantando procesos de planificación territorial en las regiones, en función a su desarrollo sostenible. El Sistema Nacional Ambiental (SINA), construye una estrecha relación con el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), con el fin de realizar normas, políticas, y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la gestión del riesgo y el sistema ambiental.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Con el fin de garantizar la preservación del Sistema Ambiental, es importante contemplar agentes como el del cambio climático, éste se entiende como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables o como resultado de las actividades humanas. La principal causa del cambio climático es el calentamiento global y tiene consecuencias negativas en el sistema ambiental, el aumento de la temperatura pone en peligro la supervivencia de la flora y fauna de la tierra, además el derretimiento de la masa de hielo en los polos, provocando el aumento del nivel del mar, lo que produce inundaciones y amenaza a los litorales costeros. El aumento de la temperatura del planeta es provocado, entre otros, por las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

Se estima que en Colombia y debido al cambio climático, la temperatura podría aumentar entre 1 y 4 °C y se generará una variación significativa entre el 15 – 30 % en la precipitación para el periodo 2070-2090. Las zonas y sectores más sensibles al cambio climático en Colombia serán: zonas costeras e insulares, ecosistemas de alta montaña, afectando la disponibilidad del recurso hídrico, la salud y los sectores transporte, energético y agropecuario.

Colombia es miembro de la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe AILAC, que tiene por objeto el de "generar posiciones coordinadas, ambiciosas y progresistas que aporten positivamente al balance en las negociaciones multilaterales sobre cambio climático, considerando una visión coherente con el desarrollo sostenible y responsable con el medio ambiente y las futuras generaciones"[1]. El país participó también en las negociaciones que resultaron en la adopción del Acuerdo de París en 2015. El sistema ambiental municipal es sin duda, una oportunidad para que el municipio defina políticas y estrategias enfocadas a mitigar el posible impacto del cambio climático en su territorio a través de un ordenamiento territorial consciente e inteligente. La estructura ecológica permitirá la consolidación de un territorio con efectos mínimos por el cambio climático.

Dada las condiciones geográficas del Valle de Aburrá y particularmente del municipio de Caldas, como parte del mismo, uno de los elementos medio ambientales clave es el componente aire. En la última década se ha presentado múltiples contingencias ambientales debido a la calidad del aire, calidad que afecta directamente la calidad de vida y las condiciones medio ambientales del Valle de Aburrá y sus habitantes, el componente ambiental del presente PBOT considera el elemento aire y su gestión como un factor clave para determinar la capacidad de soporte territorial y en ultimas el ordenamiento territorial.

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Caldas, como instrumento de planeación y planificación tiene la capacidad de considerar y ordenar la gestión del ruido en el municipio. Las zonificaciones de aprovechamientos, usos y la reglamentación específica para construcciones permite garantizar una buena calidad de vida para los habitantes del territorio a través de garantizar la no exposición a niveles de ruido nocivos o incomodos.

2.1.MARCO NORMATIVO

El subsistema ambiental está compuesto, entre otros, por los factores Ambientales y de gestión de riesgo, los cuales son los principales constituyentes de la estructura ecológica principal y a su vez, son los componentes principales de la zonificación ambiental en el territorio. Adicionalmente y más allá de la materialización de la estructura ecológica principal, el sistema ambiental debe de considerar otros elementos medioambientales, tales como el ruido, el cambio climático, y otros. La normativa que reglamenta la incorporación del subsistema ambiental al PBOT considera cada una de las temáticas. A continuación, presentamos las normas específicas de cada uno de ellos.

[1] https://www.rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=4902

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.1.1. Normatividad ambiental

A continuación, se enuncia la normativa nacional, ésta define los aspectos ambientales que deben hacer parte del ordenamiento territorial reglamentado por medio de los Planes de Ordenamiento Territorial:

- Ley 9 de 1989 (Ley 2 de 1991), ordena el inventario de asentamientos en riesgo.
- Ley 388 de 1997, "Ley de Desarrollo Territorial", que ordena la formulación del POT, y establece como una de las determinantes para la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial, "Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales".
- Decreto 3600 de 2007, dicta los determinantes de ordenamiento del suelo rural, y los parámetros para definir las áreas de protección, compilada en el Decreto 1077 de 2015.
- Decreto Ley 019 de 2012, que dicta los requisitos para la revisión del POT, y define la importancia de la gestión del riesgo en la formulación de estos Planes.
- Decreto 1807 de 2014, que establece las condiciones técnicas y el nivel de detalle de los estudios necesarios para la definición de los diferentes escenarios de riesgo, y su influencia en la planificación propia de los Planes de Ordenamiento Territorial
- Decreto 1077 de 2015, que compila el Decreto 1807 de 2014 y el Decreto 3600 de 2007.
- Decreto 1232 de 2020, que modifica el Decreto 1077 en lo relacionado con la planeación del ordenamiento territorial.
- Decreto Ley 1211 de 1974.
- Decreto 1076 de 2015

Adicionalmente, es de obligatoria incorporación en los POT las declaratorias de áreas protegidas, los planes de ordenamientos y manejo de cuencas hidrográficas (POMCAS) y las reglamentaciones y acuerdos expedidos por la Corporación Autónoma Regional con jurisdicción en el territorio, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 019 de 2012.

2.1.2. Normatividad de gestión del riesgo

En cuanto a la integración de la gestión del riesgo en los POT, la normativa nacional que dicta disposiciones respecto acerca de dicha integración es la siguiente:

- Ley 1523 de 2012, creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Ley 919 de 1989, prevención y atención de desastres.
- Decreto 1807 de 2014, compilado en el Decreto 1077 de 2015.
- Resolución 448 de 2014, inventario nacional de asentamientos en alto riesgo.

De conformidad a lo establecido en el Decreto 1807 de 2014, la zonificación del **riesgo** en el municipio debe comprender el estudio de amenaza, el cual debe de ser realizado en escala máxima de 1:10.000, en suelo Urbano, y 1:25.000 en suelo rural.

2.1.3. Cambio climático en el PBOT

La Ley 1931 del 27 de julio de 2018, "Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático" da orientaciones para que simultáneamente al conocimiento y gestión del riesgo, se trabaje desde el POT en la gestión del cambio climático, entendida dicha gestión como: "... el proceso coordinado de diseño, implementación y

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

evaluación de acciones de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas a los efectos del cambio climático. También incluye las acciones orientadas a permitir y aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera."

La misma Ley da orientaciones para incorporar la gestión del cambio climático en los POT y establece en el "ARTÍCULO 9. INSTRUMENTOS MUNICIPALES Y DISTRITALES. Las autoridades, municipales y distritales deberán incorporar dentro de sus planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial, la gestión del cambio climático teniendo corno referencia los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales: de su departamento y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales. Asimismo, podrán incorporar la gestión del cambio climático en otros instrumentos de planeación con que cuente la respectiva entidad territorial."

2.1.4. Suelos de protección ambiental

Mediante la expedición del Decreto 622 de 1977, que reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, se define que el área protegida es "aquella con valores excepcionales para el patrimonio Nacional, que debido a sus características naturales y en beneficio de los habitantes de la Nación se reserva y declara dentro de alguno de los tipos de áreas definidas en el Artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974".

En el año 2010, se acoge a nivel nacional el nuevo concepto de área protegida en el artículo 2 del Decreto 2372 del mismo año, y se define como el "área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación".

A partir de 1994 se crea en Colombia el Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP, debido a que el país suscribió el convenio de Diversidad Biológica, a través de la Ley 165 de 1994, con base en la cual se formuló la Política Nacional de Biodiversidad y se adquirió el compromiso de conformar y consolidar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP.

Según el Artículo 3 del Decreto 2372 del 2010, el SINAP se concibe como "el conjunto de áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país". Su objetivo principal consiste en asegurar la preservación, conservación y recuperación del medio natural y de las condiciones de la biodiversidad en general, mediante la gestión eficaz de las áreas protegidas, en un marco democrático, participativo, descentralizado y coordinado a todos los niveles y con el fin de contribuir al desarrollo humano sostenible del país.

El SINAP está compuesto por: i) las áreas protegidas en sus diversas categorías de manejo, y de los niveles de gestión nacional, regional y local; ii) los actores del Sistema Nacional Ambiental; iii) los tipos de gobierno; iv) las instancias de coordinación y articulación; v) las interacciones entre los elementos biofísicos, entre actores y entre los elementos biofísicos y actores; vi) los instrumentos: normativos, de planeación, económicos, financieros, organización, información, capacitación, educación, divulgación e investigación; y vii) los objetivos de conservación.

Con el Decreto Ley 2811 de 1974, compilado en el Decreto 1076 de 2015 – Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables – se definieron seis categorías del orden nacional bajo las cuales están constituidas en la actualidad las 56 áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales que están bajo la administración directa de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, UAESPNN. Esta entidad es la encargada de la coordinación y

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

consolidación del SINAP mediante la reglamentación contenida en el Decreto 216 de 2003. Las categorías de áreas protegidas son: Parque Nacional Natural, Reserva Natural, Santuario de Fauna, Santuario de Flora, Área Natural Única y Vía Parque.

Con la entrada en vigencia del Decreto 2372 de 2010, las áreas protegidas del nivel regional y local empiezan a definirse y reglamentarse por Las Corporaciones autónomas regionales, que en el ejercicio de sus funciones reglamentarias están autorizadas para "Reservar, alinderar, administrar o sustraer, en los términos y condiciones que fijen la ley y los reglamentos, los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales, parques naturales de carácter regional, y reglamentar su uso y funcionamiento. Administrar las Reservas Forestales Nacionales en el área de su jurisdicción", de conformidad a lo definido en la Ley 99 de 1993.

Las áreas protegidas de carácter regional que pueden declarar y manejar las Corporaciones Autónomas Regionales, CAR, están enmarcadas bajo las siguientes categorías: Distrito de Conservación de suelos, Distrito de Manejo Integrado, Reserva Forestales Protectora, Área de Recreación, Reserva Forestal Protectora-Productora, Reserva Forestal Productora, Coto de caza (declarada por particulares y administrada por el propietario –licencia CAR), Territorio Fáunico, Reserva de caza, Reserva de Pesca Artesanal, Zona de Protección el Paisaje.

2.1.5. Flora y Fauna

El PBOT debe aportar a la identificación de la Estructura Ecológica Principal – EEP - y a garantizar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, elementos esenciales para el desarrollo del Municipio y el bienestar de las poblaciones que lo habitan.

En este sentido y teniendo en cuenta la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones", es importante que en el diagnóstico se identifiquen las especies presentes en el territorio municipal, se caractericen y delimiten los hábitats de las mismas y en la formulación se prioricen acciones para su conservación. De igual manera, es importante tener en cuenta la Resolución 10194 de 2008, emitida por CORANTIOQUIA, que reglamenta el uso y aprovechamiento de la flora amenazada en su jurisdicción y definir cuáles de estas especies existen en el Municipio, estableciendo medidas para su fomento y conservación.

2.1.6. Calidad del Aire

Como parte importante del sistema ambiental, el componente aire, su incorporación en el ordenamiento territorial y la gestión de este, cuenta con una normativa específica que da las pautas de tratamiento.

Normatividad en calidad del aire:

- Decreto Ley 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 1083 de 2006, Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 1076 de 2015. Decreto Reglamentario Único del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

- Resolución 909 de 2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.
- CONPES 3943. Política para el mejoramiento de la calidad del aire.
- Acuerdo Metropolitano 16 de 2017. Por el cual se adopta el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire para el Valle de Aburrá y se clasifica la cuenca atmosférica del valle con problemas de contaminación por PM2.5.
- Acuerdo Metropolitano 31 de 2019 (PEMOT).
- Acuerdo Metropolitano 23 de 2015 (construcción sostenible).
- Resolución 2254 de 2017. Norma nacional de calidad del aire
- Resolución 762 de 2022. Niveles máximos permisibles de emisión para fuentes móviles.
- CONPES 3550. Lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental con énfasis en los componentes de Calidad de Aire, Calidad de Agua y Seguridad Química.
- Estrategia Nacional de Calidad del Aire, ENCA, busca mejorar la calidad del aire con énfasis en la reducción de material particulado en áreas urbanas, garantizando la protección del ambiente y la salud de los colombianos.
- Resolución Metropolitana 1379 de 2017. Por medio de la cual se adoptan los Planes de Movilidad Empresarial Sostenible, como una medida que contribuye al desarrollo de una gestión integral de la calidad del aire y la movilidad en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Resolución Metropolitana 2231 de 2018. Por medio de la cual se declaran dos zonas urbanas de aire protegido, dentro de la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con influencia de tráfico vehicular.
- Resolución Metropolitana 334 de 2019. Por medio del cual se crean instancias para la gobernanza del PIGECA.
- Resolución Metropolitana 2712 de 2019. Por medio de la cual se declaran unas Zonas Urbanas de Aire Protegido por emisiones de fuentes fijas-ZUAP dentro de la Jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Resolución Metropolitana 1371 de 2022. Por medio de la cual se deroga la Resolución Metropolitana 912 de 2017 y la Resolución Metropolitana 002 del 2019 que la modificó, relacionadas con las medidas dirigidas al sector industrial, con el fin de contribuir al desarrollo de una gestión integral de la calidad del aire en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Acuerdo Metropolitano 17 de 2019, por medio del cual se crea el sistema de vigilancia de salud ambiental, componente aire y salud en el valle de Aburrá.
- Resolución N° 040-RES2002-756 de 2020. Por medio de la cual se adopta el Plan Estratégico para la Gestión de la Calidad del Aire en la Jurisdicción de Corantioquia.
- Resolución N° 040-RES2003-1099 de 2020. Por la cual se adoptan unas medidas establecidas en el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá - PIGECA y en el Protocolo Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica - POECA del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para su aplicación en la zona rural de los diez (10) municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA.
- Resolución N° 040–RES2004–2068 de 2020. Por medio de la cual se conforma la mesa de la gobernanza por la calidad del aire de CORANTIOQUIA

2.1.7. Ruidos

El municipio debe cumplir con la normativa y políticas vigentes referidas a la temática como son entre otras las Resolución 8321 de 1983 *Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar* y la Resolución 627 de 2006 *Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.*

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

- Ley 1083 de 2006. "*Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones".* Artículo 2. Los alcaldes de los municipios y distritos de que trata el artículo anterior tendrán un plazo de dos (2) años contados a partir de la promulgación de la presente ley, para adoptar mediante Decreto los Planes de Movilidad en concordancia con el nivel de prevalencia de las normas del respectivo PBOT.
- Resolución 627 de 2006. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Los estándares máximos permisibles tanto para emisión de ruido como para el ruido ambiental dependen de la zonificación de usos del suelo.
- Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Título 5 capítulo 1, Sección 3 de las emisiones contaminantes. Modificado parcialmente por el Decreto N° 50 de 2018.
- Ley 1801 de 2016 (Código Nacional de Policía) en sus artículos asociados a los requisitos de ruido para nuevas actividades económicas.
- Acuerdo Metropolitano No. 24 de 2019 mediante el cual se ha adoptado el Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruido del Valle de Aburrá, el cual contempla las estrategias a implementar para mitigar el impacto del ruido ambiental, a través de acciones diseñadas para gestionar los problemas y efectos del ruido, prevenir y preservar la calidad acústica, reducir progresivamente la contaminación por ruido del Valle de Aburrá y proteger la salud pública y el ambiente

2.1.8. Olores ofensivos

Los olores ofensivos son de vital importancia incorporarlos al ordenamiento territorial del municipio, por lo que se debe dar cumplimiento a las siguientes:

- Resolución 1541 de 2013. Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 2087 de 2014. Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.

2.1.9. Determinantes Metropolitanas

El numeral 4, del artículo 10 de la Ley 388 de 1997 en su numeral d, define que también son determinantes "*Los componentes de ordenamiento territorial de los planes integrales de desarrollo metropolitano, en cuanto se refieran a hechos metropolitanos, así como las normas generales que establezcan los objetivos y criterios definidos por las áreas metropolitanas en los asuntos de ordenamiento del territorio municipal, de conformidad con lo dispuesto por la Ley 128 de 1994 y la presente ley".*

El municipio de Caldas hace parte del Área Metropolitana del valle de Aburrá, definida en función de la Ley 1625 de 2013 que expide el Régimen para las Áreas Metropolitanas. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá –AMVA-, es un esquema asociativo territorial que tiene entre sus competencias:

- Programar y coordinar el desarrollo armónico, integrado y sustentable de los municipios que la conforman.
- Establecer en consonancia con lo que dispongan las normas sobre ordenamiento Territorial, las directrices y orientaciones específicas para el ordenamiento del territorio de los municipios que la integran, con el fin de promover y facilitar la armonización de sus Planes de Ordenamiento Territorial.

El papel del Área Metropolitana es verificar que en los Planes de Ordenamiento Territorial se incluyan los componentes de ordenamiento del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano, referido a los Hechos Metropolitanos y las normas obligatoriamente generales adoptadas por el Área Metropolitana, en los asuntos de ordenamiento territorial. Las determinantes que tiene la Entidad están referidas básicamente a:

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 **Código postal:** 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Tabla 1. Determinantes Metropolitanas

DETERMINANTES METROPOLITANAS	El componente de ordenamiento territorial del Plan Integral del Desarrollo Metropolitano – PIDM
	El Plan Estratégico Metropolitana de Ordenamiento Territorial - PEMOT
	Los hechos metropolitanos referidos al ordenamiento territorial
	Directrices Metropolitanas de ordenamiento territorial

El **Plan Integral de Desarrollo Metropolitano-PIDM Aburrá 2021-2032** "Consolidación de la Región Metropolitana", fue adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano No. 25 de 2020. El componente estratégico del PIDM debe tenerse en cuenta al momento de adoptarse los Planes de Ordenamiento Territorial, tal como lo establece en el artículo 7 de la Ley 1625 de 2013. El Acuerdo Metropolitano 25 de 2020, realizó en el título II la armonización entre el PIDM y el PEMOT para el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial.

De acuerdo con lo anterior, el PIDM 2021-2032, en los artículos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 del Acuerdo Metropolitano 25 de 2020, acoge algunos contenidos normativos necesarios para su correcta formulación e implementación que han sido previamente adoptados en el PEMOT. De manera adicional, el Municipio de Caldas deberá revisar el componente estratégico del PIDM, definido en el artículo 3 "Del Componente Estratégico", en el cual se definen las cinco (5) líneas estratégicas:

1. Aburrá Resiliente.
2. Aburrá Sostenible y Sustentable.
3. Aburrá Habitable.
4. Aburrá Cohesionada e Incluyente.
5. Aburrá Competitiva e Inteligente.

Se deberá tener en cuenta principalmente las Directrices Generales establecidas en las líneas estratégicas 2 y 3, haciendo un énfasis especial en las determinantes relacionadas con los componentes de ordenamiento territorial y referido a los hechos metropolitanos.

Directrices Generales asociadas a la Línea Estratégica Aburrá Sostenible y Sustentable (L2)

- Directrices generales en materia de espacios verdes, áreas protegidas, y estrategias de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (L2).
- Directrices generales en relación con el río Medellín-Aburrá como hecho metropolitano (L2).
- Directrices generales en materia de zoonosis, bienestar animal y salud ambiental como hechos metropolitanos (L2).

Directrices Generales Asociadas a la Línea Estratégica Aburrá Habitable (L3).

- Directrices en relación con el modelo de ocupación (L3)
- Directrices en relación con el hecho metropolitano Formulación y desarrollo del Sistema Metropolitano de Vivienda de Interés Social (AM 40/2007) (L3).
- Directrices en relación con movilidad (L3).
- Directrices en relación con el Hecho Metropolitano la construcción sostenible y se establecen lineamientos básicos para formular una Política pública de construcción sostenible (L3).
- Directrices en relación con el espacio público y equipamientos de escala metropolitana (L3).

El Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial – PEMOT, fue adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano N°31 de 2019, y es un instrumento que según la Ley 1625 de 2013, es el marco bajo el cual deberán acogerse cada uno de

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, al adoptar los planes de ordenamiento territorial. El modelo de ocupación del PEMOT, es un determinante de los planes de ordenamiento territorial.

En el Modelo Estratégico de Ocupación Territorial Metropolitano, deberán tenerse en cuenta su definición, objetivos y condiciones, además sus componentes que contienen directrices y los proyectos estratégicos de urbanismo metropolitano. En cuanto a los componentes del modelo están definidos a partir de las relaciones entre el soporte natural y los 6 componentes territoriales:

- Corredores y nodos metropolitanos.
- Conjunto de centralidades Regionales y Metropolitanas.
- Sistema de Movilidad Metropolitana.
- Grandes espacios metropolitanos: Espacios Públicos y Equipamientos.
- Áreas de interrelación y dependencia regional.
- Territorios de transformación.

A la hora de concretar el Modelo Estratégico de Ocupación Territorial Metropolitano, el municipio de Caldas deberá considerar los siguientes proyectos estratégicos:

- Centralidad Metropolitana Primavera.
- Sistema Férreo Multipropósito.
- Frente de Agua La Tablaza (La Estrella y Caldas).
- Parque de Las Tres Aguas.
- Cinturón Verde Metropolitano.

El PIDM 2021-2032 en su artículo 16 estableció que los 6 hechos metropolitanos declarados en vigencia de Acuerdo 40 de 2007 PIDM 2008-2020, mantienen su condición de hecho metropolitano.

Hecho 1. Ordenamiento territorial de ámbito metropolitano:
Basados en las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial – DMOT adoptadas mediante el Acuerdo Metropolitano 15 de 2006 aún vigentes, se estructuran en 3 hechos metropolitanos:

- La base natural.
- A los elementos estructurantes transformados.
- Lo estructurado espacio privado.

Hecho 2. El diseño y puesta en marcha de un sistema metropolitano de reparto de cargas y beneficios de carácter regional.
No se ha desarrollado, pero el PEMOT en su estrategia de desarrollo territorial 6 define directrices.

Hecho 3. Políticas y estrategias de movilidad metropolitana, tanto se refiere a los componentes de infraestructura como los componentes móviles.
Desarrollado mediante el Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá adoptado por el Acuerdo Metropolitano N°042 de 2997, el Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta del Valle de Aburrá (PMB2030) y la actualización del Plan Maestro de Movilidad 2020.

Hecho 4. La formulación y desarrollo del Sistema Metropolitano de Vivienda de Interés Social.
Desarrollado mediante el Plan Estratégico Metropolitano de Vivienda y Hábitat PEMHVA adoptado por medio del Acuerdo Metropolitano No. 13 del 2012.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Hecho 5. La formulación de políticas y estrategias para la red de espacios públicos y Equipamientos metropolitanos y el desarrollo de proyectos estratégicos de urbanismo derivados de la misma.

Hecho 6. La formulación de directrices de mínimo nivel respecto al desarrollo económico y social para el Valle de Aburrá en coordinación con las escalas regionales, departamentales y nacionales.

Las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial- DMOT adoptadas mediante Acuerdo 15 de 2006 se estructuran en 3 hechos metropolitanos referidos a:

- La base natural.
- A los elementos estructurados transformados.
- Lo estructurado espacio privado.

Hecho metropolitano referido a la base natural: bordes de protección ambiental, el rio Medellín – Aburrá como estructurarte natural y los ejes de conexión transversal a partir de los elementos naturales.

- La Gestión del espacio público verde urbano y espacio público general: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá cuenta con el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos del Valle de Aburrá, el cual se adoptó por medio del Acuerdo Metropolitano N° 16 de 2006 y el Acuerdo Metropolitano N°19 de 2017, por los cuales se acogen lineamientos y determinantes en torno a la gestión del espacio público verde urbano, y se crea el Fondo Verde Metropolitano y se reglamente la reposición por tala autoriza de árboles en el are urbana del Valle de Aburrá.
- El Plan director BIO 2030 (2011): Se adoptó mediante el Acuerdo Metropolitano N° 13 de 2011. Siendo el complemento a directrices metropolitanas de ordenamiento territorial en articulación con el PEMOT y las directrices 2006.
- Cinturón Verde Metropolitano del Valle de Aburrá: la formulación de la estrategia de planificación del cinturón verde metropolitano (2014), fue adoptado en el PEMOT y en el POMCA.

Hecho Metropolitano referido a los elementos estructurantes transformados:

- Sistema de movilidad metropolitano.
- Plan Maestro Metropolitano de la Bicicleta del Valle de Aburrá – PMB2030.
- Sistema de servicios públicos domiciliarios.
- Proyectos Estratégicos de Urbanismo Metropolitano-PEUM.
- Sistemas asociados a la implementación de los PGIRS.
- Criterios para la localización de equipamientos en el valle de Aburrá con PGIRS.
- Patrimonio cultural.

Hecho Metropolitano referido a lo estructurado espacio privado:

- Usos y densidades en el suelo urbano.
- Suelo rural metropolitano
- Criterios para la localización de vivienda.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá establece determinantes ambientales para el manejo y control de la calidad del aire, ruido ambiental, residuos sólidos, olores ofensivos, y la gestión de desastres en el valle de Aburrá y los municipios que la

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

componen. A continuación, se presenta las determinantes ambientales que se deben considerar en el PBOT en el municipio de Caldas.

2.1.10. Gestión del Riesgo de Desastres.

La gestión de riesgos es una es una determinante ambiental de la Ley 388/97 establecida en el artículo 10 Numeral 1 literal d, conforme normas de superior jerarquía relacionadas con *"… relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales.*

Por medio del Acuerdo Metropolitano 22 de 2019 se adoptó la Política Metropolitana para la Gestión del Riesgo de Desastres, sus instrumentos de gestión y se dictan otras disposiciones. La Entidad cuenta con estudios que se constituyen en insumos para la revisión del PBOT del municipio, estos corresponden con:

- Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá (2002; 2007).
- Estudio de Armonización de la microzonificación sísmica de los municipios del Valle de Aburrá al reglamento NSR-10 e inclusión de los cinco corregimientos del municipio de Medellín del año 2018.
- Estudios básicos de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en los municipios de Caldas, La Estrella, Envigado, Itagüí, Bello, Copacabana y Barbosa, para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2017-2018.
- Estudio de riesgo sísmico del Valle de Aburrá.
- Estudio detallado de amenaza por inundación del río Medellín en el tramo comprendido entre La Clara y la quebrada La Jabalcona; estudio de susceptibilidad a la ocurrencia de avenidas torrenciales en el sector aguas arriba de La Clara y, monitoreo del tramo canalizado del río Medellín hasta el puente de la troncal Nordeste en el Municipio de Barbosa. Este estudio se ejecuta durante el segundo semestre del año 2021 mediante el contrato interadministrativo No. 743 de 2021 suscrito entre la Entidad y la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Armonización de la microzonificación sísmica de los municipios del Valle de Aburrá y la inclusión de los corregimientos de Medellín.

El municipio de Caldas cuenta con condiciones topográficas y climáticas que implican una alta probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales como inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa. El municipio debe de tener, como eje principal de su desarrollo territorial, la gestión del riesgo de desastres. La ocupación del territorio que ha tenido lugar en el municipio ha generado condiciones de riesgo que afectan a la población y las actividades en el territorio. La gestión del riesgo es parte integral del presente PBOT y en consecuencia se dará un espacio propio a la misma, así, esta temática será tratada en detalle en un capítulo aparte.

2.1.11. Suelos de protección vigente Acuerdo 014 de 2010

Los suelos de protección vigentes son los establecidos en el Acuerdo 014 de 2010, los cuales fueron definidos en el artículo 102, en los siguientes términos:

Del Suelo de Protección y sus categorías:

1. Áreas de conservación y protección ambiental.
2. Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales.
3. Áreas e inmuebles considerados como Patrimonio Cultural.
4. Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios
5. Áreas de amenaza y riesgo

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

6. Protección a infraestructuras:

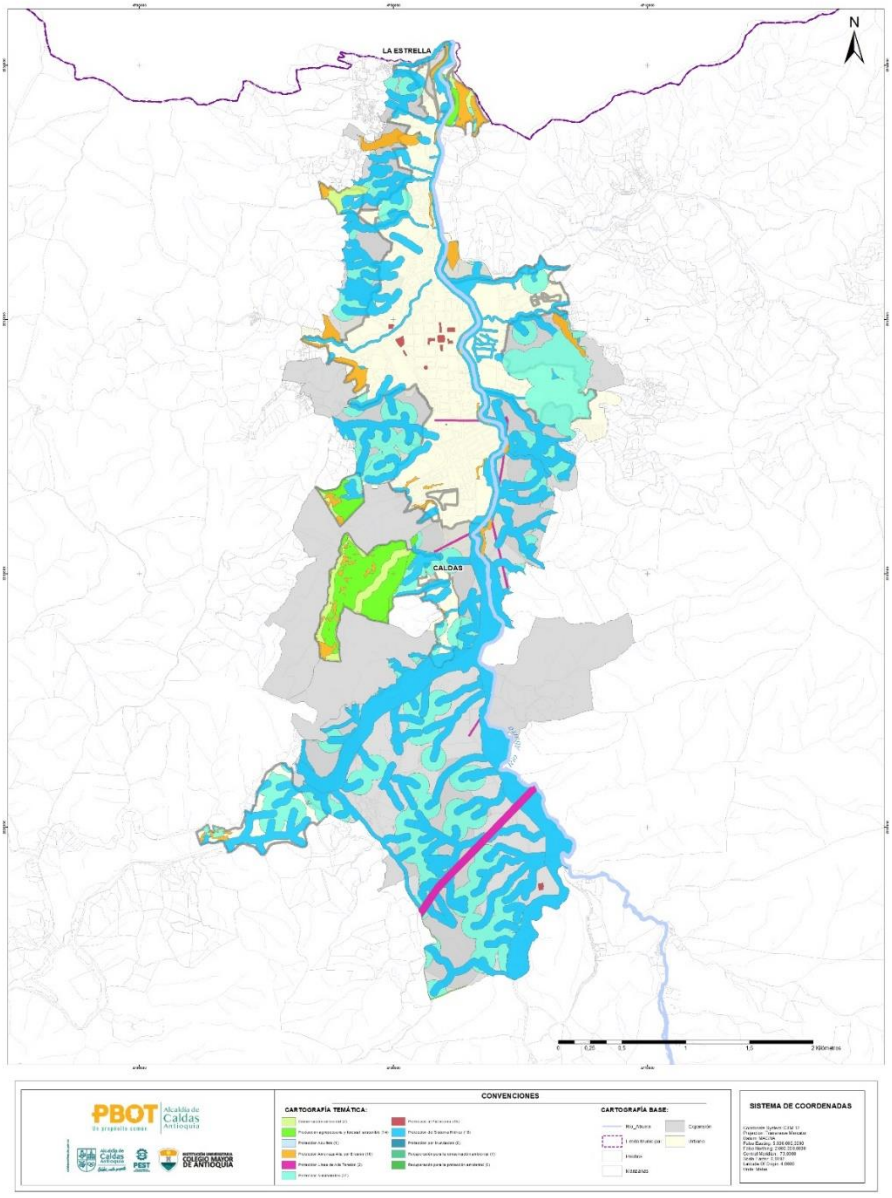
Dentro de la revisión cartográfica, se encuentran las siguientes áreas para el suelo urbano y de expansión urbana:

Categoría	Suma de área
Protección al Sistema Hídrico	831,113791
Protección por Amenazas	37,991731
Producción agropecuaria y forestal	34,16833
Conservación Ambiental	19,371475
Protección Infraestructura	12,63766
Protección al Patrimonio	1,876219
Recuperación para la protección ambiental	0,592078
Recuperación para la conservación ambiental	0,166419
Total general	**937,917703**

Mapa 1. Suelos de protección urbano y expansión urbana vigente

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

ÁREAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL VIGENTE SUELO URBANO



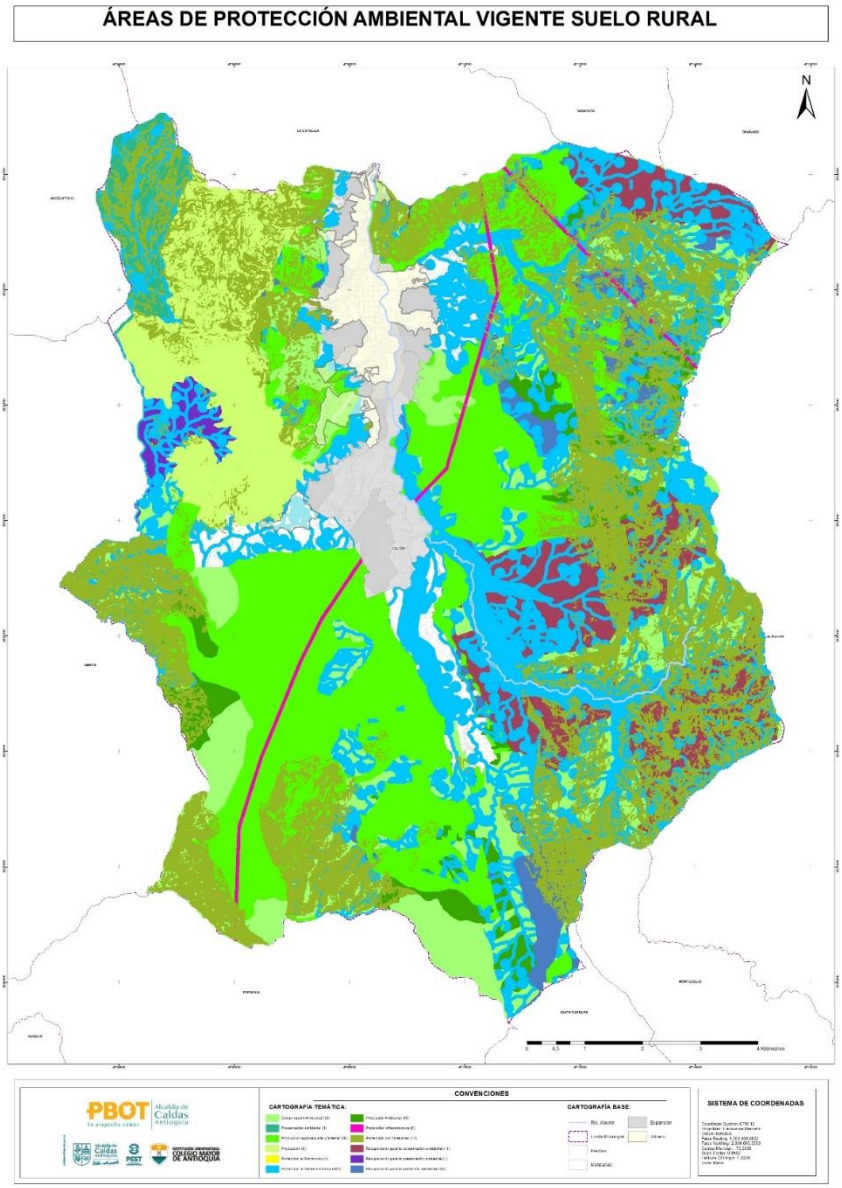
Y para el suelo rural, se define las siguientes áreas:

Categoría	Suma de area
Protección al Sistema Hídrico	10685,6242
Protección por Amenazas	3596,903325
Conservación Ambiental	3466,54431
Producción agropecuaria y forestal	3275,981866
Recuperación para la conservación ambiental	1847,691697

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Categoría	Suma de area
Producción	1098,5751
Protección Ambiental	753,931185
Recuperación para la protección ambiental	711,770727
Preservación Ambiental	354,34
Recuperación para la preservación ambiental	172,293
Protección Infraestructura	117,03176
Protección al Patrimonio	0,013978
Total general	26080,70114

Mapa 2. Suelos de protección rural vigente



NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2. INCORPORACIÓN DETERMINANTES AMBIENTALES

Las corporaciones autónomas regionales, como encargadas de velar por el medio ambiente y el ordenamiento territorial en su jurisdicción, determinan una serie de zonificaciones, áreas o elementos normativos que deben de ser incorporados al ordenamiento territorial municipal. Según la competencia de la autoridad ambiental que defina uno de los determinantes, estos pueden ser de orden nacional, regional o local. Debido a que el municipio de Caldas hace parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), esta entidad también tiene funciones de Autoridad Ambiental en los suelos definidos como urbanos.

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia -CORANTIOQUIA, creada por la Ley 99 de 1997, es una entidad corporativa de carácter público y de orden nacional, con patrimonio propio, personería jurídica y autonomía administrativa y financiera, integrada por 80 municipios cuyos territorios se localizan en las vertientes y tierras tributarias del Cauca antioqueño y la cuenca del río Medellín, Porce, Nechí, así como parte del Magdalena antioqueño.

CORANTIOQUIA regula el municipio de Caldas y tiene como objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Medio Ambiente.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA, es una entidad administrativa de derecho público que asocia los 10 municipios que conforman el Valle de Aburrá, dentro de los cuales se encuentra el municipio de Caldas , vinculados entre sí por dinámicas e interrelaciones territoriales, ambientales, económicas, sociales, demográficas, culturales y tecnológicas que para la programación y coordinación de su desarrollo sustentable, desarrollo humano, ordenamiento territorial y racional prestación de servicios públicos requieren un ente coordinador.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá actúa como autoridad de transporte público metropolitano y autoridad ambiental urbana. También funge como ente articulador planificador y de coordinación territorial, además de ser ente articulador en seguridad y convivencia.

Las Autoridades Ambientales (CORANTIOQUIA, AMVA), tienen una responsabilidad fundamental en el ordenamiento ambiental del territorio, entendido este como la función atribuida al estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible. Los determinantes tienen doble función dado que se convierte en elementos articuladores del territorio al permitir conformar la Estructura Ecológica Principal y a su vez orientan los Modelos de Ocupación Territorial de los municipios, siendo competencia de la corporación verificar que, durante el proceso de concertación, se realice la correcta incorporación de estas determinantes en la formulación del proyecto de revisión y ajuste del POT.

Para lograr la relación entre el Ordenamiento Territorial Municipal y el Ordenamiento Ambiental Territorial, que permita un desarrollo en armonía con el medio ambiente, se han identificado unos asuntos y determinantes ambientales, expedidos por las entidades ambientales que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental – SINA y que deben ser tenidos en cuenta por las administraciones municipales al momento de formular o revisar los Planes de Ordenamiento Territorial – POT. Así mismo, con el fin de garantizar la adecuada incorporación de los asuntos y determinantes ambientales en el POT, la ley define una instancia de concertación entre el municipio y la Corporación Autónoma Regional, o autoridad ambiental correspondiente, en lo concerniente a los asuntos exclusivamente ambientales del POT (Articulo1, Parágrafo 6 de la Ley 507 de 1999 que modifica la Ley 388 de 1997).

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

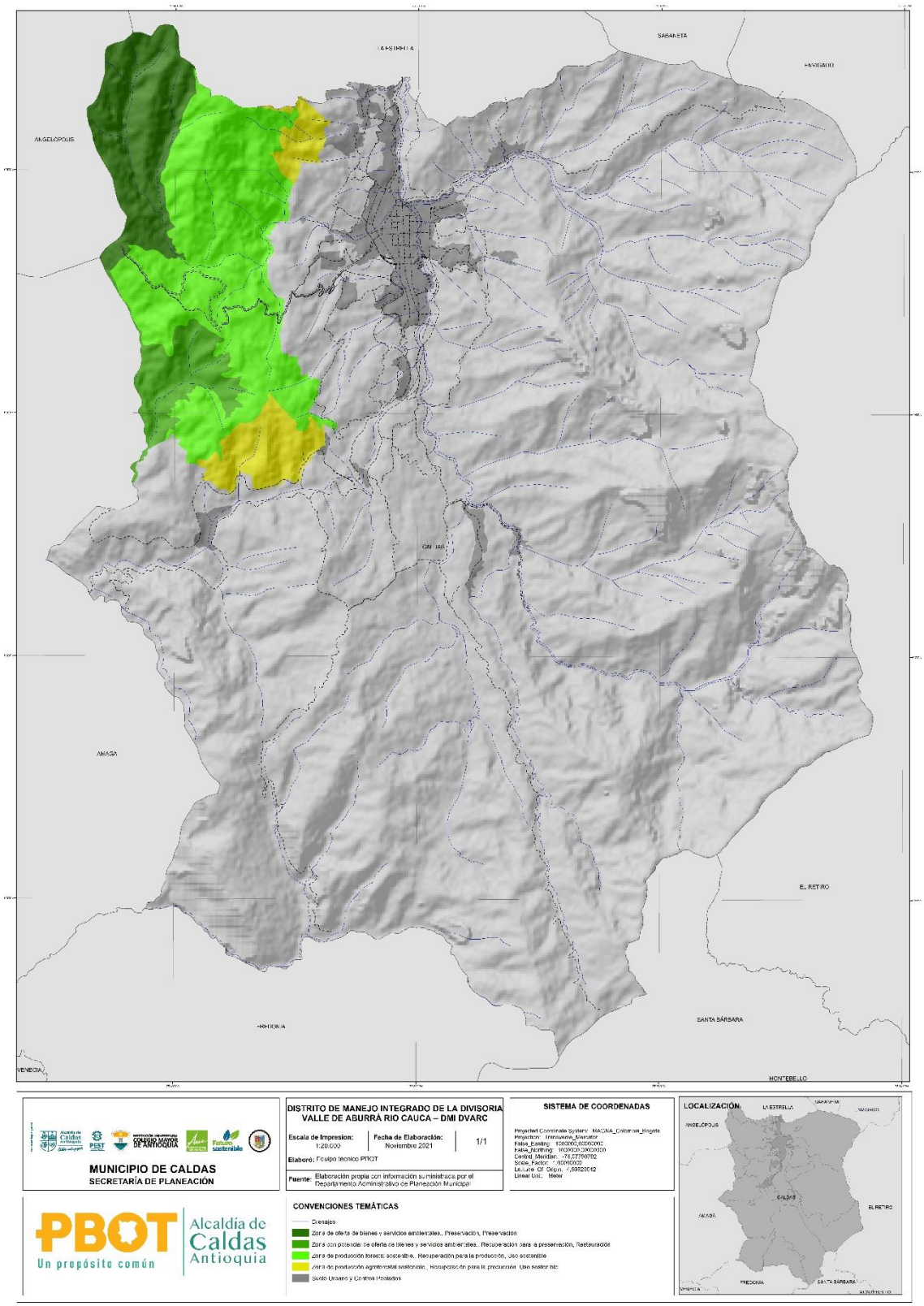
Tabla 2. Determinantes Ambientales para el Ordenamiento Territorial de Caldas.

ASUNTOS Y DETERMINANTES AMBIENTALES PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA EL MUNICIPIO DE CALDAS		
Áreas protegidas	Regional	DMI- Divisoria Valle de Aburrá río Cauca
		Reserva Forestal Protectora Regional - RFPR Alto de San Miguel.
Áreas priorizadas por Biodiversidad	Ampliación Nare	
Zonas de recarga de acuíferos	Sistema valle de Aburrá	
Dos Predios a favor de la conservación	Predios a favor de la conservación con código PK-predio: 1292001000002200483 (Vereda Salada Parte Alta) y 1292001302000100070 (Norte de la Zona urbana)	
Gestión del recurso hídrico	POMCA	POMCA río Aburrá
		POMCA río Amagá
	PORH	PORH río Aburra
		PORH río Amagá
		PORH quebrada la Sinifaná
Cambio climático	Plan Regional para el cambio climático para la jurisdicción de Corantioquia Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática (PAC&VC 2019-2030) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (PICCA)	
Ruido	Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido del Valle de Aburrá adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano No. 24 de 2019	

2.2.1. Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria Valle de Aburrá Rio Cauca – DMI DVARC.

El Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria Valle de Aburrá Rio Cauca – DMI, es una de las áreas protegidas reglamentadas por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA, en el marco de su función como administradora del medio ambiente y los recursos naturales renovables dentro del área de su jurisdicción. Su área es de 28.075 hectáreas se encuentra en jurisdicción de 11 municipios, localizados principalmente en la territoriales Aburra Norte y Aburra sur de la corporación, de los cuales el municipio de Caldas hace parte de dicha jurisdicción.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co



NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Mapa 3. : Zonificación ambiental del Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria Valle de Aburrá Rio Cauca – DMI DVARC..

La reglamentación de su delimitación proviene del Acuerdo 267 de septiembre de 2007, antes denominada Área de Reserva del Occidente del Valle de Aburrá – AROVA. Posteriormente el Consejo directivo de la Corporación adopta el Plan Integral de Manejo, mediante Acuerdo 327 de septiembre 30 de 2009, cambiando su nombre a la denominación Distrito de Manejo Integrado de la Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca – DMI DVARC. A partir de las directrices del Decreto 2372 de 2010, en su artículo 23, la Corporación realizó la homologación de las denominaciones de las figuras de protección existentes de sus áreas protegidas para integrarse como áreas protegidas del SINAP, mediante el Acuerdo 387 de junio de 2011.

El Acuerdo 267 de 2007, reconoce la oferta de bienes y servicios ambientales que el área presta a la región, tales como el recurso hídrico, al nacer gran cantidad de fuentes de agua, muchas de las cuales abastecen la población de los municipios que lo conforman. También la conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales que además aportan a mantener la estabilidad del clima regional. El potencial para fomentar las actividades turísticas, proveer espacios para la investigación y facilitar procesos de educación ambiental.

El acuerdo de declaratoria define siete objetivos de conservación, los cuales, en la actualización del plan de manejo, se propone su modificación, agrupándolos y actualizándolos en tres objetivos como se presenta a continuación:

- Mantener la oferta de servicios ecosistémicos, especialmente los de regulación y abastecimiento hídrico, depuración del aire, conservación de la biodiversidad y servicios culturales; para la población del DMI DVARC y municipios vecinos, incluyendo los del Área Metropolitana del valle de Aburrá.
- Promover sistemas productivos sostenibles en el DMI DVARC, que se articulen con la conservación de la biodiversidad, de manera que se reconozcan integrados en un paisaje cultural, para fortalecer el arraigo de la comunidad y su protección, como estrategias para garantizar su permanencia en el territorio.
- Generar conectividad entre los relictos de boque andino y entre los elementos del sistema orográfico presentes en el DMI DVARC, en la búsqueda de la conservación de su biodiversidad, y de los paisajes que ofrecen los espacios naturales, asociados a la geodiversidad del territorio.

Las veredas del municipio de Caldas que se encuentran en jurisdicción del área de reserva son: Vereda El Raizal, La Aguacatala, La Chuscala, La Raya, La Valeria, Poterillo, Salinas y El Cano. El área del DMI al interior del municipio de Caldas es de 163 km^2, lo cual corresponde al 12,2 % del municipio de Caldas.

Si bien la zonificación del DMI, está constituida por 5 zonas, en el municipio de Caldas solo tienen aplicación cuatro (4) de ellas: Zona de Oferta de Bienes y Servicios Ambientales, Zona con Potencial de Oferta de Bienes y Servicios Ambientales, Zona de Producción Forestal Sostenible y Zona de Producción Agroforestal Sostenible.

La Zona de Oferta de Bienes y Servicios Ambientales, es aquella que contiene los ecosistemas en mejor estado de conservación de biodiversidad. El área de la zona es de 335.97 Ha, el cual corresponde al 2,53 % de la zona con relación al área del municipio.

La Zona con Potencial de Oferta de Bienes y Servicios Ambientales, agrupa las áreas cubiertas de vegetación natural en diferentes estados sucesionales, desarticuladas entre sí y con tendencia al encogimiento y al progreso de la fragmentación de los relictos de bosque natural allí localizados, debido al desarrollo de la actividad ganadera y en algunos casos a la existencia de plantaciones forestales productoras, con tendencia a su expansión hacia las zonas donde aún existen condiciones naturales con bajo nivel de intervención, se incluye en esta zona las franjas en los nacimientos y fuente de agua donde no existe la cobertura vegetal natural. El área de la zona es de 156.38 ha, el cual corresponde al 1.18 % de la zona con relación al área del municipio.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

La Zona de Producción Forestal Sostenible, en esta zona se busca establecer prácticas de manejo y conservación de suelos en áreas con potencial de erosión o con procesos consolidados y, desarrollar prácticas de control a los procesos de expansión de la frontera agrícola y pecuaria. El área de la zona es de 887,67 Ha, el cual corresponde al 6,68 % de la zona con relación al área del municipio.

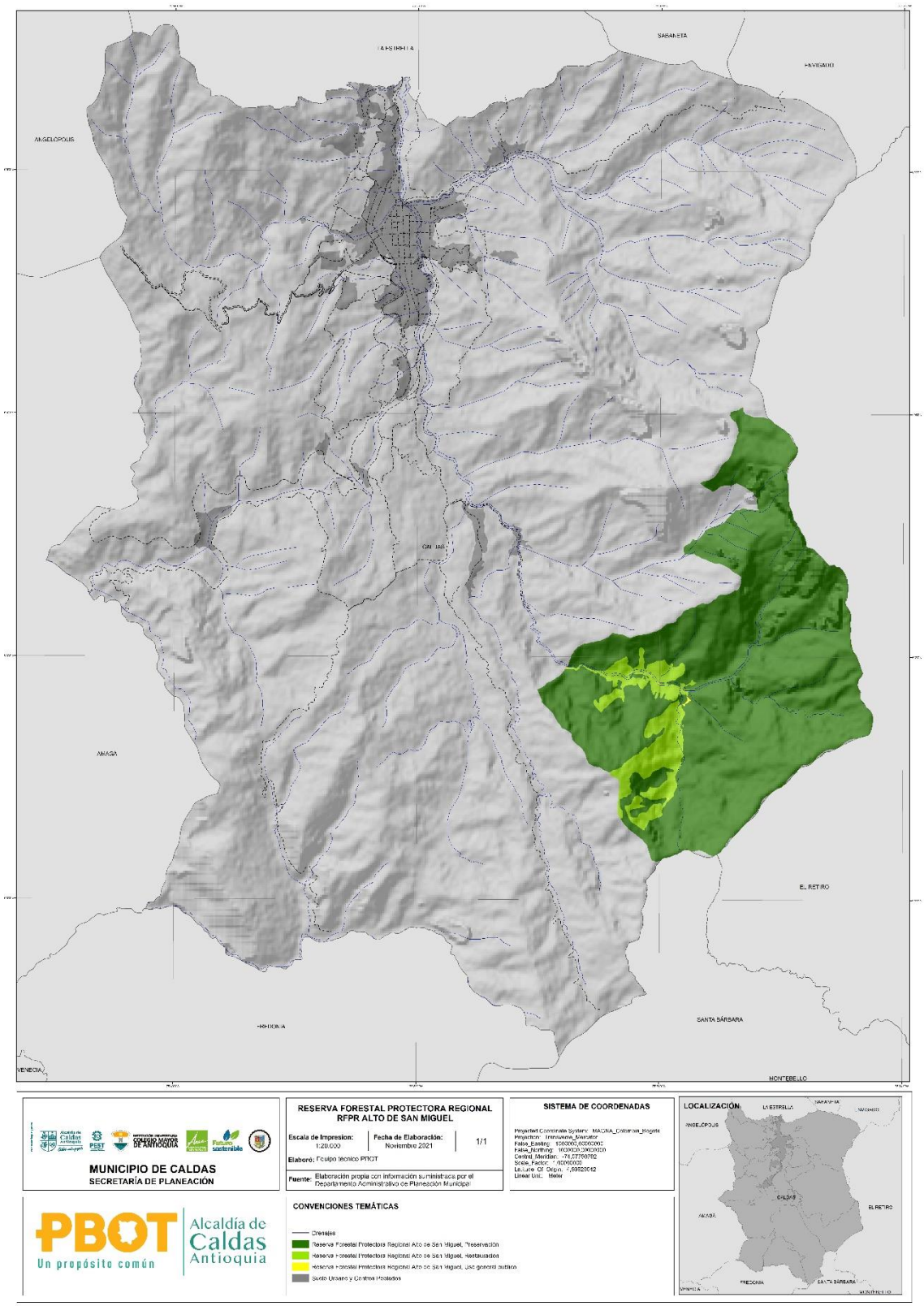
La Zona de Producción Agroforestal Sostenible corresponde a los sectores donde se deberá desarrollar las actividades productivas con medidas que aseguren la protección de los recursos naturales renovables, para poder atribuir a la seguridad alimentaria local y a la oferta de alimentos regional, de acuerdo a las aptitudes del territorio, también se debe implementar prácticas de manejo y conservación de suelos para el control de procesos erosivos. El área de la zona es de 210.46 Ha, el cual corresponde al 1,58% de la zona con relación al área del municipio.

Las condiciones ambientales del municipio de Caldas permiten el desarrollo de zonas de producción forestal sostenible, producción agropecuaria, zona de bienes y servicios ambientales, por lo cual se deben gestionar estrategias de desarrollo sostenible, que permitan el crecimiento socio económico del municipio y ser atractivo para la inversión público y privada.

2.2.2. Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel

Para el caso del municipio de Caldas, dentro de las categorías de Áreas Protegidas de SINAP, como áreas protegidas públicas, también le aplica la **Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel**, fue declarada, delimitada y alinderada, en el municipio de Caldas, por medio del Acuerdo del Consejo Directico de Corantioquia N° 476 de 22 de septiembre de 2016.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co



NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Mapa 4.Zonificación ambiental de la Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel.

Se destaca la importancia de la protección y conservación de dicha área protegida con el fin de asegurar en el tiempo la presencia de bosques naturales, en aras de garantizar su destinación al establecimiento, mantenimiento y utilización sostenible. La RFPR es una estrategia de protección dada la importancia de los recursos naturales asociados y la prestación de servicios ecosistémicos, no solo para el municipio de Caldas sino para la región del Valle de Aburrá y su interrelación con otras regiones circundantes.

La Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel constituye un importante corredor biológico que se conecta con zonas de bosque en el municipio de Sabaneta, Envigado y el Retiro. Además, contiene principalmente coberturas de bosque natural de protección que alberga innumerables nacimientos de agua, promoviendo el desarrollo ecoturístico en esta zona, ya que es contemplado como espacio de altas calidades ambientales y paisajísticas.

Para el municipio de Caldas es de gran importancia ejecutar programas de educación ambiental permitiendo que las comunidades locales reconozcan la biodiversidad con la que convive en su entorno, sensibilizándolos sobre la importancia de proteger este patrimonio natural. Es por esto que se deben desarrollar actividades y talleres que involucren a la comunidad local en este proyecto de conservación, convirtiéndolos en embajadores que viven en armonía con su entorno.

2.2.3. Áreas Prioritarias para la Biodiversidad

En cumplimiento de lo establecido en el marco del "Convenio sobre la Diversidad Biológica – CDB" orientado a la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se perciben de los recursos genéticos, Corantioquia identificó áreas de especial importancia para la conservación de la biodiversidad y avanza en sus declaratorias como áreas protegidas del SINAP y/o sus ampliaciones, integrando dichas áreas al Plan de Gestión Ambiental Regional 2020 – 2031, en el numeral 3.3.3.

Se espera que estas áreas aporten a la consolidación de la Estructura Ecológica Principal municipal de Caldas y que su gestión y conservación obedezca al trabajo conjunto e interinstitucional entre la autoridad ambiental y el gobierno local. Para el caso del municipio de Caldas se identifica una de las 14 áreas priorizadas por biodiversidad, la cual corresponde a la posible ampliación de la Reserva Nare.

Es importante considerar, tal como lo señala textualmente CORANTIOQUIA que, (…) "Hasta el momento estas áreas **son una propuesta preliminar** que se irá precisando en la medida que avance la gestión sobre ellas ", en tal sentido, dadas las dinámicas de ocupación del suelo, las actividades antrópicas y las demandas o necesidades de la población del municipio, la incorporación de esta área en la revisión de largo plazo del PBOT fue del 74% con respecto a las 965.44 hectáreas que se localizan en Caldas, es decir, 713.57 hectáreas, las cuales se incorporarían al suelo de protección ambiental. Las siguientes imágenes evidencian a través de un análisis multitemporal catastral y con imágenes de Google Earth, las transformaciones antrópicas del área de interés.

Cabe aclarar que dicha integración tendría lugar en la categoría de suelo rural con 682.34 hectáreas que representan el 96% del total del área incorporada y el 4% (31.23ha.) restante se localizaría en los polígonos de desarrollo restringido VC5 - La Miel 1 (1.01HA.), VC6 - La Miel 2 (29.07HA.) y VC7 - La Miel 3 (1.16ha.).

En todos los casos, el área priorizada por biodiversidad asociada a la posible ampliación de la Reserva Nare, se traslapa con otros elementos de interés ambiental tales como el Cinturón Verde Metropolitano, los suelos clase VIII, fajas forestales protectoras y redes de conectividad ecológica locales.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

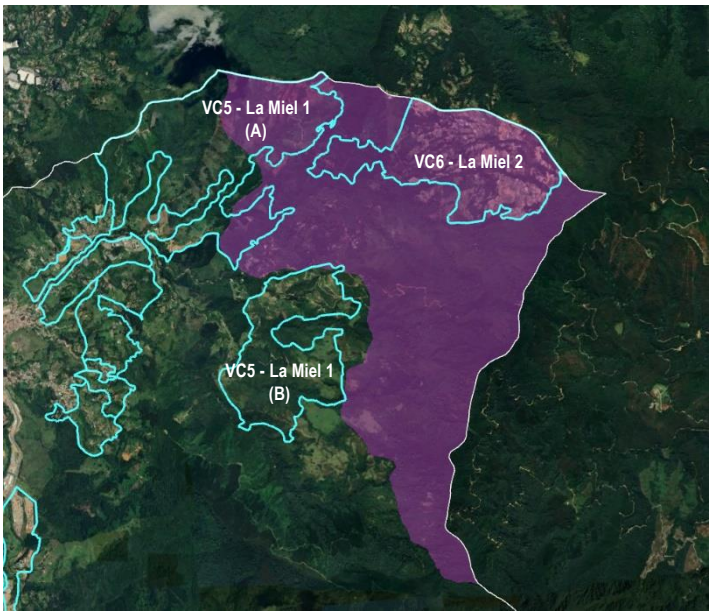


Figura 1. Área priorizada por biodiversidad (ampliación Reserva Nare) en el municipio de Caldas
Fuente: Elaboración propia a partir de CORANTIOQUIA (2022)

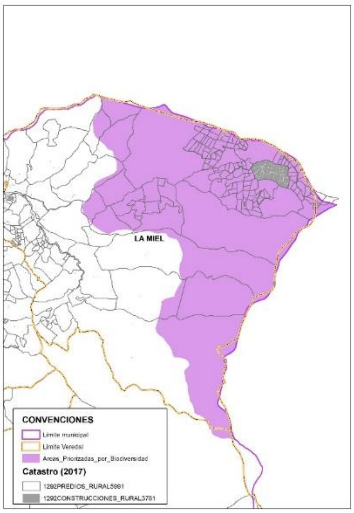
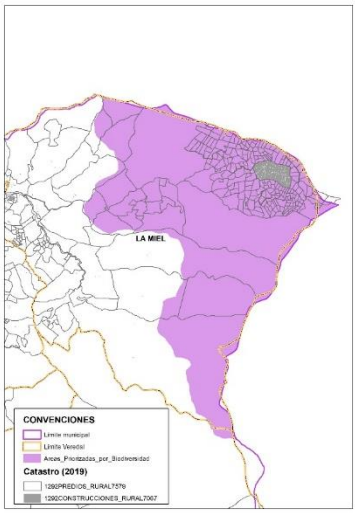
Tabla 3. Relación de las Áreas Prioritarias para la Biodiversidad en la Categoría de Desarrollo Restringido

	Observación/Detalle	Área (ha.)	%
Áreas Prioritarias para la Biodiversidad Ampliación Nare	Área Total Ampliación Nare	4861.12	100% en jurisdicción de CORATIOQUIA
	Área Ampliación Nare en el Municipio de Caldas	965.44*	20% con respecto al total de esta estrategia
	Área integrada al suelo de protección en el macro de la revisión de largo plazo del PBOT de Caldas	713.57**	74% con respecto al total de esta estrategia en Caldas*
	Área Ampliación Nare dentro de polígonos de desarrollo restringido VC5 - La Miel 1 (1.01HA.), VC6 - La Miel 2 (29.07HA.) y VC7 - La Miel 3 (1.16ha.)	31.23	4% con respecto al total de esta estrategia integrada a los suelos de protección de Caldas**
	Área Ampliación Nare dentro del suelo rural	682.34	96% con respecto al total de esta estrategia integrada a los suelos de protección de Caldas**

Fuente: Elaboración propia a partir de CORANTIOQUIA (2022)

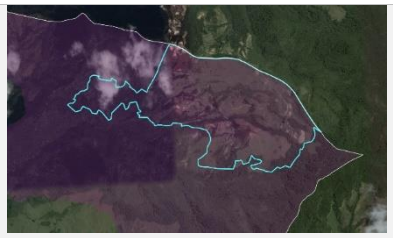
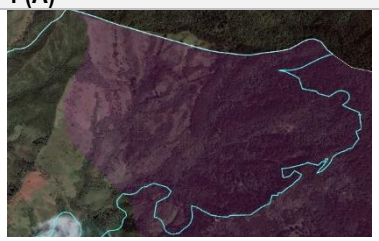
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Figura 2. Comparación multitemporal de catastro 2017 y 2019

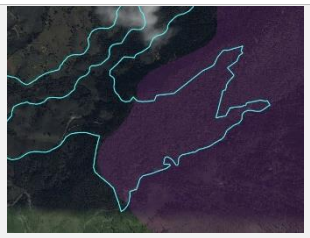
	
Catastro 2017	**Catastro 2019**

Fuente: Catastro Departamental (2017 y 2019)

Tabla 4. Comparación multitemporal usando imágenes satelitales de Google Earth para los años 2010, 2015, 2019 y 2023.

Desarrollo Restringido VC6 - La Miel 2	
	
Año 2010	**Año 2015**
	
Año 2019	**Año 2023**
Desarrollo Restringido VC5 - La Miel 1 (A)	
	
Año 2010	**Año 2015**

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

	
Año 2019	**Año 2023**
Desarrollo Restringido VC5 - La Miel 1 (B)	
	
Año 2010	**Año 2015**
	
Año 2019	**Año 2023**

Fuente: Elaboración propia a partir de CORANTIOQUIA (2022) y Google Earth.

No obstante, el municipio deberá considerar la normativa expedida sobre especies y productos de flora silvestre vedados a escala nacional que dan soporte a estas áreas prioritarias por biodiversidad, entre las que se encuentran:

- Resolución 0316 de 1974 del INDERENA: Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el uso y/o aprovechamiento del Pino Colombiano (*Podocarpus rospigliossi, Podocarpus montanus y Podocarpus oleifolius*), Nogal (*Juglans spp*.), Hojarasco (*Talauma caricifragans*), Molinillo (*Talauma hernandezi*), Caparrapí (*Ocotea caparrapi*), Comino de la Macarena (*Oritrhoxylon sp*) y Roble (*Quercus humboldtii*).
- Resolución 0213 de 1977 del INDERENA: Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional todas las especies de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, a excepción de los cultivos de flores y plantas explotadas comúnmente como ornamentales, de plantaciones artificiales en tierras de propiedad privada.
- Resolución 0801 de 1977 del INDERENA, Veda indefinidamente y en todo el territorio nacional el uso y/o aprovechamiento del Helecho macho, Palma boba, Palma de helecho (Familias: Cyatheaceae y Dicksoniaceae).
- Ley 61 de 1985. Declara árbol nacional y símbolo patrio de Colombia la especie de palma llamada *Ceroxylon quindiuense* y comúnmente denominada palma de cera y prohíbe su tala de manera indefinida en todo el territorio nacional.
- Resolución 0096 de 2006. Establece en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido, la veda para el aprovechamiento forestal de la especie Roble (*Quercus humboldtii*).(CORANTIOQUIA, 2022, pp. 78-79).

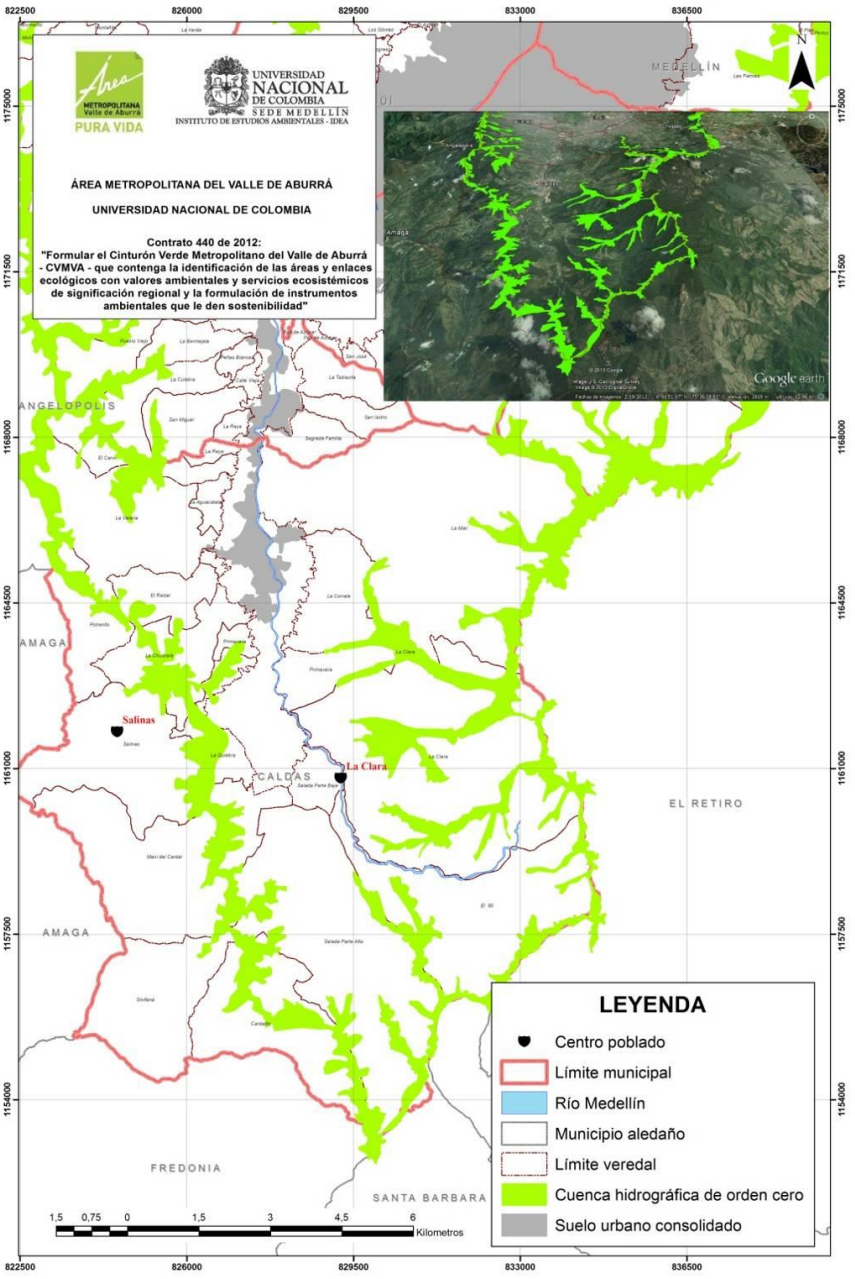
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.4. Cinturón Verde Metropolitano - Externo (CVMVA)

El CVMVA es una estrategia desarrollada a través del estudio realizado por el Convenio 440 de 2012 suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en 2013, el cual se define como

> (…) un macroproyecto estratégico de interés colectivo y de largo plazo, orientado a la protección de las áreas prestadoras de bienes y servicios ambientales, a la generación de espacio público y la seguridad alimentaria y humana; enfocado a aumentar la calidad de vida del habitante metropolitano y a consolidar un territorio equilibrado y equitativo.
>
> Los fundamentos normativos del Proyecto se encuentran en las Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial (Acuerdo Metropolitano 015 de 2006), en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Aburrá (Acuerdo Comisión Conjunta 02 de 2007), en el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano -Metrópoli 2020 (Acuerdo Metropolitano 040 de 2.007) y en el Plan Director Bio 2030 (Acuerdo Metropolitano 013 de 2.011) quienes, como determinantes de ordenamiento territorial para todos los municipios de la jurisdicción, señalan la necesidad y conveniencia de consolidar un modelo de ocupación metropolitano basado en la optimización del espacio urbano central y en la protección ambiental de los bordes y espacios rurales. (Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín & Área Metropolitana del Valle de Aburrá Medellín, 2013, p. 37).

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co



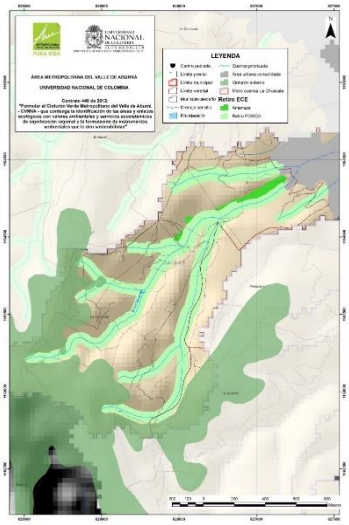
Mapa Delimitación de las Cuencas Hidrográficas de Orden Cero en el municipio de Caldas

Fuente: Elaboración propia del Convenio CVMVA, Equipo técnico Unal, 2013

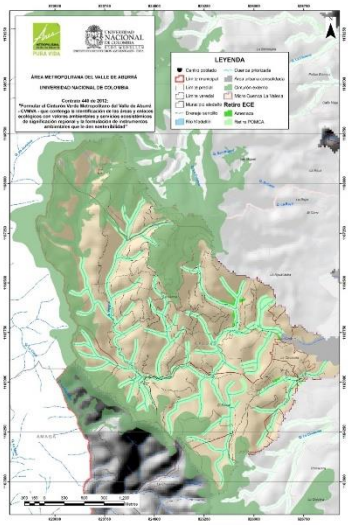
El CVMA definió el ámbito *externo*, de *transición* y de *conexión ecológica*, y para cada uno de ellos definió un conjunto de estrategias para llevarlos a cabo, así como la priorización de diferentes quebradas que constituyen elementos preponderantes para la conectividad ecológica, lo cual, para el caso del municipio de Caldas, fueron priorizadas las quebradas La Chuscala y

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

La Valeria. A continuación, se retoman las figuras del Tomo II (Formulación y Estrategias de Gestión) de las cuales espacializan las áreas de retiros que conforman la Estructura de Conexión Ecológica de dichas cuencas y su cruce con los predios.



Quebrada La Chuscala. Retiros y predios que conforman la ECE en la quebrada La Chuscala
Fuente: Convenio CVMVA, Equipo técnico Unal, 2013



Quebrada La Valeria. Retiros y predios que constituyen la ECE de la quebrada La Valeria
Fuente: Convenio CVMVA, Equipo técnico Unal, 2013

Además, el CVMVA externo, integrado en la fase de formulación a los suelos de protección, dado que representa una estructura que busca la protección ecológica y en particular la de las cuencas hidrográficas de orden cero, elementos a partir de los cuales fue posible la delimitación del cinturón externo, con una extensión total de 29047.89 hectáreas, de las cuales, el 12% se encuentran en el municipio de Caldas, es decir, 3341.18 hectáreas.

Cabe resaltar que el CMV externo busca aportar a los procesos biológicos y la conectividad ecológica regional, de ahí su importancia estratégica para el ordenamiento ambiental del territorio, sin embargo, las rápidas dinámicas de crecimiento urbano han deteriorado la continuidad de algunas zonas. Para el caso del municipio de Caldas, se evidencia la pérdida de continuidad en un tramo del extremo nororiental, en límite con el municipio de Envigado, por lo cual, del total de hectáreas totales presentes en Caldas, el 26.65ha. se han transformado en el extremo noroccidente del límite municipal (1%).

Tabla 5. Cinturón Verde Metropolitano Externo – Relación de áreas en el contexto metropolitano y municipal

CINTURÓN VERDE METROPOLITANO EXTERNO	ÁREA (ha.)	%
En la región metropolitana	29047.89	100%
En el municipio de Caldas	3341.18	12%
Transformado en el municipio de Caldas	26.65	1%

Fuente: : Elaboración propia a partir del Convenio CVMVA, Equipo técnico Unal, 2013

De las 3341.18 hectáreas mencionadas, el 77.5% se registran en categoría de Cuencas Hidrográficas de Orden Cero, relacionadas con las reservas Alto de San Miguel, DMI Divisoria Aburrá Río Cauca (anterior DMI – AROVA), La Romera y otras sin nombre especificado. El 22% se asocia a bosques naturales en las mismas reservas mencionadas y menos del 1% en predios menores a 4 hectáreas y rastrojos.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

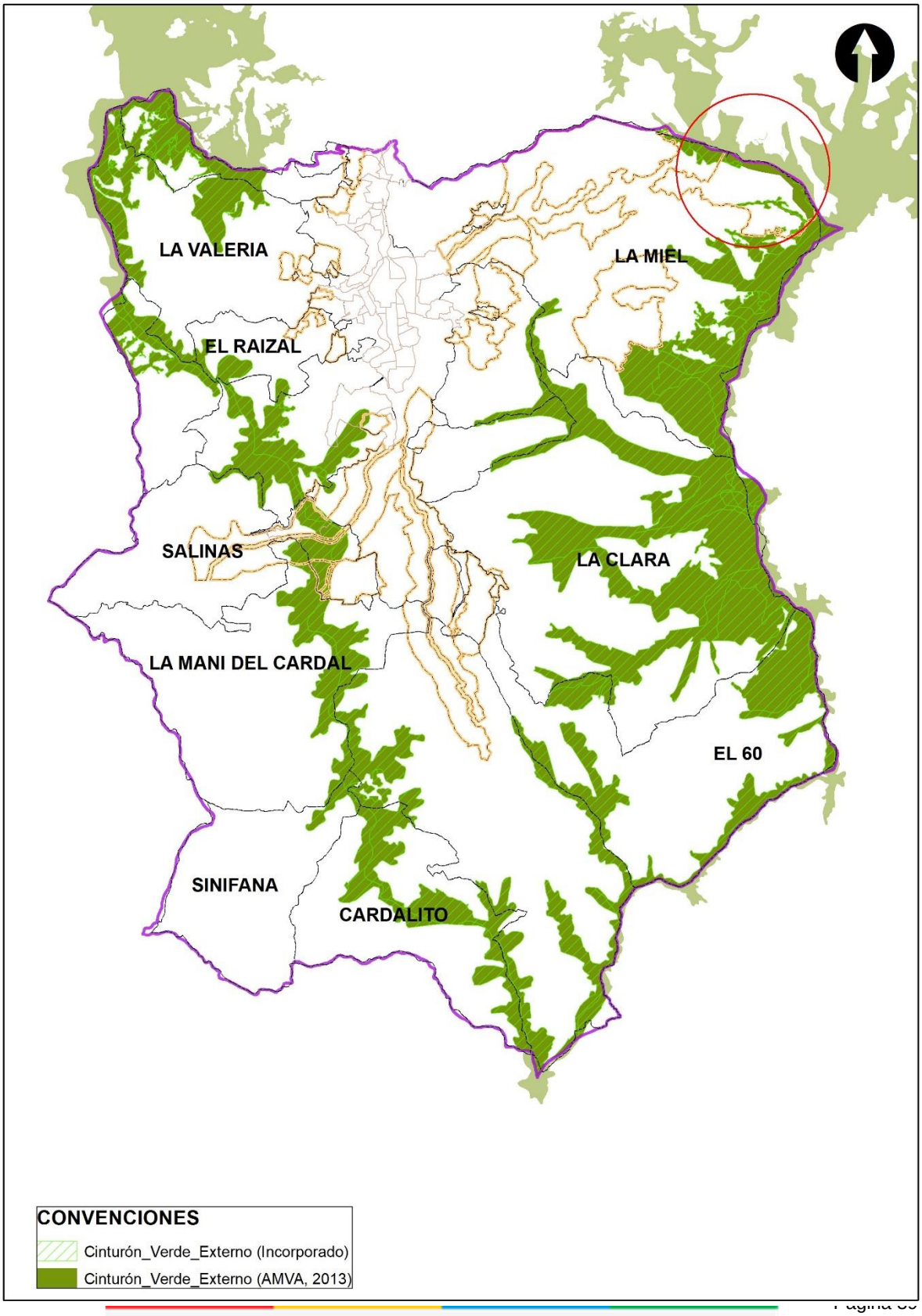
Tabla 6. Distribución de las áreas que conforman las categorías del Cinturón Verde Metropolitano Externo y sus reservas asociadas para el municipio de Caldas

Categoría	Reserva	Área (ha.)	%
Bosque natural	Alto de San Miguel	356.21	10.75%
	DMI Divisoria Aburrá Río Cauca (anterior DMI – AROVA)	89.30	2.69%
	La Romera	0.63	0.02%
	Sin reserva asociada	284.62	8.59%
Cuencas Hidrográficas de Orden Cero	Alto de San Miguel	948.19	28.61%
	DMI Divisoria Aburrá Río Cauca (anterior DMI – AROVA)	415.77	12.54%
	La Romera	0.41	0.01%
	Sin reserva asociada	1204.11	36.33%
Predios menores a 4 hectáreas	Sin reserva asociada	1.36	0.04%
Rastrojo	DMI Divisoria Aburrá Río Cauca (anterior DMI – AROVA),	11.70	0.35%
	Sin reserva asociada	2.23	0.07%
Total general		3314.53	100.00 %

Fuente: Elaboración propia a partir del Convenio CVMVA, Equipo técnico Unal, 2013

Mapa 5. Cinturón Verde Metropolitano en el Municipio de Caldas

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co



NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.5. Conectividad Ecológica

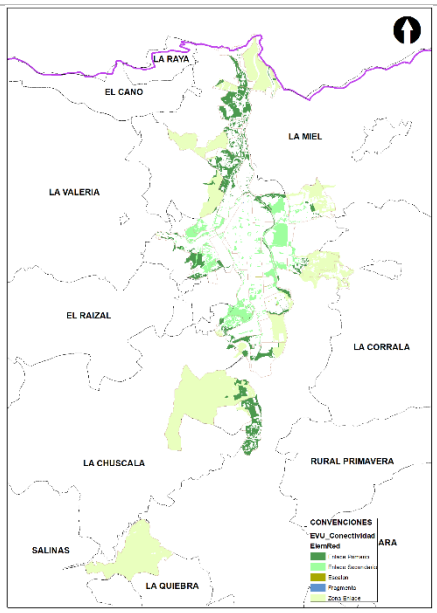
2.2.5.1. Espacios Verdes Urbanos en la Conectividad Ecológica y Red Ecológica La Miel

El AMVA en asocio con la Universidad Nacional de Colombia realizó entre los años 2018 y 2020 el Análisis de la Conectividad Ecológica Funcional y Estructural en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. CI 1344 de 2018, proceso que generó entre los insumos, la capa de Espacios Verdes Urbanos, a los cuales se les clasificó según su función y métricas de paisaje, las tipologías de nodos, fragmentos y enlaces. Para el municipio de Caldas estas áreas suman un total de 202.68 hectáreas, dentro de las cuales se encuentran un total de 530 enlaces primarios (41.13 ha.), 437 enlaces secundarios (28.84ha.), 19 escalones (0.11 ha.), 11 fragmentos (0.05 ha.) y 121 zonas enlace (132.55 ha.). Estos elementos fueron definidos únicamente para el suelo urbano

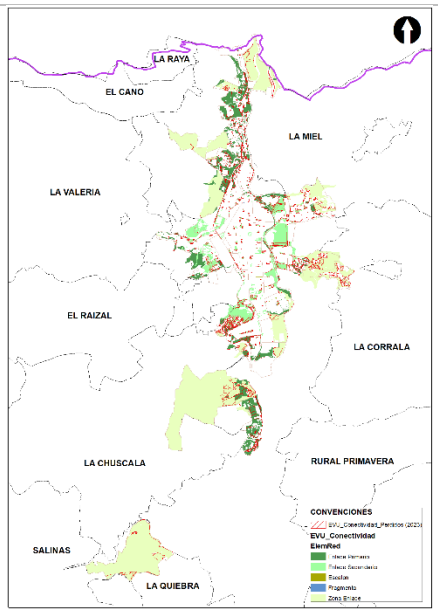
Tabla 7. Relación del tipo de elementos definidos para los Espacios Verdes Urbanos (EVU). CI 1344 de 2018.

Tipo de Elemento	Nro. Elementos	Área (ha.)	%
Enlace Primario	530	41.13	20%
Enlace Secundario	437	28.84	14%
Escalón	19	0.11	0%
Fragmento	11	0.05	0%
Zona Enlace	121	132.55	65%
Total general	1118	202.68	100%

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía de CI 1344 de 2018



EVU Conectividad. Fuente: AMVA & UNAL (2020)

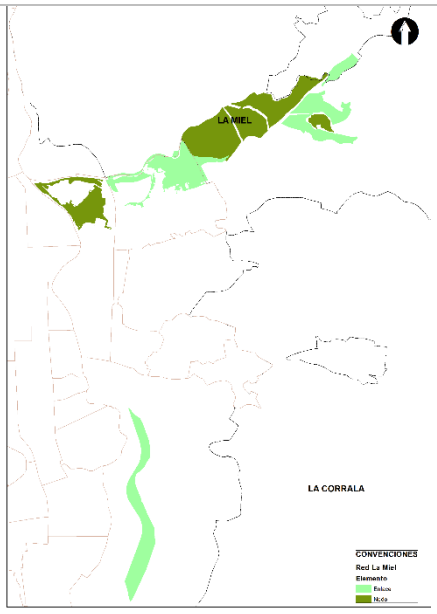


EVU Conectividad – Elementos perdidos. Fuente: Municipio de Caldas (2023)

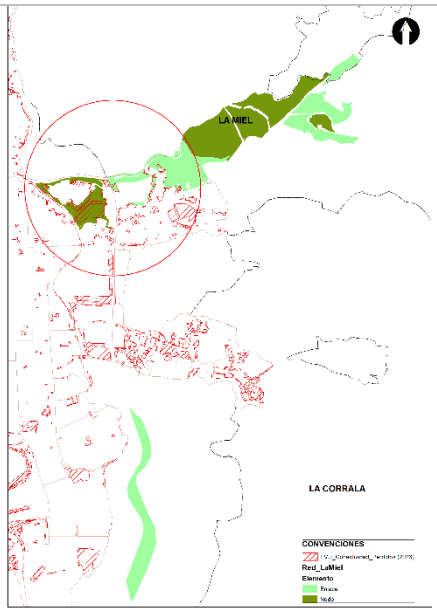
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Al comparar dichos elementos con la imagen satelital de Google Earth, 29.85 hectáreas se encuentran completamente transformados y ya no corresponden a espacios verdes urbanos, sino a tejidos urbanos ya impermeabilizados o redes viales. Estos cambios corresponden al 15% del total de los EVU presentes en Caldas identificados en 2018.

Adicional a este insumo, el AMVA en su ejercicio de autoridad ambiental, a través del Plan Maestro de Espacios Verdes Urbanos de 2006, generó las redes de conectividad ecológicas o macrorredes, actualizadas posteriormente en 2015 y luego en 2020, sin embargo, para el caso del municipio de Caldas, fue solo hasta la última actualización que la Entidad definió la red ecológica La Miel con una extensión total 28.20 hectáreas. Cabe mencionar que, la actualización de las redes del año 2020 usó como insumo fundamental los resultados del estudio de conectividad desarrollado por la Universidad Nacional el cual fue mencionado previamente, no obstante, esta red también fue verificada con la imagen satelital de Google Earth y se encuentro la pérdida de 2.32ha., es decir, el 8%.



Red La Miel. Fuente: AMVA (2020)



Red La Miel – Elementos perdidos. Fuente: Municipio de Caldas (2023)

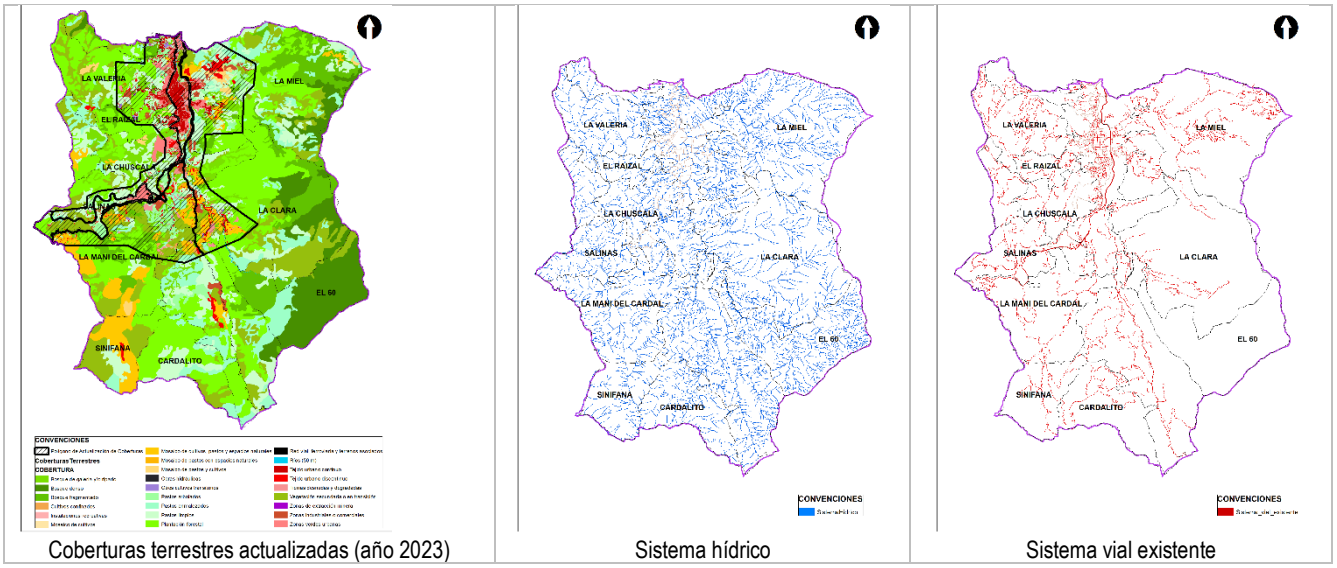
2.2.5.2. Conectividad Ecológica en el Municipio de Caldas

Para identificar el potencial de conectividad ecológica del municipio de Caldas, además de reconocer los elementos previamente detallados, generó un análisis de conectividad usando como insumo las coberturas terrestres actualizadas en el marco de la revisión de largo plazo del PBOT. La base de para esta actualización cuya fueron las coberturas de la tierra provenientes del POMCA del Río Aburrá (2018), la integración de los Espacios Verdes Urbanos (EVU)[2] del año 2020, y las imágenes satelitales de Google Earth. Dicha actualización se realizó en un 25% del territorio, es decir, 3372.65 hectáreas. Además, se usó la red vial e hidrográfica de la fase diagnóstica y no se consideraron en este primer análisis, las variables relacionadas con la propuesta de actualización de la clasificación del suelo, dado que corresponde a la fase de formulación.

A partir de los siguientes insumos se generaron las variables espaciales con las cuales se llevó a cabo el análisis de conectividad ecológica para el municipio de Caldas.

[2] Provenientes del estudio de conectividad ecológica realizado por la Universidad Nacional entre 2018

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co



Coberturas terrestres actualizadas (año 2023) | Sistema hídrico | Sistema vial existente

Figura x. Insumos para el análisis de conectividad municipal
Fuente: Municipio de Caldas (2023)

Las redes ecológicas tienen como función principal permitir la conservación de las dinámicas y flujos ecosistémicos de la biodiversidad urbana [y rural], y los demás elementos indispensables para la persistencia de estos ecosistemas, ello a través de la conectividad de áreas verdes para permitir la movilidad de las especies y con ello los referidos flujos biológicos (Jaramillo & Montoya, 2018). Por tanto, considerando las dinámicas antrópicas y las demandas de suelo para el desarrollo de éstas, se tomó inicialmente como referencia lo dispuesto en la Resolución Metropolitana 3677 de 2018, dado que el municipio de Caldas cuenta con la red urbana La Miel, la clasificación de los espacios verdes urbanos como elementos que aportan a la conectividad ecológica y los insumos propios antes mencionados, para realizar un análisis de conectividad a escala municipal, con el fin de identificar una red ecológica que aporte elementos espaciales al fortalecimiento de la Estructura Ecológica abordada en la fase de formulación del PBOT de Caldas.

Para la definición inicial de los elementos de las redes ecológicas se consideraron métricas de forma (Shape_Idx) y área (m2), donde, aquellos polígonos con un índice de forma < 1.5 y un área > 1017.19 m^2 se clasifican como nodos, aquellos con un índice > 1.5 y área indistinta serían enlaces y finalmente, aquellos con índice < 1.5 y área < 1017.19 m^2 serían fragmentos.

Complementario a lo anterior, de acuerdo a lo insumos antes mencionados, para la extensión del municipio de Caldas, se espacializaron un total de seis variables (red vial, recurso hídrico, servicios ecosistémicos de regulación y soporte y/o áreas de mayor conservación, servicios ecosistémicos de provisión y actividades agropecuarias, servicios y/o actividades urbanas e índice de fragmentación), que sirvieron como insumo para el cálculo de una matriz de resistencia que se traduce como la restricción al movimiento de las especies en el paisaje urbano y rural, dicha matriz de resistencia sería el insumo principal para correr los modelos de conectividad, utilizando el software Linkage Mapper (McRae & Kavanagh, 2014).

Las variables asociadas a servicios ecosistémicos de regulación y soporte, servicios ecosistémicos de provisión y actividades agropecuarias, servicios y/o actividades urbanas, provienen de la clasificación previa de las coberturas terrestres actualizadas, de acuerdo con su potencial actual para el desarrollo de dichas actividades y la potencial oferta de dichos servicios

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

ecosistémicos y urbanos. Es de resaltar que todas las variables fueron ponderadas con el mismo peso, dado que todas juegan un papel fundamental en la definición de las oportunidades de conectarse, tanto para favorecer dicha conectividad como para generar procesos de fragmentación. A continuación, se describen las variables su calificación y ponderación previo a ser ingresadas al modelo de conectividad y la generación de la matriz de resistencia y demás subproductos de este.

2.2.5.3. Descripción, calificación y ponderación de variables

Para evaluar la conectividad ecológica en el municipio de Caldas, se definieron y seleccionaron seis (6) variables que pueden influir en la resistencia al movimiento de las especies de fauna en un paisaje local. Cada variable se rasterizó y reclasificó en un rango numérico común (1-100) en función de la facilidad o dificultad al movimiento en el paisaje. La siguiente tabla presenta el rango de calificación de dichas variables, donde 100 equivale a mayor restricción o dificultad para el movimiento y 1 a menor restricción al movimiento o desplazamiento.

Tabla 8 Calificación de las variables

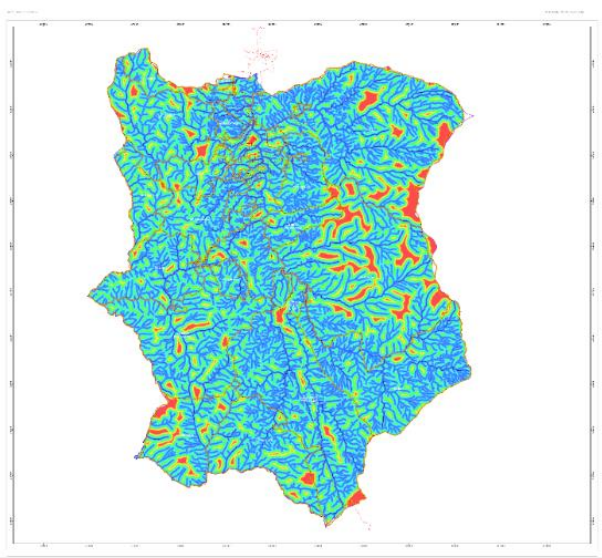
Descripción		Calificación
Entorno	No aplica	0
Resistencia mínima	Mejor calidad de hábitat con mayores oportunidades de supervivencia y éxito reproducción.	1
Resistencia muy baja	Hábitats modificados. Conservan altas tasas de supervivencia y éxito reproductivo. Mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con categoría 1.	10
Resistencia baja	Hábitats modificados. Conserva moderado éxito reproductivo. Baja supervivencia. Mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con categoría 1 y 2.	20
Resistencia media	Hábitats modificados. Bajo éxito reproductivo. Baja supervivencia. Mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con categoría 1, 2 y 3.	50
Resistencia alta	Sitios de poco frecuente. No hay éxito reproductivo. Mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con categoría 4.	70
Resistencia muy alta	Sitios evitados por especie bioindicadora del análisis de conectividad. Mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con categoría 5.	90
Resistencia máxima	Sitios no usados por especie bioindicadora del análisis de conectividad dada su máxima resistencia, lo que indica mayores niveles de perturbación antrópica en comparación con todas las demás categorías.	100

Fuente: elaboración propia (2023)

Considerando lo anterior, las siguientes tablas describen y espacializan cada una de las variables usadas, relaciona el tipo de cobertura terrestre o insumo del cual proviene y la calificación asignada según el tipo de resistencia identificado para ésta.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Tabla x. Variable: Distancia a Drenajes

VARIABLES DISTANCIA A DRENAJES	IMAGEN
Esta variable fue construida a partir de la fotointerpretación de coberturas del suelo con soporte en la imagen satelital de Google Earth 2023 e información base del Acuerdo 014 de 2010. Su análisis se realizó a partir de las distancias euclidianas, cuya calificación está dada en valores de 1 a 100 que aumentan en restricción a medida que se acercan a las vías. Lo anterior, partiendo del criterio que el alto flujo vehicular y ruido restringen el movimiento de la fauna silvestre en el paisaje. La ponderación esta variable con respecto al modelo total correspondió a 16.67%. Reconocimiento que en el municipio de Caldas nace el río Aburrá o Medellín, y existe una alta concentración cuerpos de agua superficiales, esta variable en su mayoría expresa espacialmente a escala del municipio, menores niveles de resistencia al movimiento. **Distancia a drenajes** Mayor resistencia Menor resistencia	

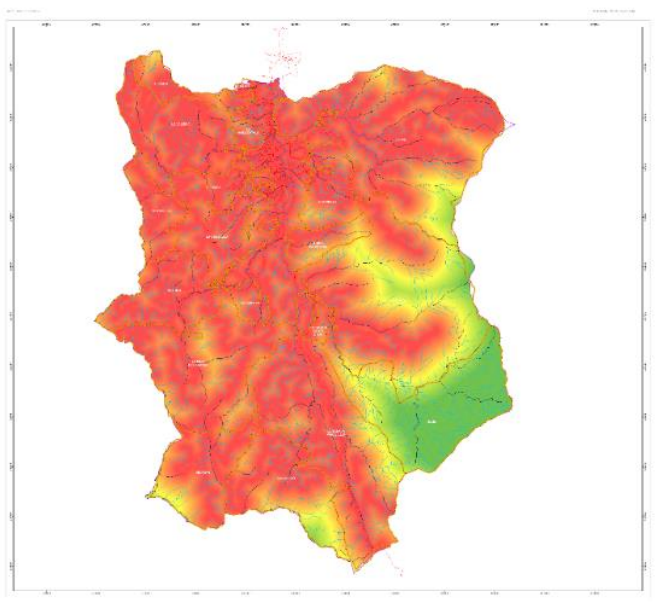
COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Río (50m)	1	Resistencia máxima

Fuente: elaboración propia (2023)

Tabla x. Variable: Distancia a Vías

VARIABLE DISTANCIA A VÍAS	IMAGEN

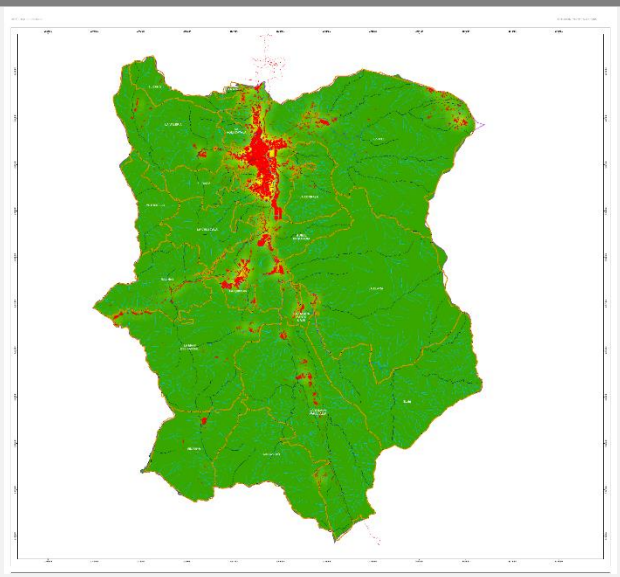
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 **Código postal:** 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Esta variable fue construida a partir de la información contenida en el Acuerdo 014 de 2010, y fue verificada a partir de la imagen satelital de Google Earth. El análisis se realizó, a partir de las distancias euclidianas, con calificación de valores normalizados de 1 a 100 que aumentan en restricción a medida que se alejan del cuerpo de agua. Lo anterior, partiendo del criterio que los retiros de los afluentes son elementos estructurantes del paisaje natural y facilitan el movimiento de la fauna silvestre. La ponderación esta variable con respecto al modelo total correspondió a 16.67%. A excepción del costado suroriental del municipio, donde se localiza el área protegida Reserva Forestal Alto de San Miguel, hacia la vereda El 60 y siguiendo el límite municipal hasta antes de la vereda La Miel, las vías en el municipio de Caldas evidencian una alta restricción al movimiento en casi todo el territorio, lo cual representa dificultades para el desplazamiento de las especies de fauna silvestre. **Distancia a vías** Mayor restricción Menor restricción	

COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Red vial y ferroviaria	100	Resistencia máxima

Fuente: elaboración propia (2023)

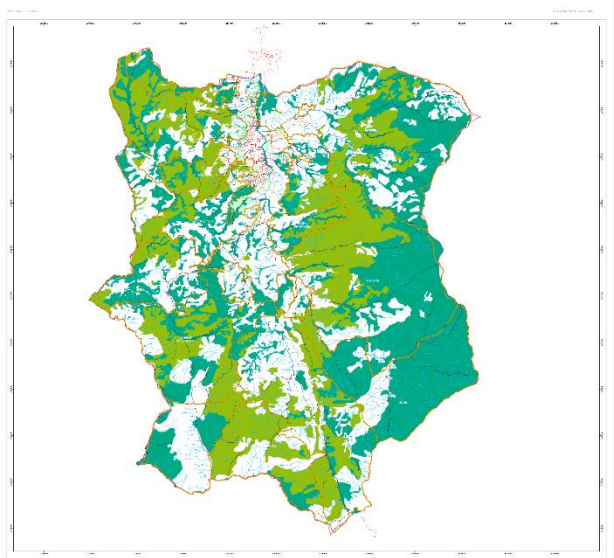
Tabla x. Variable: Índice de Fragmentación

VARIABLES ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN	IMAGEN
El índice de fragmentación es un indicador ecológico que nos permite deducir el grado de fragmentación de las zonas de hábitats calculadas a partir del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), su calificación está dada en valores de 1 a 100 y aumenta en restricción a medida que el índice refleja mayor fragmentación. Esta variable fue construida mediante el uso del software GUIDOS. La ponderación esta variable correspondió a 16.67% con respecto al total de variables del modelo. Se evidencia que en general, el municipio cuenta con coberturas vegetales importantes que facilitan el desplazamiento de especies de fauna, dado que el resultado obtenido en este indicador a través del cálculo previo del NDVI y la corroboración con las coberturas vegetales actualizadas evidencian la presencia de áreas de bosques naturales, vegetación secundaria, plantaciones forestales, mosaicos con espacios naturales, entre otras. Este indicador de fragmentación evidencia mayores restricciones al movimiento (rojo) en áreas que corresponden al suelo urbano, centros poblados con diferentes grados de consolidación y vías. **índice de Fragmentación** Mayor resistencia Menor resistencia	

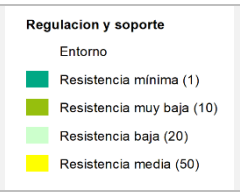
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Red vial y ferroviaria	100	Resistencia máxima

Tabla x. Variable: Distancia a Servicios Ecosistémicos De Regulación Y Soporte y/o Áreas de mayor conservación

VARIABLE: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN Y SOPORTE	IMAGEN
Esta variable fue construida a partir de la capa de coberturas actualizada por el municipio a 2023, como ya se ha mencionado, en la cual se agruparon coberturas como: bosque de galería y/o ripario, bosque denso, bosque fragmentado, vegetaciones secundarias o en transición y zonas verdes urbanas. Las plantaciones forestales se incluyen dentro de esta categoría dado que su restricción al movimiento de especies se encuentra acorde con las demás coberturas aquí relacionadas. La ponderación esta variable correspondió a 16.67% con respecto al total de variables del modelo. Es importante aclarar que, las zonas verdes se clasificaron y calificaron según el tipo de cobertura, según lo dispuesto en los EVU (AMVA & UNAL, 2018-2020) y propuesto por el AMVA para los estudio de conectividad en el suelo urbano, donde se reconoce el valor de permeabilidad o posibilidad de desplazamiento de la fauna a través de espacios verdes mejor cualificados, es el caso de los espacios donde algún tipo de vegetación predomina (árboles, arbustos, jardines, entre otros), en comparación con otros de mayor resistencia como lo son los aquellos donde predominan los pisos duros o semipermeables. Esta variable reconoce el alto potencial de estas coberturas para la oferta de bienes y servicios ecosistémicos de regulación y soporte, toda vez que es en ellas donde se encuentran los mayores almacenamientos de CO2, son fundamentales para la regulación hidrológica, del clima, los ciclos biogeoquímicos, la polinización, la regulación de temperatura superficial, representan espacios para la generación de hábitat y nicho de especies de fauna y flora y en general, soportan la pervivencia de la biodiversidad del municipio, generando incluso aportes a escala regional. Los niveles de resistencia de esta variable, oscilaron entre media y muy baja, dado que se presenta una continuidad entre estos tipos de coberturas, especialmente hacia las zonas donde se localizan las áreas protegidas del municipio y áreas priorizadas por biodiversidad, vertientes de microcuencas que aún conservan sus coberturas vegetales, áreas de importancia ecosistémica evidenciadas por el POMCA, el Acuerdo 014 de 2010, entre otras.	

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

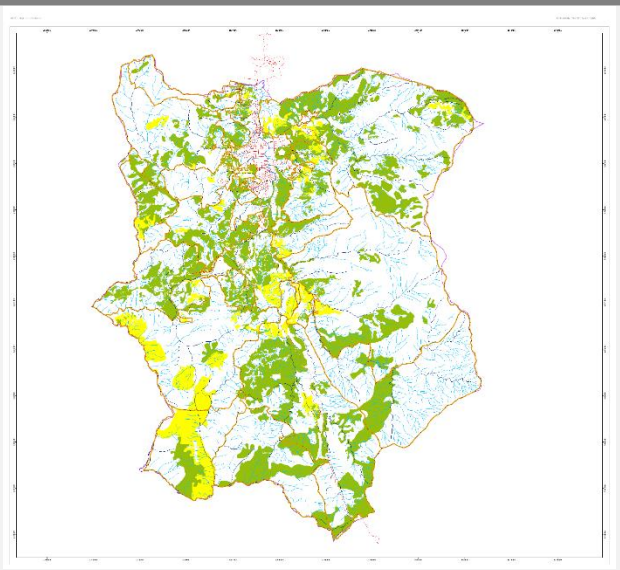


COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Arboles (Zonas verdes urbanas)	1	Resistencia mínima
Arbustos (Zonas verdes urbanas)		
Bosque de galería y/o ripario		
Bosque denso		
Bosque fragmentado		
Vegetación secundaria o en transición		
Plantación forestal	10	Resistencia muy baja
Jardín (Zonas verdes urbanas)		
Grama Pasto (Zonas verdes urbanas)	20	Resistencia baja
Cultivos (Zonas verdes urbanas)	50	Resistencia moderada
Piso semipermeable (Zonas verdes urbanas)		
Tierra (Zonas verdes urbanas)		

Fuente: elaboración propia (2023)

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Tabla X. Variable: Servicios Ecosistémicos De Provisión Y/O Actividades Agropecuarias

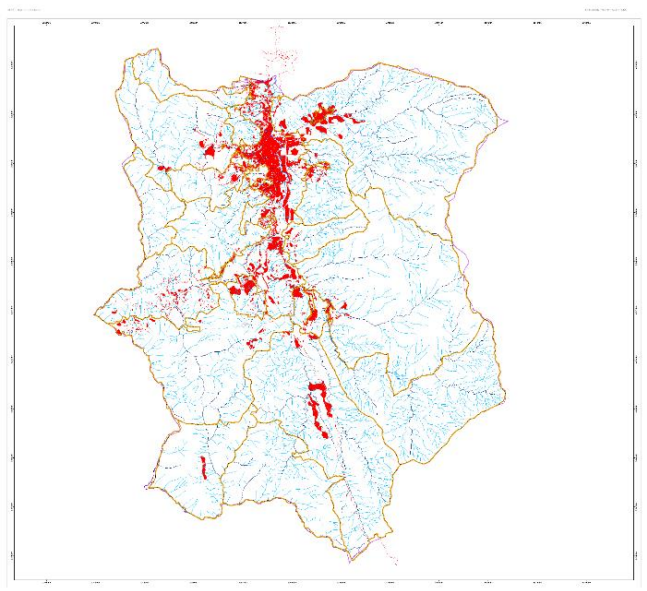
VARIABLE: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE PROVISIÓN Y/O ACTIVIDADES AGROPECUARIAS	IMAGEN
Esta variable fue construida a partir de la capa de coberturas descrita anteriormente, en la cual se agregaron coberturas como: cultivos confinados, mosaico de cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales, mosaico de pastos y cultivos, otros cultivos transitorios, pastos limpios, pastos enmalezados y pastos arbolados. La ponderación esta variable correspondió a 16.67% con respecto al total de variables del modelo. Esta variable evidencia especialmente el potencial para la oferta de servicios ecosistémicos de provisión de alimentos, coincidiendo con algunos elementos señalados desde el POMCA del río Aburrá (2018) con áreas para uso múltiple por actividades silvopastoriles y agroforestales, especialmente hacia la vereda Sinifaná. La calificación sobre la resistencia de esta variable osciló entre moderada y baja. Actividades agropecuarias Entorno (0) Resistencia baja (20) Resistencia moderada (50)	

COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Pastos arbolados	20	Resistencia baja
Pastos enmalezados		
Pastos limpios		
Mosaico de pastos con espacios naturales		
Cultivos confinados	50	Resistencia moderada
Mosaico de cultivos		
Mosaico de pastos y cultivos		
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		
Otros cultivos transitorios		

Fuente: elaboración propia (2023)

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

Tabla X. Variable: Servicios y/o Actividades Urbanas

Variable: servicios y/o actividades urbanas	IMAGEN
Esta variable fue construida a partir de la capa de coberturas actualizada, en la cual se agruparon coberturas como: tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, instalaciones recreativas, obras hidráulicas zonas de extracción minera, zonas industriales o comerciales y tierras desnudas y degradadas, esta última aunque es una cobertura que hace parte de los bosques integrados al Nivel_3 del sistema de clasificación de coberturas *Corine Land Cover*, fue incluida en esta variable debido a que durante su validación se observó que dichas áreas estaba asociadas a zonas constructivas o altamente antropizadas, lo cual representa mayores restricciones para la pervivencia de la fauna silvestre. La ponderación esta variable correspondió a 16.67% con respecto al total de variables del modelo. La calificación con respecto a la resistencia de movimiento o desplazamiento para favorecer la conectividad ecológica se presentó con la máxima restricción. **Actividades urbanas** Entorno (0) Resistencia máxima (100)	

COBERTURA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Instalaciones recreativas	100	Resistencia máxima
Obras hidráulicas		
Tejido urbano continuo		
Tejido urbano discontinuo		
Tierras desnudas y degradadas		
Zonas de extracción minera		
Zonas industriales o comerciales		

Fuente: elaboración propia (2023)

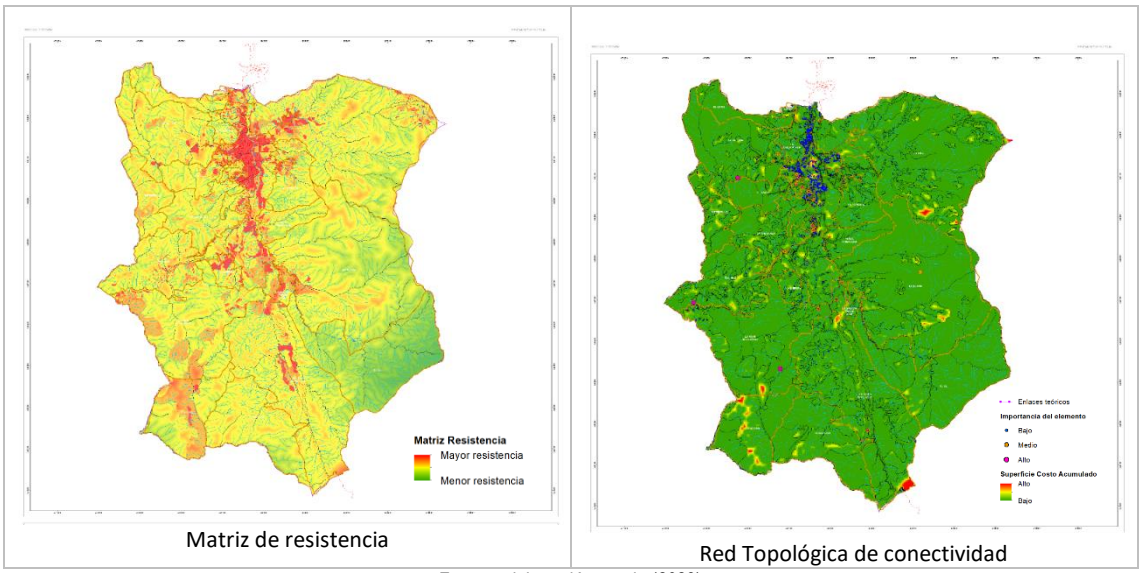
NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

2.2.5.4. Matriz de resistencia y red topológica de conectividad

La matriz de resistencia es el resultado de la ponderación de las seis (6) variables geográficas anteriormente descritas, y es entendida como el nivel de resistencia al movimiento de la especie objeto de conservación. De

En la siguiente figura (izquierda) se puede observar la matriz de resistencia para el municipio de Caldas, donde los colores que rojizos representan mayor dificultad o resistencia al movimiento de las especies en el paisaje, los cuales a su vez están asociadas a coberturas antrópicas (tejido urbano o redes viales) o ecosistemas transformados con poca vegetación. Por el contrario, los colores verdes indican que la resistencia al movimiento disminuye, lo que a su vez se asocia a las coberturas de zonas verdes urbanas, las cuales representan una menor impedancia.

Complementario a ello, la superficie de costo acumulado permite identificar los enlaces o rutas entre las áreas de sustentación, asignándole a cada celda un valor de resistencia o un valor asociado al costo de moverse a través de esa celda, permitiendo señalar rutas o redes topológicas de conectividad ecológica teórica y potenciales, facilitan o impiden el movimiento de las especies en el paisaje. Los cálculos de las redes topológicas de conectividad se realizaron mediante el uso de las herramientas Linkage Mapper y Centrality Mapper. Para el municipio de Caldas, se identificaron un total de 116 enlaces teóricos o rutas de conectividad entre las áreas de sustentación., los cuales se reclasificaron mediante el método de quantiles, en donde todas las entidades se agrupan en igual número de clase. La siguiente figura (derecha), espacializa las redes topológicas generadas



Matriz de resistencia

Red Topológica de conectividad

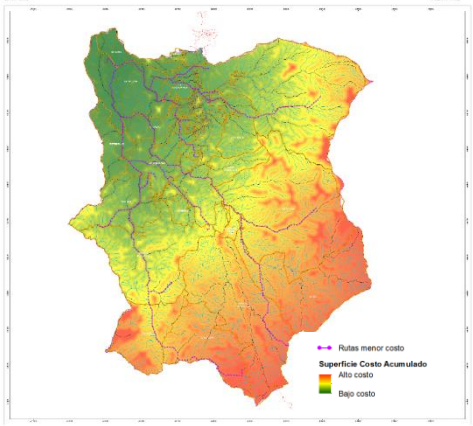
Fuente: elaboración propia (2023)

2.2.5.5. Rutas de menor costo de viaje acumulado y zonas críticas para la conectividad ecológica

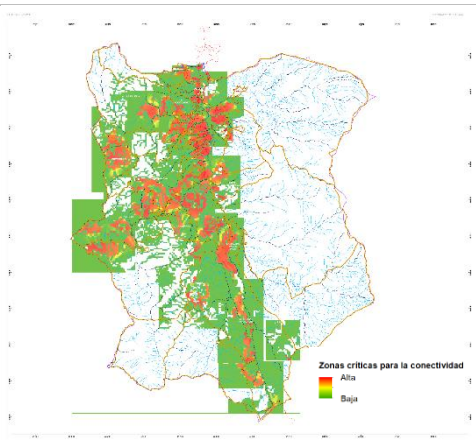
Para el análisis de las rutas de menor costo se crearon dos *Feature Classes* tipo punto, uno de ellos marcado el inicio de la ruta, el cual se ubicó dentro del área de sustentación de arranque que corresponde al extremo noroccidental del municipio, sobre el área protegida DRMI Divisoria Aburrá - Cauca y el segundo marcado el puntos de destino de dicha ruta en las áreas de sustentación aledañas y conectadas a no más de 36 metros de distancia, considerando especies como la zarigüeya, la ardilla colorada y el zorro-perro, especies frecuentes de las zonas urbanas y rurales, cuyas áreas de desplazamiento, especialmente para las dos primeras especies, es menor a la de otros mamíferos y las aves. Cabe mencionar que, además para estas últimas se verifico que se interceptaran con fragmentos o enlaces de la Red Ecológica AMVA.

El análisis anteriormente descrito se realizó con ayuda de la herramienta de *coste-distancia* y *coste-ruta*, además de la matriz de resistencia calculada para cada uno de los escenarios del proyecto. La herramienta permite establecer los costes de viaje acumulado entre celdas, generando un ráster en el cual se registran las rutas de menor costo desde las ubicaciones seleccionadas hasta la celda de origen más cercana. Esto permitió evidenciar que los desplazamientos desde el DRMI hacia los elementos del resto del municipio van incrementando su costo a medida que van tratando de acercarse hacia la RFP Alto de San Miguel, no obstante, aunque esto marca una tendencia de segmentación del municipio si solo se toma como punto de partida el DRMI esto no significa que del extremo suroriental las rutas de costo este sector entre sí sean altas, dado que es justamente allí donde se concentran grandes extensiones de coberturas vegetales en mejor estado, sin embargo, se evidencia la importancia de los elementos naturales (espacios verdes urbanos), los cuales aportan a las oportunidades de conectividad ecológica y la seguridad ambiental del territorio. Las rutas de menor costo pueden observarse en la imagen de la izquierda.

De otro lado, las zonas críticas para la conectividad se determinaron usando la herramienta *Pinchpoint Mapper*, la cual utiliza la teoría de circuitos para ejecutar *Circutscape* (McRae y Shah 2009), generando un ráster donde se identifican los enlaces más vulnerables (cuello de botella), las cuales están asociadas a el suelo urbano, de expansión, los corredores viales y los centros poblados con diferentes niveles de consolidación, por lo tanto son áreas que se debe evaluar las posibilidades reales para la conectividad, entendiendo las necesidades de desarrollo que presentan los municipios, y las dinámicas antrópicas, toda vez que la conectividad ecológica si bien representa un aporte para la seguridad ambiental territorial, debe ser vista desde sus posibilidades reales, por lo cual este análisis representa un insumo teórico para se analizado y armonizado según su pertinencia en la fase de formulación del presente PBOT. Así mismo, es importante considerar que al momento de realizar propuestas paisajísticas, planes de compensación y/o reposición asociados a cualquier proyecto constructivo, estas áreas críticas para la conectividad pueden ser insumo con el fin de asegurar su conservación y/o generar nuevas rutas alternativas. Los resultados espaciales pueden observarse en la imagen de la derecha.



Rutas de menor costo

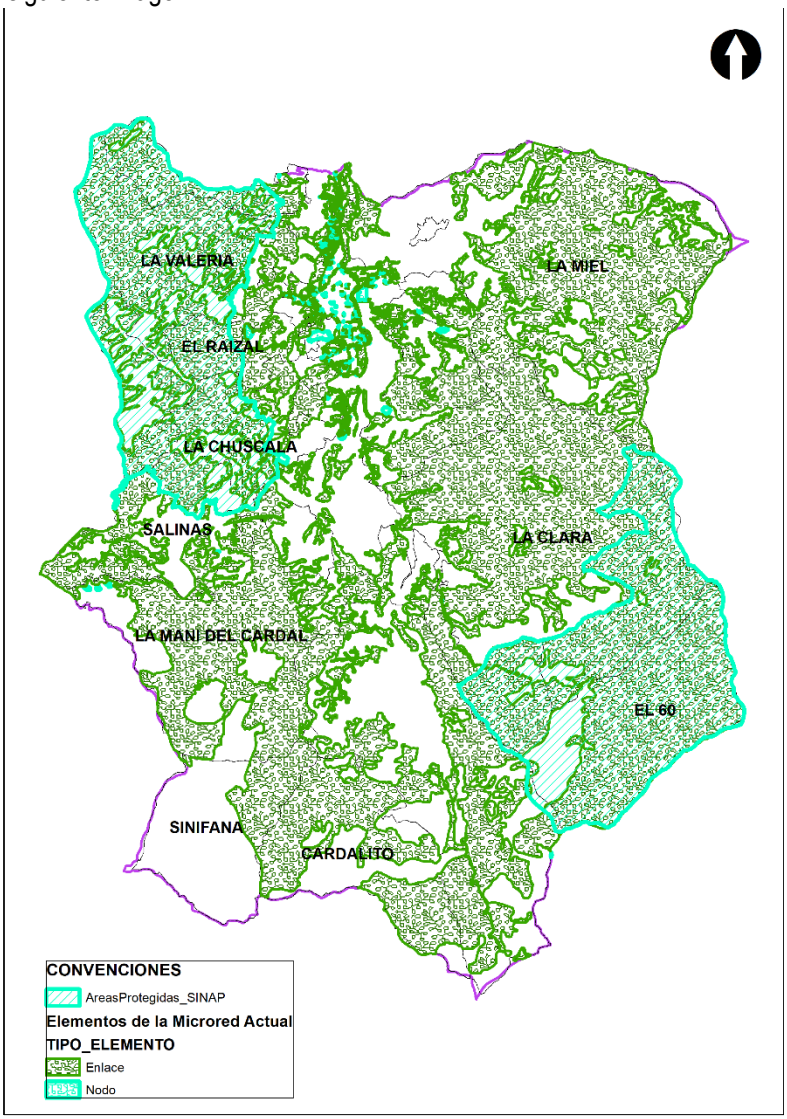


Zonas críticas para la conectividad ecológica

Fuente: elaboración propia (2023)

2.2.5.6. Microrredes de conectividad ecológica teóricas

De acuerdo con las variables y métricas antes descritas, para el municipio de Caldas se identificaron doscientos sesenta y siete (267) elementos de Microred tipo nodo y trescientos sesenta y siete (367) tipo enlace. Sin embrago, dada la importancia de las áreas protegidas del SINAP presentes en el municipio, las cuales, por sus atributos de la biodiversidad, sus objetivos y objetos de conservación, ambas son integradas en la fase de formulación como elementos nodales de la red municipal. La red teórica de la fase diagnóstica se observa en la siguiente imagen.



Mapa 6.. Microrredes en el municipio de Caldas
Fuente: elaboración propia (2023)

2.2.6. PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA RIO ABURRÁ Y RÍO AMAGÁ, QUEBRADA SINIFANÁ.

2.2.6.1. POMCA Rio Aburrá

El municipio deberá incorporar en su PBOT los instrumentos de planificación del recurso hídrico, como determinantes ambientales de superior jerarquía, para ello se cuenta con la actualización del POMCA (año 2018), el PORH (2019), el Plan de Manejo Ambiental del Acuífero PMAA y el Plan de Ordenación y Manejo de la Microcuenca de La Quebrada LA Valeria.

El POMCA es un instrumento para planear el uso coordinado del suelo, del agua, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca, entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico.

Las autoridades ambientales de la cuenca del rio Aburrá - Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA y CORNARE, formularon el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá – Medellín Este fue aprobado mediante la Resolución 040 –RES1811-6712 de 20 de noviembre de 2018; Resolución 112-5007-2018-CORNARE 2018. El plan describe la situación ambiental de la cuenca para cada uno de los subsistemas y variables que componen la unidad de planificación de la región de estudio en el diagnóstico, cada uno con un análisis de la información base y metodológica de trabajo con los principales resultados. La situación ambiental y una apuesta de futuro (prospectiva) se consolidan en la zonificación ambiental de la cuenca que reúne proceso de largo y corto plazo.

La cuenca hidrográfica del Río Aburrá con código 2701-01 está ubicada en el departamento de Antioquia, en catorce municipios, entre estos se encuentra Caldas. El Río Aburrá – Medellín en su nacimiento en el sector de San Miguel, presenta una condición buena respecto a calidad de agua, que se mantiene hasta el sector de primavera, ambos en el municipio de Caldas.

El POMCA Aburrá 2018 dentro del municipio de Caldas, tiene varias implicaciones las cuales se describen a continuación:

El POMCA Río Aburrá reglamenta en el municipio de Caldas 101.8 km^2, lo cual corresponde al 76,5% del área del municipio.

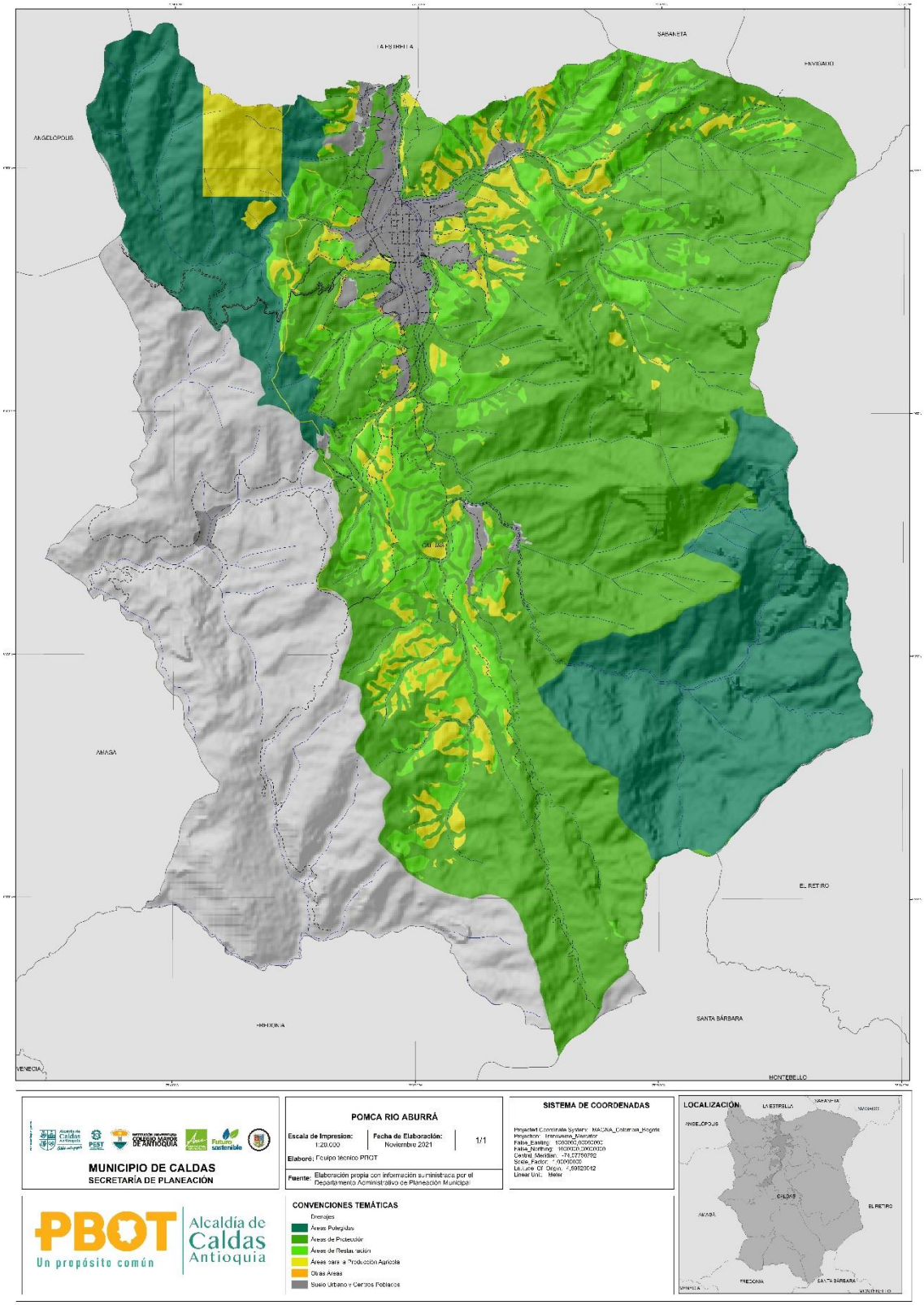
El POMCA río Aburrá comprende 8 veredas del municipio de Caldas, las cuales son: El Raizal, La Aguacatala, La Chuscala, La Corrala, La Miel, primavera, La Raya y La Valeria, toda la zona urbana y los 11 polígonos delimitados en el Acuerdo 014 de 2010.

El POMCA del Rio Aburrá y su zonificación ambiental consideran una gran parte del municipio de Caldas como zonas de importancia ambiental, y por lo tanto, con altas restricciones en cuanto a sus posibles usos y aprovechamientos. El desarrollo territorial del municipio requerirá que dicha zonificación ambiental sea entendida correctamente y adaptada a la normativa local, de tal manera que se puedan identificar las actividades y usos adecuados para esta parte del territorio, garantizando que se puedan mantener los procesos de conservación ambiental requeridos, al mismo tiempo que se garantiza el desarrollo económico y la calidad de vida de las comunidades asentadas en estas zonas.

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica – POMCA se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los Planes de Ordenamiento Territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. El POMCA es el instrumento por el cual se realiza la planeación del uso adecuado del suelo, el agua, la flora y fauna y el

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

manejo de la cuenca, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de los recursos naturales.



Mapa 7.Zonificación ambiental del POMCA Rio Aburrá

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá (POMCA Río Aburrá), fue actualizado y aprobado por el Área Metropolitana (AMVA) mediante la Resolución 003241 de 2018, por Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) mediante la Resolución 040RES1811-6712 de 2018 y por Cornare mediante la Resolución 112-5007 de 2018. La zonificación ambiental del POMCA Aburrá establece dos categorías de ordenación: La Categoría de Conservación y Protección Ambiental y la Categoría de Uso Múltiple, de las cuales provienen las diferentes zonas y subzonas de uso y manejo que contribuyan a la sostenibilidad de los recursos naturales renovables para el desarrollo de las diferentes actividades dentro de la cuenca hidrográfica.

En relación con la zonificación ambiental y el componente de gestión del riesgo del POMCA, son determinantes ambientales todas aquellas disposiciones sobre el uso y ocupación del territorio y sobre el aprovechamiento de los recursos naturales, definidas en las diferentes categorías de la zonificación ambiental, incluido el componente de gestión de riesgo del POMCA, lo anterior se verá reflejado en la caracterización y descripción de las diferentes subzonas de uso y manejo en términos de sus limitantes, restricciones y condicionamientos a los usos del suelo que se definan para cada zona en particular, así como las necesidades de gestión de la biodiversidad, de gestión integral del recurso hídrico y para la prestación de servicios ecosistémicos. Las subzonas de uso y manejo que define el POMCA en la categoría de ordenación de protección y conservación, no pueden interpretarse bajo una sola determinante ambiental, ya que cada subzona de uso y manejo del POMCA, debe contener sus limitaciones, restricciones, condicionamientos y medidas de manejo propias para cada zona en particular, dependiendo de la naturaleza técnica y legal de cada una de ellas.

En el municipio de Caldas, las áreas en la categoría de Conservación y Protección Ambiental tiene una extensión de 7794 hectáreas que equivalen al 81.0 % del municipio, con una mayor representatividad en la subzona “AIA – Área de Importancia Ambiental que abarca 3279 hectáreas. En la categoría de Uso Múltiple abarca un área de 1823 hectáreas que equivalen a 19.0 % del municipio, cuya mayor representación es en la subzona de “Áreas de restauración para el uso múltiple) que abarca 1095 hectáreas. A continuación, se muestra la zonificación ambiental del POMCA Aburrá en Caldas.

Tabla 9. Zonificación ambiental del POMCA Río Aburrá (2018) en Caldas. (Zonas y Subzonas)

Categoría de Ordenación	SZO_US_M	Subzonas de Uso y Manejo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Conservación y protección ambiental	1	Áreas SINAP	2494	25,2
	2	Áreas complementarias para la conservación	1835	18,5
	3	Áreas de importancia ambiental	3279	33,1
	5	Áreas con Amenazas Naturales	150	1,51
	6	Áreas de restauración ecológica	9,53	0,096
	7	Áreas de Rehabilitación	27,1	0,274
Uso Múltiple	8	Área de recuperación para el uso múltiple	1095	11,0
	9	Áreas agrícolas	66,2	0,66
	10	Áreas agrosilvopastoriles	467,3	4,67
	11	Áreas urbanas municipales y distritales	366,6	3,6
	12	Áreas de licencias mineras	193,7	1,95
	13	Otros Usos	1,49	0,015
Total Área (ha)			9986	100

Fuente: Elaboración propia (2023) a partir del POMCA Aburrá 2018.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

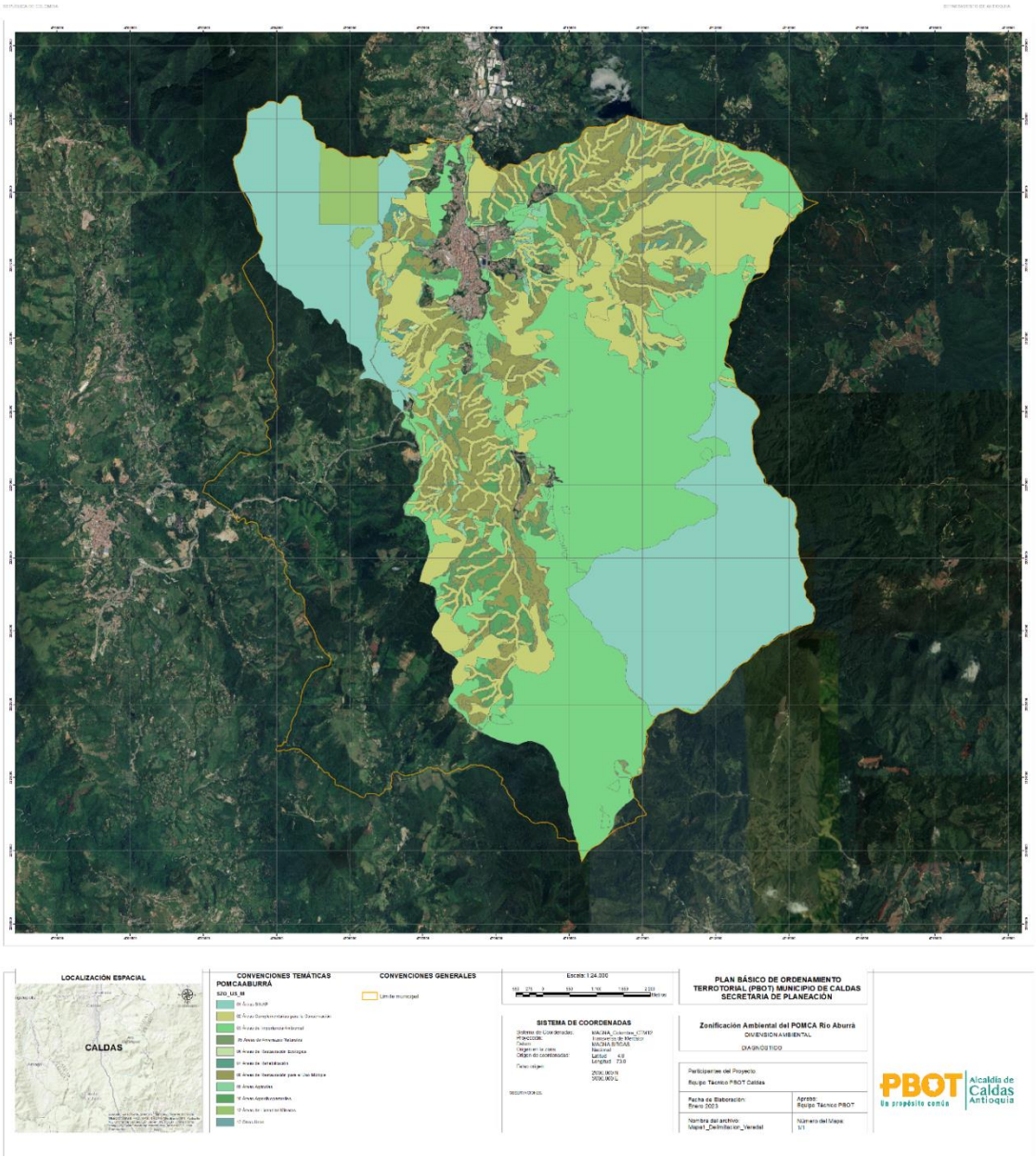


Ilustración 1. Subzonas de Uso y Manejo- Zonificación Ambiental del POMCA Río Aburrá (2018) en Caldas.
fuente: elaboración propia a partir del POMCA Aburrá.

A nivel veredal, la mayor extensión de área en la categoría de Conservación y Protección Ambiental se presenta en la vereda el 60 con 1041 hectáreas, seguida por la vereda La Miel con 371,7 hectáreas. La vereda con mayor área en la subzona de Amenazas Naturales es el 60 con 1783 hectáreas. En la categoría de Uso Múltiple, la mayor extensión tiene lugar en la vereda La Miel con 393,9 hectáreas, seguida de la zona urbana con 269,9 hectáreas.

Los pasos seguidos por el POMCA para la construcción de la Zonificación Ambiental, se detallan a continuación (Ver Tabla 10).

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

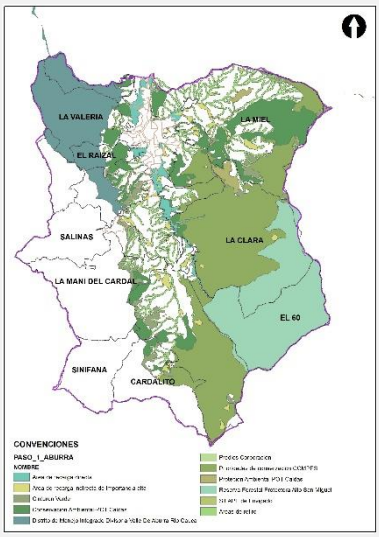
Tabla 10. Pasos para la construcción de la Zonificación Ambiental del POMCA Río Aburrá (2018) en Caldas.

Paso 1: Ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ambiental.

Para el municipio de Caldas corresponde a las áreas protegidas del SINAP que en este caso son el Reserva Forestal Protectora Alto San Miguel y el Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle De Aburra Rio Cauca. Las áreas forestales protectoras (retiros a fuentes hídricas), las áreas prioritarias para la biodiverisdad del CONPES 3680 de 2010, suelos de protección y conservación ambiental del PBOT del acuerdo vigente, el Cinturón Verde Metropolitano y las áreas de recarga directa e indirecta de importancia alta.

Su importancia radica en que son la base para definir la estructura ecológica principal y en el proceso de zonificación, corresponden a la ctegoría de ordenación de conservación y protección ambiental.

Es de anotar que, tal como lo señala el POMCA (2018), estas áreas solo son calificadas en el útlimo paso (paso 5) del proceso de Zonificación ambiental, de acuerdo a la existencia de instrumentos que las reglamenten y a su estado de conservación, definiendo subzonas de uso y manejo para restaurarlas y/o rehabilitarlas.



Paso 1 del POMCA del río Aburrá para el municipio de Caldas

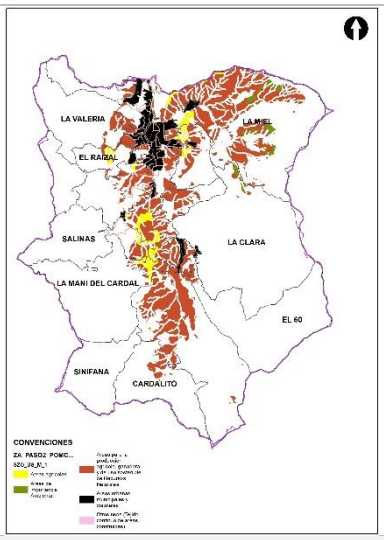
Elemento Asociado al Paso 1	Área (ha.)	%
Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle De Aburra Rio Cauca	1097.98	14%
Reserva Forestal Protectora Alto San Miguel	1614.46	20%
SILAPE de Envigado *(se presume que esta área corresponde a un error de escala o de límite entre ambos municipios, dado que esta estrategia de conservación es local o municipal y hasta la fecha no se ha registrado como una gestión compartida).*	0.37	0%
Prioridades de conservación COMPES	2650.76	33%
Protección Ambiental-POT Caldas	83.25	1%
Áreas de retiro	752.25	9%
Conservación Ambiental-POT Caldas	1040.11	13%
Área de recarga indirecta de importancia alta	186.41	2%
Área de recarga directa	218.70	3%
Cinturón Verde	276.44	3%
Total (ha.)	7920.73	100%

Fuente: elaboración propia a partir de POMCA (2018)

Paso 2: Uso determinado por capacidad agrológica de las tierras y el IUA

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

El paso 2 lleva a cabo la relación entre el uso de suelo recomendado dada la capacidad de uso y el índice de uso del agua (IUA) y como resultado plantean una reclasifición que se presenta en la siguiente tabla, donde se observa que para el municipio de Caldas el IUA varía entre muy alto y muy bajo, lo cual significa que la presión de la demanda varía en función del uso y la zona donde localiza. En general, se observan 11 subzonas de uso y manejo como resultado del paso 2, las cuales suman un total de **2232.50** hectáreas que se concentran en el centro y nororiente del municipio. (Ver tabla del paso 2).



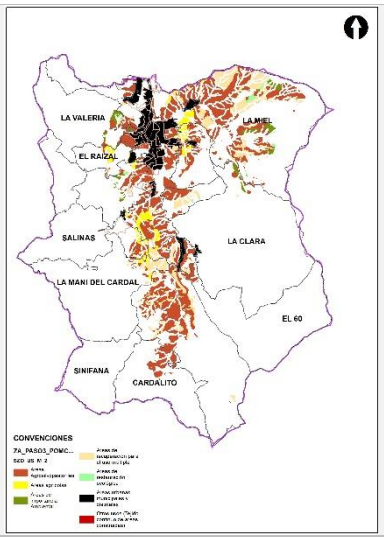
Paso 2 del POMCA del río Aburrá para el municipio de Caldas

Uso Propuesto por Capacidad de Uso/IUA	Reclasificación Paso 2	Área (ha)	%
Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación /Moderado, bajo, muy bajo	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación	59.16	3%
Cultivos permanentes semi-intensivos/Bajo y moderado	Cultivos permanentes semi-intensivos	17.64	1%
Cultivos transitorios semi-intensivos/Moderado y bajo	Cultivos transitorios semi-intensivos	122.11	5%
Cultivos transitorios semi-intensivos/Muy ato y alto	Cultivos permanentes intensivos	19.66	1%
Otros usos (Tejidos continuos de áreas construidas) /Muy alto, alto, moderado, bajo	Otros usos (Tejidos continuos de áreas construidas)	1.90	0%
Pastoreo semi-intensivo/Muy alto	Pastoreo extensivo	16.30	1%
Pastoreo semi-intensivo/Moderado y bajo y muy bajo	Pastoreo semi-intensivo	143.00	6%
Sistema forestal protector/Muy Alto y Alto	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación	30.84	1%
Sistema forestal protector/Moderado, Bajo y Muy Bajo	Sistema forestal protector	894.13	40%
Sistemas agrosilvícolas/Muy alto, alto, moderado y bajo	Sistema agrosilvícolas	561.13	25%
Áreas Urbanas/Muy alto, Alto, Moderado y Bajo	Áreas Urbanas	366.63	16%
Total General		2232.50	100%

Fuente: elaboración propia a partir de POMCA (2018)

Paso 3: Incorporación del Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales

Para el municipio de Caldas la evaluación de este paso corresponde al índice del estado actual de las coberturas naturales corresponde en su mayoría al rango 0-39, el cual de acuerdo a la reclafisificación de este paso corresponde al uso propuesto en el paso 2, esto puede evidenciarse en la siguiente tabla relaciona las subzonas de uso y manejo producto del paso 3, en el cual se relaciona el resultado del paso 2 y el índice de estado de las coberturas.



Paso 3 del POMCA del río Aburrá para el municipio de Caldas

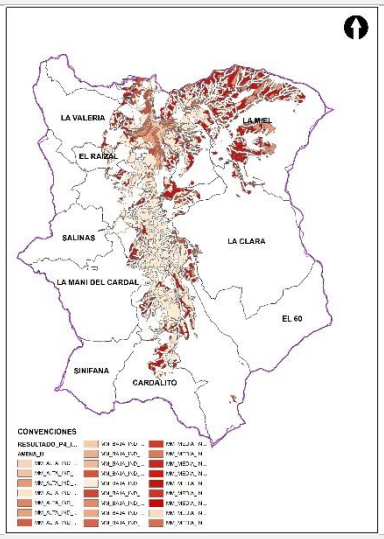
Subzona de Uso reclasificada	Área (ha.)	%

Áreas agrícolas	117.02	5%
Áreas Agrosilvopastoriles	1203.18	54%
Áreas de importancia Ambiental	65.12	3%
Áreas de recuperación para el uso múltiple	459.31	21%
Áreas de restauración ecológica	24.88	1%
Áreas urbanas, municipales y distritales	366.63	16%
Otros usos (Tejido continuo de áreas construidas)	1.90	0%
Total general	**2238.05**	100%

Fuente: elaboración propia a partir de POMCA (2018)

Paso 4: Incorporación de las amenazas naturales

A través de la identificación de diferentes tipos de amenaza, el POMCA del río Aburrá reclasificó los usos de suelo que potencialmente podrían desarrollarse, para el caso del municipio de Caldas la siguiente tabla relaciona los tipos de amenazas producto del paso 4, no obstante se señala que estas no se integrarán en la fase de formulación dado que se cuenta con un EBA actualizados.



Paso 4 del POMCA del río Aburrá para el municipio de Caldas

AMENAZAS	ÁREA (ha.)	%
MM_ALTA_IND_ALTA_AVT_BAJA	0.06	0.0%
MM_ALTA_IND_BAJA_AVT_ALTA	0.13	0.0%
MM_ALTA_IND_BAJA_AVT_BAJA	132.76	5.9%
MM_ALTA_IND_BAJA_AVT_MEDIA	7.73	0.3%
MM_ALTA_IND_MEDIA_AVT_ALTA	0.00	0.0%
MM_ALTA_IND_MEDIA_AVT_BAJA	0.13	0.0%
MM_ALTA_IND_MEDIA_AVT_MEDIA	0.20	0.0%
MM_BAJA_IND_ALTA_AVT_ALTA	41.22	1.8%
MM_BAJA_IND_ALTA_AVT_BAJA	3.69	0.2%
MM_BAJA_IND_ALTA_AVT_MEDIA	16.62	0.7%
MM_BAJA_IND_BAJA_AVT_ALTA	19.87	0.9%
MM_BAJA_IND_BAJA_AVT_BAJA	1150.73	51.4%
MM_BAJA_IND_BAJA_AVT_MEDIA	155.21	6.9%
MM_BAJA_IND_MEDIA_AVT_ALTA	31.73	1.4%
MM_BAJA_IND_MEDIA_AVT_BAJA	39.08	1.7%
MM_BAJA_IND_MEDIA_AVT_MEDIA	62.19	2.8%
MM_MEDIA_IND_ALTA_AVT_ALTA	0.01	0.0%
MM_MEDIA_IND_ALTA_AVT_BAJA	0.09	0.0%
MM_MEDIA_IND_ALTA_AVT_MEDIA	0.13	0.0%
MM_MEDIA_IND_BAJA_AVT_ALTA	0.41	0.0%
MM_MEDIA_IND_BAJA_AVT_BAJA	542.55	24.2%
MM_MEDIA_IND_BAJA_AVT_MEDIA	29.31	1.3%

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

MM_MEDIA_IND_MEDIA_AVT_ALTA	0.01	0.0%
MM_MEDIA_IND_MEDIA_AVT_BAJA	1.13	0.1%
MM_MEDIA_IND_MEDIA_AVT_MEDIA	3.60	0.2%
Total general	2238.58	100.0%

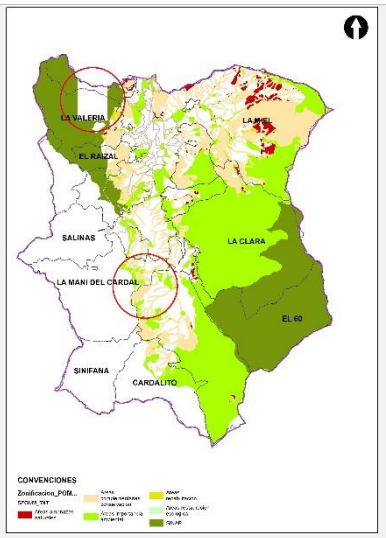
Fuente: elaboración propia a partir de POMCA (2018)

Paso 5: conflictos de uso y manejo de los recursos naturales

Este paso da cuenta de los conflictos por uso de suelo y conflicto por pérdida de cobertura vegetal en áreas y ecosistemas estratégicos, relacionándolos a su vez con los pasos anteriormente detallados (1 a 4). En el municipio de Caldas, se cuenta con tres licencias ambientales que se relacionan en la siguiente tabla, todas localizadas al norte del municipio en las veredas La Raya y La Valeria, asociadas a materiales de construcción.

Código/Modalidad	Área (h.a)
L4786005	4.33
LICENCIA DE EXPLORACION	4.33
LA7-16071	174.57
CONTRATO DE CONCESION (L 685)	174.57
M16011	13.61
REGISTRO MINERO DE CANTERAS	13.61
Total general	192.51

Fuente: elaboración propia a partir de POMCA (2018)



En el documento de formulación, numeral 5.3.2 .1, se detalla la armonización del POMCA del Río Aburrá (2018), en el cual se precisa el análisis de cada una de las zonas y subzonas, en función de la propuesta de clasificación del suelo y categorías de desarrollo restringido, señalando las medidas de manejo y las decisiones de ordenamiento. Lo anterior con el objetivo de presentar todo el análisis articulado de este instrumento de planificación con respecto a la revisión de largo plazo del PBOT.

2.2.6.2. POMCA Amagá, quebrada Sinifaná

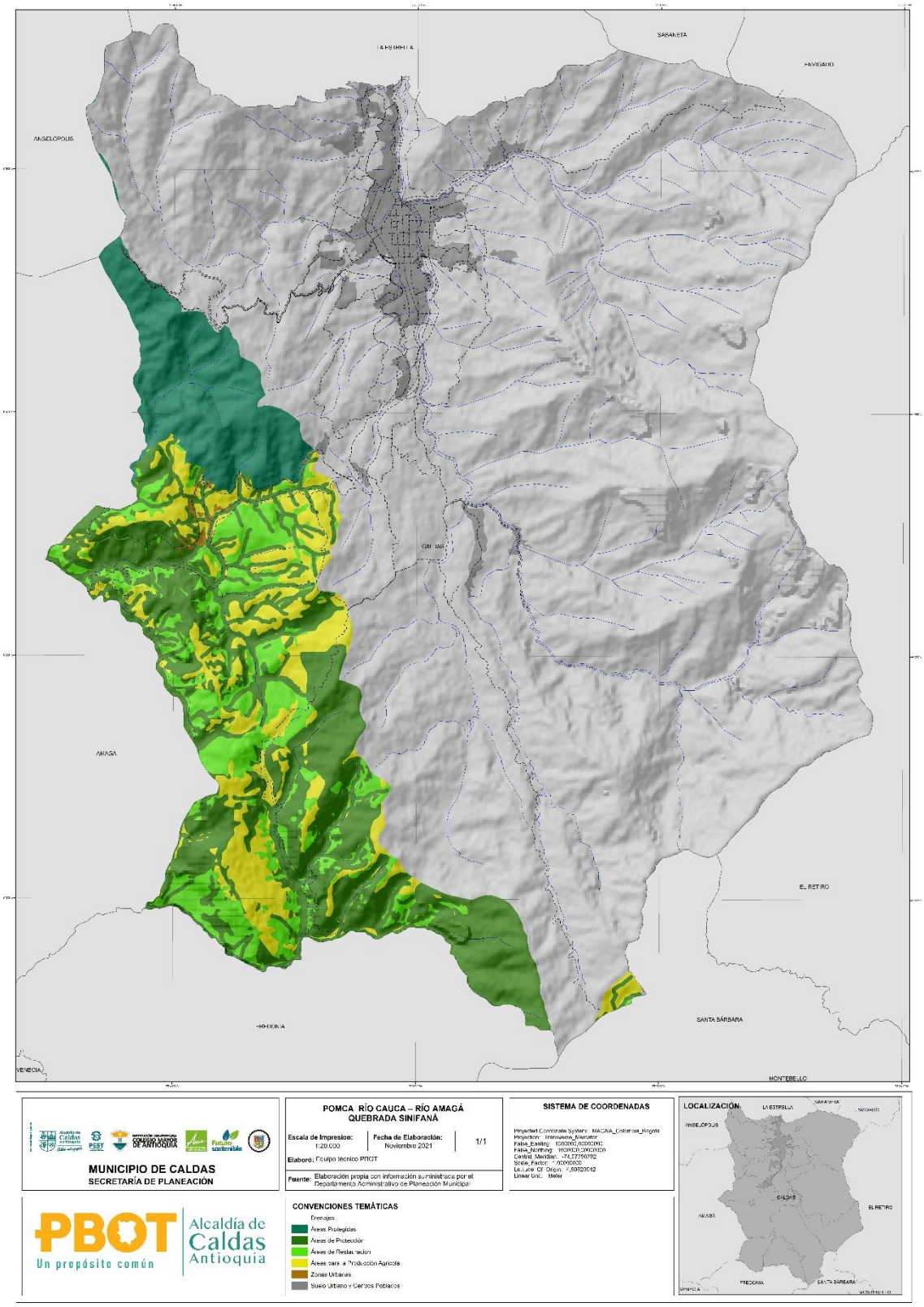
La Formulación del **POMCA Río Cauca – Río Amagá Quebrada Sinifaná**, está sujeta y da cumplimiento a lo establecido en el Título IV "De Los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas" del Decreto 1640 de 2012 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), compilado en el Decreto 1076 de 2015, y sigue los criterios, procedimientos y lineamientos de la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y sus anexos, expedida por la Resolución 1907 de 2013.

La cuenca hidrográfica de los Directos Río Cauca – Río Amagá y Quebrada Sinifana está ubicada en el Departamento de Antioquia, abracando 11 municipios, limitada al sur y occidente por el rio cauca, hacia el oriente principalmente por el sistema de fallas de Romeral y al norte por la divisoria de aguas del sector las cuchillas (Ebéjico), dentro de la cuenca se encuentra el municipio de Caldas, al cual le corresponde 3248,82 ha de la cuenca hidrografía (distribución territorial de la cuenca para Caldas).comprende las veredas Potrerillo, Salinas, Salada Parte Baja, Sinifaná y Cardalito.

Se incluye distintos tipos de vegetación que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales, además de las coberturas vegetales inducidas o seminaturales que son el resultado de la acción humana como son las áreas de cultivos. También se cuentan los cuerpos de agua, afloramientos rocosos, suelos desnudos y degradados, áreas urbanas y zonas industriales y carreteras.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

El POMCA Rio Cauca – Rio amaga quebrada Sinifana reglamenta en el municipio un área de 31.0 km^2, el cual corresponde a un 23,3 % de la extensión del municipio, dentro de esta existe la clasificación de áreas protegidas con un área de 5,28 km^2, la categoría de área de protección con un área de 14,78 km^2, la categoría de Restauración con un área de 5,19 km^2y la categoría de producción agrícola con un área de 5,61km^2, y del área urbana 0.13 km^2.



Mapa 8.Zonificación ambiental de POMCA Rio Cauca. Rio Amagá Quebrada Sinifaná.

NIT. 890.980.447-1 Carrera 49 # 129 Sur 50
Teléfono: (57) 604 3788500 Código postal: 055440
E-mail: contactenos@caldasantioquia.gov.co
@alcaldiadecaldas - caldasantioquia.gov.co

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Amagá – Quebrada Sinifaná se aprobó mediante la Resolución 040-RES1811-6715 por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia. La zonificación ambiental del POMCA establece dos categorías de ordenación: La Categoría de Conservación y Protección Ambiental y la Categoría de Uso Múltiple, de las cuales provienen las diferentes zonas y subzonas de uso y manejo.

En el municipio de Caldas, las áreas en la categoría de Conservación y Protección Ambiental tiene una extensión de 2248 hectáreas que equivalen al 73,5% del municipio, con mayor representación en la subzona de "Área de Restauración Ecológica" con 538,1 hectáreas. En la categoría de Uso Múltiple abarcan un área de 809,5 hectáreas equivalentes al 26,4% del municipio, cuya mayor representación en la subzona de "Áreas Agrosilvopastoril" que abarcan 424,0 hectáreas. A continuación, se muestra la Zonificación Ambiental del POMCA Río Amagá – Quebrada Sinifaná en Caldas:

Tabla 11. Zonificación del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en Caldas.

Categoría de Ordenación	SZO_US_M	Subzonas de Uso y Manejo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Conservación y protección ambiental	1	Áreas SINAP	526,1	17,2
	2	Áreas complementarias para la conservación	167,8	5,48
	3	Áreas de importancia ambiental	392,3	12,8
	5	Áreas con Amenazas Naturales	270,6	8,85
	6	Áreas de restauración ecológica	538,2	17,6
	7	Áreas de Rehabilitación	353,1	11,5
Uso Múltiple	8	Área de recuperación para el uso múltiple	371,3	12,1
	9	Áreas agrícolas	N/A	N/A
	10	Áreas agrosilvopastoril	424,0	13,8
	11	Áreas urbanas municipales y distritales	14,2	0,46
	12	Áreas de licencias mineras	N/A	N/A
	13	Otros Usos	N/A	N/A
Total Área (ha)			3057	100

Fuente: elaboración propia a partir del pomca Amagá, quebrada Sinifana.

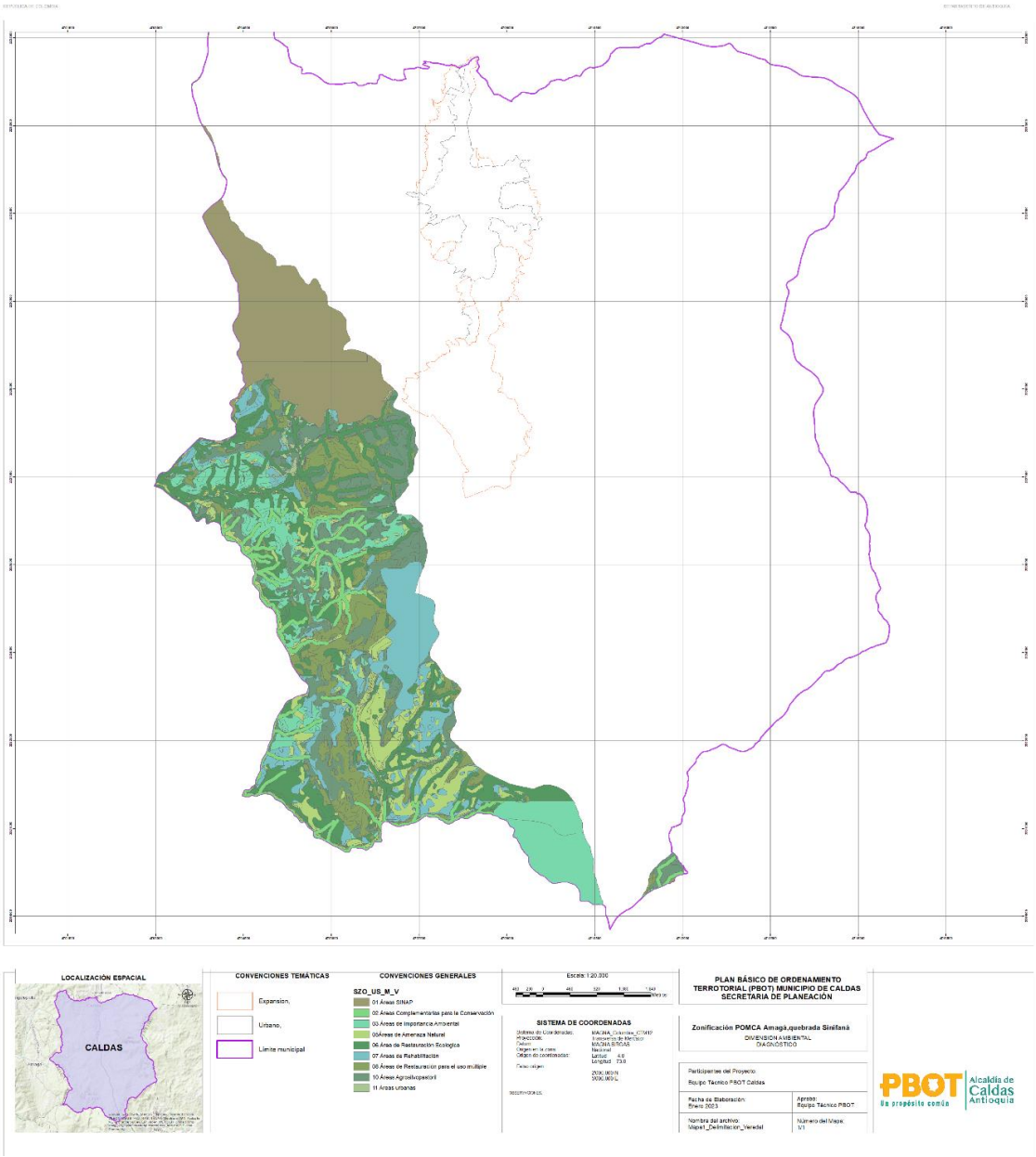


Ilustración 2. Subzonas de uso y manejo - Zonificación ambiental del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en Caldas.
Fuente: Elaboración propia a partir del POMCA Amagá.

A nivel veredal, la mayor extensión de área en la categoría de Conservación y Protección Ambiental se presenta en la vereda maní del cardal con 619,4 hectáreas, seguida por la vereda Cardalito con 440,5 hectáreas. La vereda con mayor área en la subzona de Amenazas Naturales es Sinifaná con 110,4 hectáreas. En la categoría de Uso Múltiple, la mayor extensión tiene lugar en la vereda Maní de Cardal con 360,0 hectáreas, seguida de la vereda Sinifaná con 189,0 hectáreas.

Tabla 12. Subzona de conservación y protección ambiental del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en Caldas.

Vereda	Conservación y Protección Ambiental							
	Áreas Complementarias para la	Áreas de Amenazas Naturales	Áreas de Importancia Ambiental	Áreas de Rehabilitación	Áreas de Restauración Ecológica	Áreas SINAP	Total Conservación y Protección Ambiental	

	Conservación													
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
60														
Cardalito	14,84	0,48	79,8	2,61	170,6	5,58	64,4	2,10	110,7	3,62			440,3	14,3
El Cano											0,00042	0,0000013	0,00042	0,0000013
El Raizal											0,348	0,0113	0,348	0,0113
Expansión														
Aguacatala														
La Chuscala											143,4	4,69	143,4	4,69
La Clara														
La Corrala														
La Miel														
La Primavera														
La Quiebra									6,426	0,21	0,843	0,0275	7,269	0,23
La Raya														
La Salada Parte Alta	5,278	0,172			2,5661	0,083	0,8969	0,029	0,239	0,0078			8,98	0,293
La Valeria											0,294	0,0096	0,294	0,0096
Maní del Cardal	103,91	3,39	68,49	2,24	128,3	4,19	147,0	4,80	171,6	5,61			619,3	20,2
Potrerillo											252,5	8,25	252,5	8,25
Salada Parte Baja			0,0357	0,011									0,0357	0,011
Salinas	0,67463	0,022	11,76	0,384	56,87	1,86	47,5	1,55	141,5	4,62	124,3	4,066	382,6	12,5
Sinifaná	43,12	1,41	110,4	3,61	31,98	1,046	92,7	3,03	105,4	3,44			383,6	12,54

Fuente: Elaboración propia a partir del POMCA Amagá.

Tabla 13. Subzona de Uso múltiple POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en Caldas.

Vereda	Uso Múltiple													
	Áreas Agrícolas		Áreas Agrosilgopastoril		Áreas de recuperación para uso múltiple		Áreas Licenciadas		Áreas Urbanas, municipales y distritales		Otros Usos (Tejido continuo de áreas construidas)		Total Uso Múltiple	
	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
60														
Cardalito			12,81	0,419	371,3	12,1							384,11	12,5
El Cano														
El Raizal														
Expansión														
La Aguacatala														
La Chuscala			0,002627	0,000008	0,000299	0,00000097			0,1530	0,005			0,155	0,0050
La Clara														
La Corrala														
La Miel														
La Primavera														
La Quiebra			18,53	0,606	0,8223	0,026			0,01752	0,00057			19,3	0,631
La Raya														
La Salada Parte Alta			11,27	0,368	2,459	0,804							13,7	0,448
La Valeria														
Maní del Cardal			221,1	7,23	138,8	4,54							359,9	11,7
Potrerillo			0,1827	0,0059	0,0968	0,0031							0,279	0,0091

Salada Parte Baja														
Salinas			71,9	2,35	93,1	3,04			12,201	0,399			177,2	5,79
Sinifana			85,8	2,80	103,1	3,37							188,9	6,17

Fuente: Elaboración propia a partir del POMCA Amagá.

Conforme con las orientaciones en torno a la precisión de las determinantes ambientales derivadas del POMCA para su incorporación en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), de cada una de las subzonas de manejo se deriva una serie de directrices, condiciones y medidas de manejo, las cuales se consideran en el desarrollo del actual proceso de revisión y ajuste del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Caldas. En el documento "Fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental" del POMCA Río Aburrá (2018), se encuentra las directrices para cada subzona de manejo. A continuación, se describe las directrices de cada subzona.

Tabla 14. Directrices para las subzonas de manejo del POMCA Río Aburrá y POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Subzona de Uso y Manejo	Directrices
Categoría de Conservación y Protección Ambiental	
Áreas complementarias para la conservación	Su manejo debe ser acorde con el sustento que dio origen a la categoría de protección en los POT. No permite categoría de desarrollo restringido. En caso que en la revisión. Modificación o ajuste posterior de los POT se planteen cambios por parte de los municipios en los suelos de protección determinados por este, y no declaradas por las autoridades ambientales considerados en el POMCA, se deberán sustentar técnicamente y surtir el proceso de modificación y ajuste del POT que a su vez incluye la concertación con las autoridades ambientales.
Áreas de Amenazas Naturales	Los análisis de amenazas del POMCA aprobado constituyen un insumo técnico en los procesos de revisión y ajuste de los POT, principalmente para la elaboración de los estudios básicos de amenaza en el suelo rural (Decreto 1076/2015 Artículo 2.2.2.1.3.1.3). Una vez el municipio realice sus estudios básicos de amenaza siguiendo los preceptos del Decreto 1077 de 2015 (*SECCIÓN 3. INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*), se deberá demostrar técnicamente las modificaciones en la categorización del nivel de amenaza previamente adoptados en el POMCA. Serán suelos de protección en el POT las áreas sin ocupar zonificadas en los estudios básicos como amenaza alta en las que se evidencie que la determinación de las medidas de reducción es insuficiente en el tiempo para garantizar el desarrollo de procesos de urbanización (numeral 3.1.1 Art. 2.2.2.1.3.3.2 Decreto 1077/2015) y las áreas zonificadas como riesgo alto no mitigable en suelo urbano, de expansión urbana y rural, de

	acuerdo con los estudios detallados realizados en las áreas con condición de amenaza y en las áreas con condición de riesgo, cuando se cuente con ellos (numeral 3.1.2 Art. 2.2.2.1.3.3.2 Decreto 1077/2015).
Áreas de importancia ambiental	El manejo de esta área debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo, estudios u orientaciones que la Autoridad Ambiental tenga para ello. No permite categoría de desarrollo restringido.
Áreas de rehabilitación	El manejo de esta área debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo, estudios u orientaciones que la Autoridad Ambiental tenga para ello. No permite categoría de desarrollo restringido. Se debe realizar el seguimiento necesario para que se ejecuten las obras de rehabilitación necesarias de acuerdo al tipo de sobre utilización severa que se haya ejercido sobre estos territorios. Implementar técnicas con el objeto de mejorar la estructura o funcionalidad del ecosistema que da origen a la protección para mejorar la productividad y la oferta de bienes y servicios ambientales, sin tener que volver al ecosistema original.
Áreas de restauración ecológica	Se deben realizar acciones para la restauración ecológica y en caso de que aún no hagan parte del sistema de áreas protegidas gestionar su posible incorporación al sistema. El manejo de esta área debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo, estudios u orientaciones que la Autoridad Ambiental tenga para ello. No permite categoría de desarrollo restringido.
Áreas SINAP	El manejo de estas áreas debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo o estudio que la Autoridad Ambiental tenga para ello. No permite categoría de desarrollo restringido. Los municipios deberán tener en cuenta para incorporar en sus POT, lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en relación a la función amortiguadora de la superficie de territorio circunvecina y colindante a las áreas protegidas, de tal manera que su ordenamiento se oriente a atenuar y prevenir las perturbaciones sobre las áreas protegidas.
Categoría de Uso Múltiple	
Subzona de Uso y Manejo	Directrices

Áreas de recuperación para el uso múltiple	Se deben desarrollar acciones que aporten a la recuperación de las coberturas. Desarrollar prácticas sostenibles, en lo posible buscar que prevalezca el desarrollo acorde con su aptitud.
Áreas agrologicas	Desarrollar prácticas sostenibles. En lo posible buscar que prevalezca el desarrollo acorde con su aptitud. El municipio debe tener en cuenta cuáles áreas debe orientar a la categoría de protección para producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales, acorde con el Decreto 1077 de 2015.
Áreas Agrosilvopastoril	Desarrollar prácticas de uso sostenible. En lo posible buscar que prevalezca el desarrollo acorde con su aptitud.
Áreas Licenciadas	Acorde con el Decreto 1076 de 2015, *Artículo 2.2.3.1.6.2. De las Autorizaciones Ambientales, se* debe realizar la revisión de los Planes de Manejo de las áreas que cuenten con Licencia Ambiental, para reorientar las actividades que se requieran, buscando materializar a futuro la zonificación ambiental. Para ello se debe tener en cuenta la zonificación que resulta previo a la ubicación de estos polígonos. Para desarrollos futuros de proyectos similares, estos se analizarán para evitar el impacto sobre la zonificación ambiental y solamente se otorgarán en categoría de uso múltiple.
Áreas urbanas, municipales y distritales	Dado que este polígono se obtuvo a través de los POT vigentes a la fecha de formulación del POMCA, se debe tener en cuenta cuales suelos de expansión con la norma, se han incorporado al suelo urbano. Lo anterior para actualizar los perímetros urbanos al momento de la concertación de POT.
Otros usos (Tejido continuo de áreas construidas)	Se debe evitar que estas zonas se sigan expandiendo, velando por el cumplimiento de las categorías de la zonificación del POMCA.

Fuente: Elaboración propia a partir del POMCA Amagá.

Con el propósito de dar solución a las diferentes problemáticas ambientales que afectan la cuenca, el POMCA Río Aburrá (2018) y POMCA Amagá, quebrada Sinifaná presenta un conjunto de objetivos, estrategias, programas y proyectos, cuyos aportes son considerados en términos del encadenamiento o relacionamiento, que, en los propios ámbitos de competencia, pueda implementar el municipio de Caldas en el componente programático del proceso de revisión y ajuste del PBOT.

En el documento de formulación, numeral 5.3.2 .1, se detalla la armonización del POMCA del Río Amagá - Qda. La Sinifaná (2018), en el cual se precisa el análisis de cada una de las zonas y subzonas, en función de la propuesta de clasificación del suelo y categorías de desarrollo restringido, señalando las medidas de manejo y las decisiones de ordenamiento. Lo anterior con el objetivo de presentar todo el análisis articulado de este instrumento de planificación con respecto a la revisión de largo plazo del PBOT.

2.2.6.3. Análisis para la incorporación de la zonificación del POMCA

Para identificar los suelos que harán parte de la estructura ecológica por la determinante ambiental del POMCA Aburrá y POMCA Amagá – Quebrada Sinifaná, se realiza un análisis de las áreas proyectadas para el suelo urbano, suelo de expansión o suelos de desarrollo restringido con las subzonas determinadas en los POMCA antes mencionados, siguiendo las orientaciones para la precisión de las determinantes ambientales para su incorporación en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT).

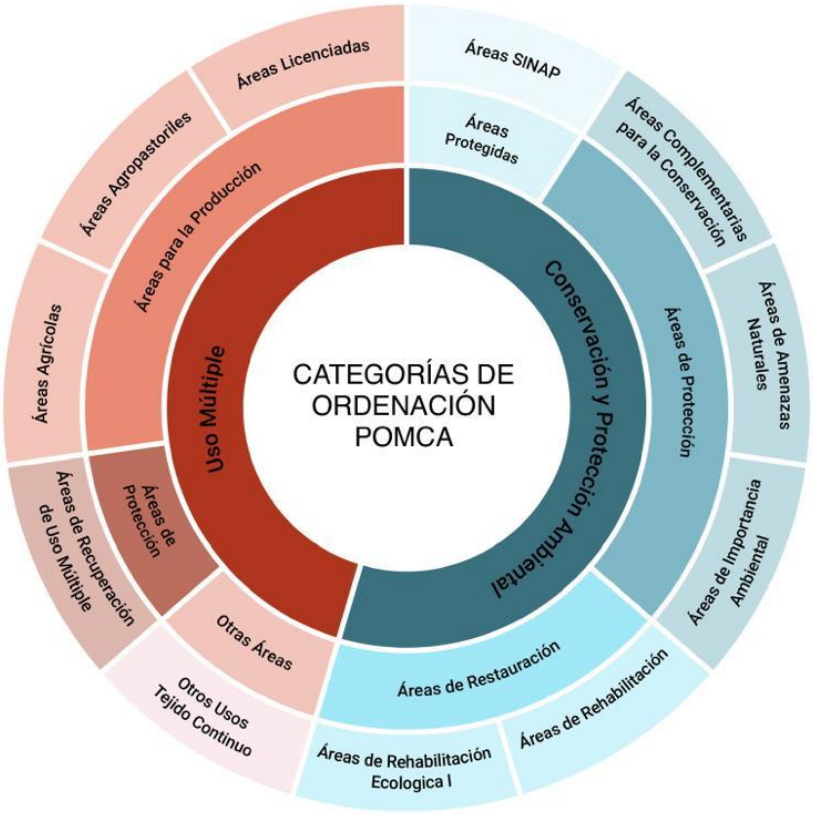


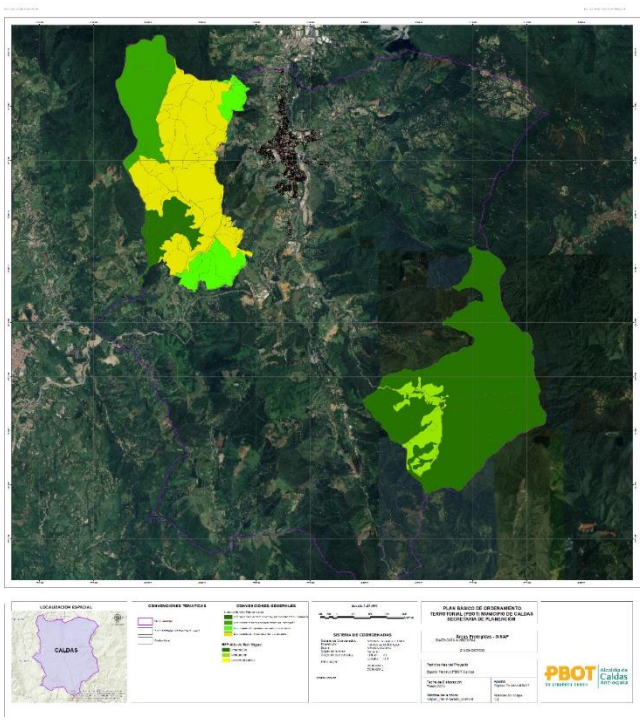
Ilustración 3. Categorías de Ordenación del POMCA. Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA.

A continuación, se presentan las subzonas de uso y manejo del POMCA Aburrá en el municipio de Caldas.

Tabla 15. Subzona de uso y manejo: Áreas SINAP POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	Conservación y Protección Ambiental
Zona de Uso y Manejo	**Áreas Protegidas**
Subzonas de Uso y Manejo	**Áreas SINAP**
Descriptor	Distrito Regional de Manejo Integrado – DRMI Divisoria Río Aburrá – Cauca Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel
Determinante según la Orientación del POMCA	

DRMI Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca y Reserva Forestal Protectora Regional Alto San Miguel El manejo para estas áreas debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo o estudio que la autoridad ambiental tenga establecido. No se permite categoría de desarrollo restringido. El municipio de Caldas incorpora en el proceso de actualización del PBOT, lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, con el objetivo de amortiguar la superficie de territorio contiguo a las áreas protegidas, para orientar su ordenamiento a prevenir las perturbaciones o afectaciones sobre las áreas protegidas.
Medidas de Manejo
El manejo de las áreas protegidas debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo Ambiental, las cuales se presentan en el Distrito de Manejo Integrado DMI – Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca DVARC.



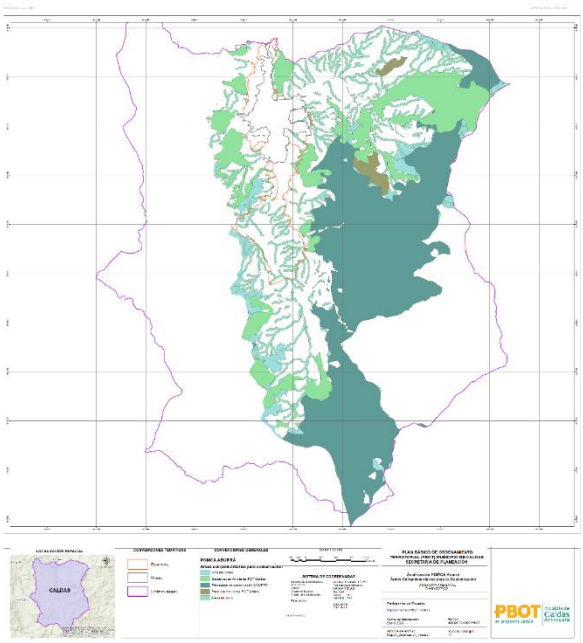
Luego de verificar y analizar las áreas protegidas – SINAP del municipio de Caldas, las cuales son: Divisoria Valle de Aburrá rio Cauca DVARC y la Reserva Forestal Protectora Alto de San Miguel RFP, se concluye que no se presenta propuesta de desarrollo en dichas áreas, es decir, no se proyecta suelo urbano, ni suelo de expansión urbano para desarrollo restringido. Dentro del programa de ejecución se proponen proyectos para que el municipio oriente su intervención. Según lo vigente en el plan de manejo de las áreas protegidas, es decir, oriente su zonificación de usos y proyectos.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla79. subzona de uso y manejo: Áreas Complementarias para la conservación POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas Complementarias para la conservación
Descriptor	Suelos de protección que hacen parte los planes y esquemas de ordenamiento territorial POT debidamente adoptados
Determinante según la Orientación del POMCA	
Suelos de protección vigentes mediante el Acuerdo 014 de 2010	
Medidas de Manejo	
El manejo de los suelos de protección debe ser acorde con el soporte que dio origen a la cartografía de protección del PBOT vigente. No se permite categoría de desarrollo restringido. Si en el proceso de revisión, modificación o ajuste del PBOT se plantean cambios por parte del municipio en los suelos de protección determinados por el PBOT vigente y no son declaradas por las autoridades ambientales considerados en el POMCA se deberá sustentar técnicamente y	

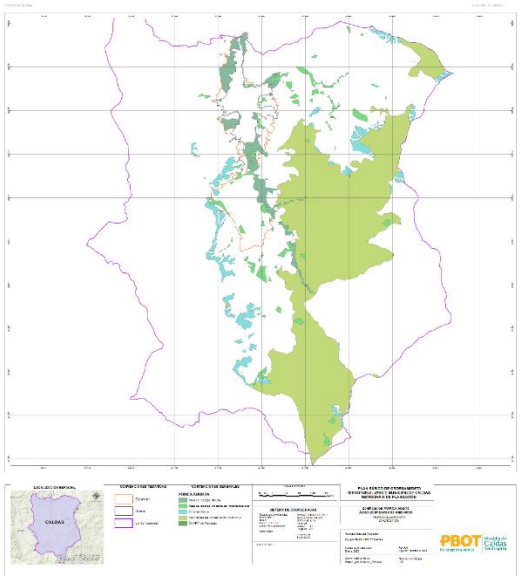
proveer el proceso de modificación y ajuste del PBOT, los cuales deben ser concertados con las autoridades ambientales.

	Se presenta una relación de las áreas como cinturón verde metropolitano y áreas para la conservación y protección ambiental del POT de Caldas. Cinturón externo: 273,4 hectáreas Protección ambiental – POT Caldas: 83,2 hectáreas Conservación ambiental – POT Caldas:1040 hectáreas Prioridades de conservación COMPES: 2650 hectáreas

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla 80. Subzona de uso y manejo: Áreas de importancia ambiental POMCA Aburrá.

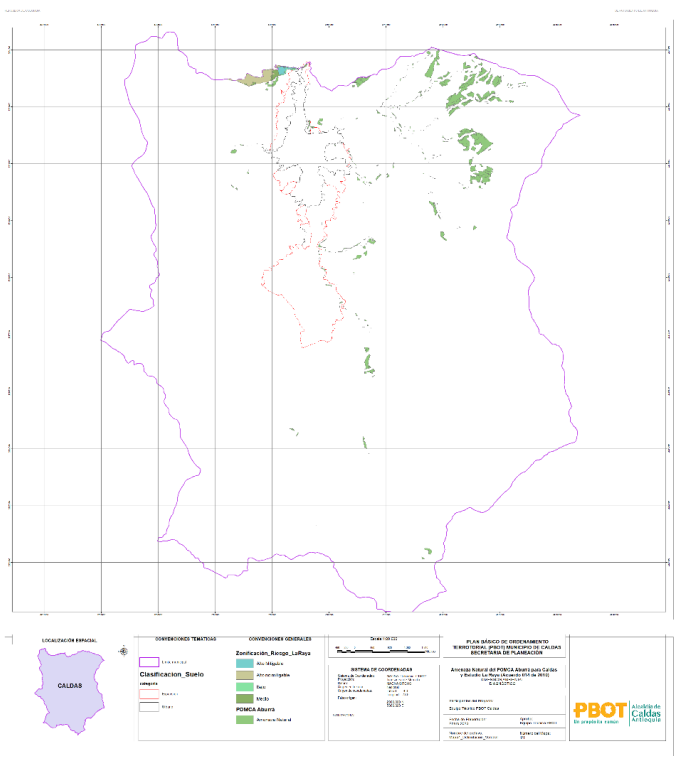
Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas de Importancia Ambiental
Descriptor	Otras subzonas de importancia ambiental identificadas, las cuales son de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la cuenca
Determinante según la Orientación del POMCA	
Predios adquiridos para protección – POT Caldas **Cinturón verde metropolitano** **Se adoptan las directrices según las disposiciones planteadas en la Estructura Ecológica para los predios adquiridos para la protección y el cinturón verde externo metropolitano**	
Medidas de Manejo	
El manejo de las áreas de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo, estudios u orientaciones que la autoridad ambiental tenga destinado para dichas áreas.	

	Se presenta una relación de las áreas como cinturón verde metropolitano y áreas para la conservación y protección ambiental del POT de Caldas. Cinturón externo: 276,4 hectáreas Área de recarga directa: 218,6 hectáreas Área de recarga indirecta de importancia alta: 186,4 hectáreas Prioridades de conservación COMPES: 2650 hectáreas SILAPE Envigado: 0,372 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla 81. Subzonas de uso y manejo: Áreas de Amenaza natural POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas de amenazas naturales
Descriptor	Zonas delimitadas como de amenaza por movimiento en masa, inundación y avenidas torrenciales.
Determinante según la Orientación del POMCA	
Áreas en suelo no mitigable en suelo urbano, estudio La Raya. **Áreas con condición de amenaza en suelo urbano y expansión** **La incorporación de la gestión del riesgo se desarrollará según el Decreto 1807 de 2014** **Los análisis de amenaza del POMCA fueron un insumo técnico para el proceso de revisión y ajuste para la zona rural, en concordancia por los estudios básicos de amenazas.**	
Medidas de Manejo	
Elaboración de estudios de detalle para las áreas delimitadas como áreas con condición de amenaza y áreas en condición de riesgo (suelo de protección para suelos no mitigables)	



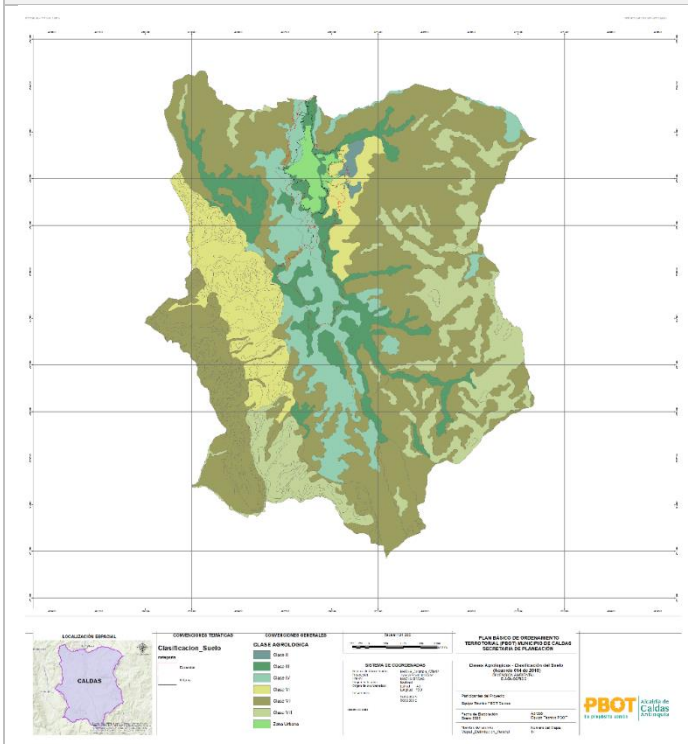
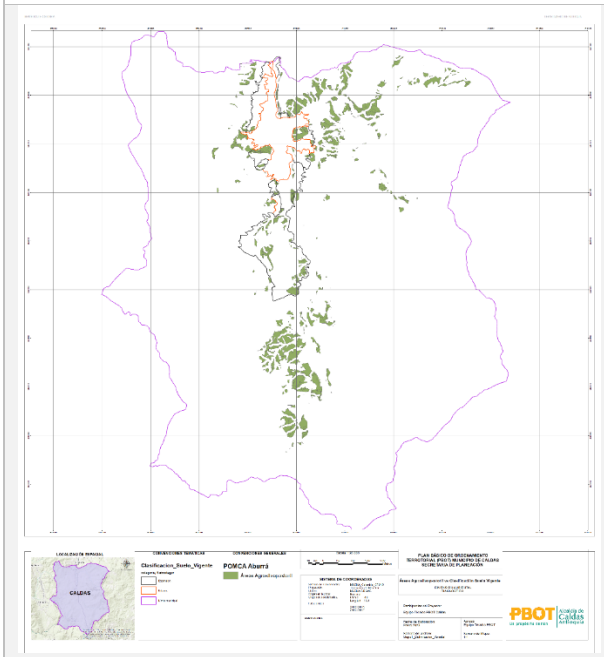
En el Plan Básico de Ordenamiento Territorial vigente (Acuerdo 014 de 2010), se cuenta con 2,12 hectáreas en suelo urbano y de expansión con áreas de amenaza natural del POMCA Aburrá. Para el suelo rural se tienen 149,7 hectáreas en amenaza natural.
Además, en el estudio realizado para La Raya, se obtuvo que 4,66 hectáreas se encuentran en amenaza alta mitigable y 20,4 hectáreas en amenaza alta no mitigable.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla 82. Subzona de uso y manejo: Áreas Agrosilvopastoril POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas agrosilvopastoril
Descriptor	Áreas que pueden tener los siguientes usos definidos por las categorías de capacidad 1 a 3: Cultivos transitorios intensivos Culticos transitorios semi intensivos Cultivos permanentes intensivos Cultivos permanentes semi intensivos
Determinante según la Orientación del POMCA	
Categorías de capacidad agrologica II, III, IV, VI, VII y VIII **El municipio desarrollará practicas sostenibles, para que el desarrollo sea acorde con su aptitud. Las categorías de desarrollo restringido que fueron concertados mediante el Acuerdo 014 de 2010 se respetaran.**	
Medidas de Manejo	
Acciones propias de la Autoridad Ambiental orientadas a prácticas productivas para el uso sostenible de los recursos naturales, por medio de la implementación de paquetes tecnológicos para mejorar la productividad y reducir el consumo de recursos naturales. **Identificar y conservar las áreas de importancia ambiental en dichas clases agrologicas, por lo que el municipio debe identificar qué áreas debe orientar a la categoría de protección para la**	

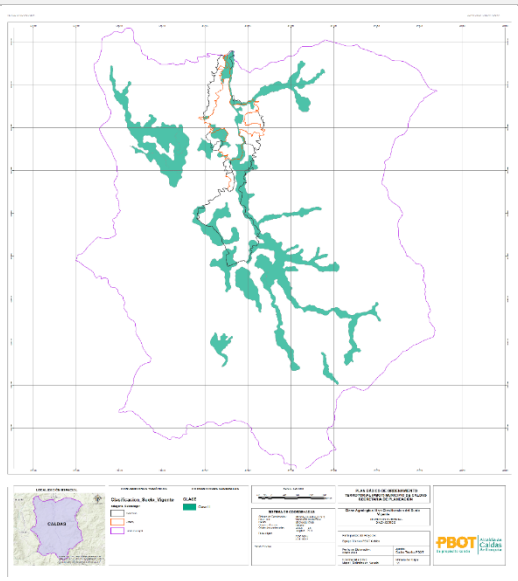
producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales, siguiendo los lineamientos del Decreto 1077 de 2015.

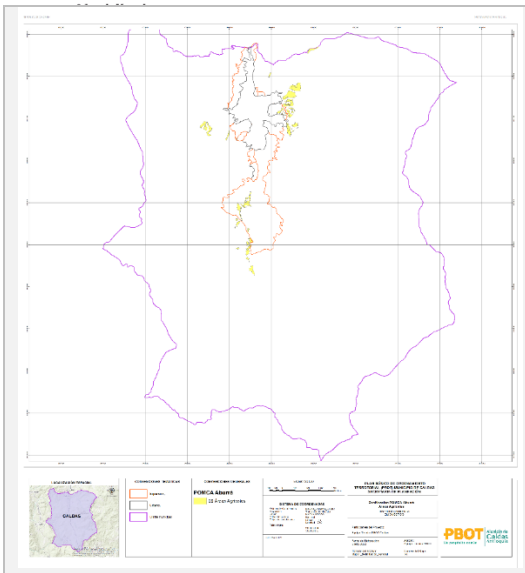
	En el suelo urbano y de expansión concertado mediante el Acuerdo 014 de 2010 se encuentra las siguientes clases agrologicas: Clase II: 8,78 hectáreas Clase III: 234,1 hectáreas Clase IV: 330,5 hectáreas Clase VI: 77.9 hectáreas Clase VII: 11,6 hectáreas
	En el suelo urbano y de expansión concertado en el Acuerdo 04 de 2010, cuenta con 76,6 hectáreas en áreas agrosilvopastoril del POMCA Aburrá.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla 83. subzona de uso y manejo: Áreas agrícolas POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas agrícolas

Descriptor	Áreas que pueden tener los siguientes usos definidos por las categorías de capacidad 1 a 3: Cultivos transitorios intensivos Culticos transitorios semi intensivos Cultivos permanentes intensivos Cultivos permanentes semi intensivos
Determinante según la Orientación del POMCA	
Capacidad agrícola III: **El municipio desarrollar prácticas sostenibles. En lo posible buscar que prevalezca el desarrollo acorde con su aptitud.** **Las categorías de desarrollo restringido que fueron concertadas mediante el acuerdo 042 del 2008 se respetaran.**	
Medidas de Manejo	
Acciones propias de la Autoridad Ambiental orientadas a mejores prácticas productivas para el uso sostenible de los recursos naturales. Promoción, desarrollo e implementación de paquetes tecnológicos para mejorar la productividad y reducir el consumo de recursos naturales. **Promoción de la identificación y conservación de áreas de importancia ambiental en estas zonas.** **El municipio debe tener en cuenta cuáles áreas debe orientar a la categoría de protección para producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales, acorde con el Decreto 1077 de 2015.**	
	En el suelo de expansión concertado mediante el Acuerdo 014 de 2010, se cuenta con 178,3 hectáreas en clase agrologica III. 55,8 hectárea del suelo urbano se encuentra en clase agrologica III.

	En la zonificación del POMCA Aburrá, las áreas agrícolas son de 0,66 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

Tabla 84. Subzona de uso y manejo: Áreas Urbanas POMCA Aburrá.

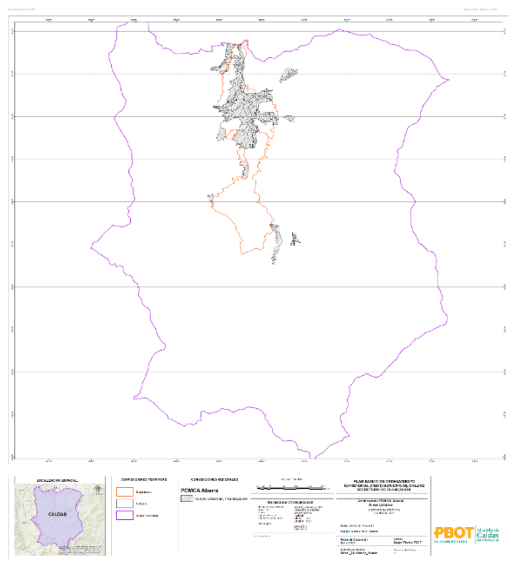
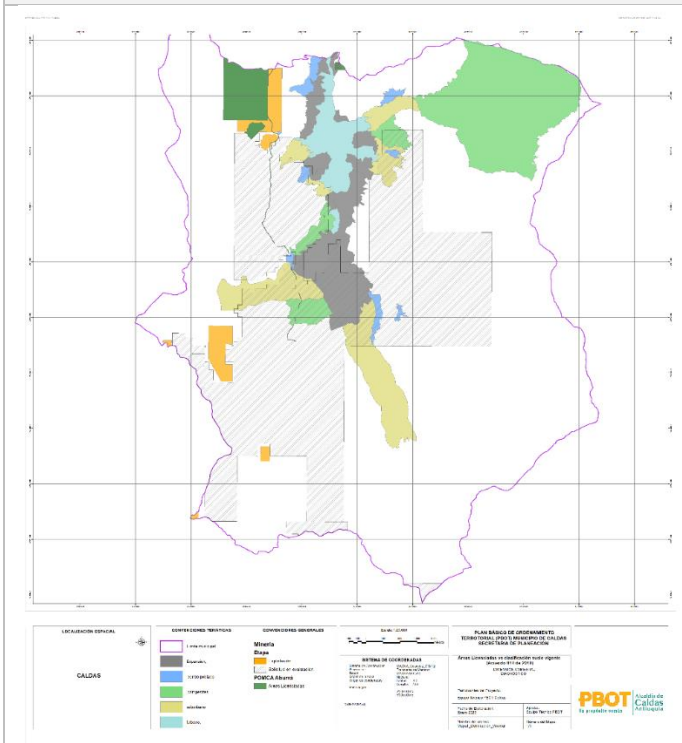
Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas urbanas
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas urbanas municipales
Descriptor	Áreas definidas en el artículo 31 de la Ley 388 de 1997
Determinante según la Orientación del POMCA	
Dado que este polígono de las áreas urbanas se obtuvo a través de los PBOT vigente, el cual responde a Acuerdo 014 de 2010. Al momento de revisar y actualizar el PBOT pueden surgir cambios en el área urbana	
Medidas de Manejo	
Dado que este polígono se obtuvo a través de los POT vigentes, se debe tener en cuenta cuáles suelos de expansión y suelos desarrollados por macroproyectos de vivienda de interés social (VIS) o de interés prioritario (VIP) acorde con la norma se han incorporado o están en proceso de incorporación al suelo urbano. Lo anterior para actualizar los perímetros urbanos	
	En la zonificación ambiental del POMCA Aburrá las áreas urbanas son de 366,6 hectáreas.

Tabla 16. Subzonas de uso y manejo: Áreas de Licencias POMCA Aburrá.

Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Licencias
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas de Licencias Mineras
Descriptor	Áreas con licencia ambiental de proyectos mineros
Determinante según la Orientación del POMCA	
Como se establece en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.1.6.2. Las Autorizaciones Ambientales, realizarán la revisión de los Planes de Manejo de las áreas que cuenten con Licencia Ambiental, para reorientar las actividades que se requieran, buscando materializar a futuro la zonificación ambiental. Para ello se debe tener en cuenta la zonificación que resulta previo a la ubicación de estos polígonos. Para desarrollos futuros de proyectos similares, estos se analizarán para evitar el impacto sobre la zonificación ambiental y solamente se otorgarán en categoría de uso múltiple.	
Medidas de Manejo	
Acorde con el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.1.6.2. De las Autorizaciones Ambientales, se debe realizar la revisión de los Planes de Manejo de las áreas que cuenten con Licencia Ambiental, para reorientar las actividades que se requieran, buscando materializar a futuro la zonificación ambiental. Para ello se debe tener en cuenta la zonificación que resulta previo a la ubicación de estos polígonos. Para desarrollos futuros de proyectos similares, estos se analizarán para evitar el impacto sobre la zonificación ambiental y solamente se otorgarán en categoría de uso múltiple.	
	Las áreas licenciadas existentes en etapa de explotación en Caldas son de 309,9 hectáreas, las áreas en solicitud de evaluación son de 4247 hectáreas. Las áreas licenciadas de la zonificación del POMCA Aburrá son de 200,0 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del documento POMCA Aburrá.

A continuación, se presenta las subzonas de uso y manejo del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en Caldas:

Tabla 17. Subzona de uso y manejo: Áreas SINAP POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

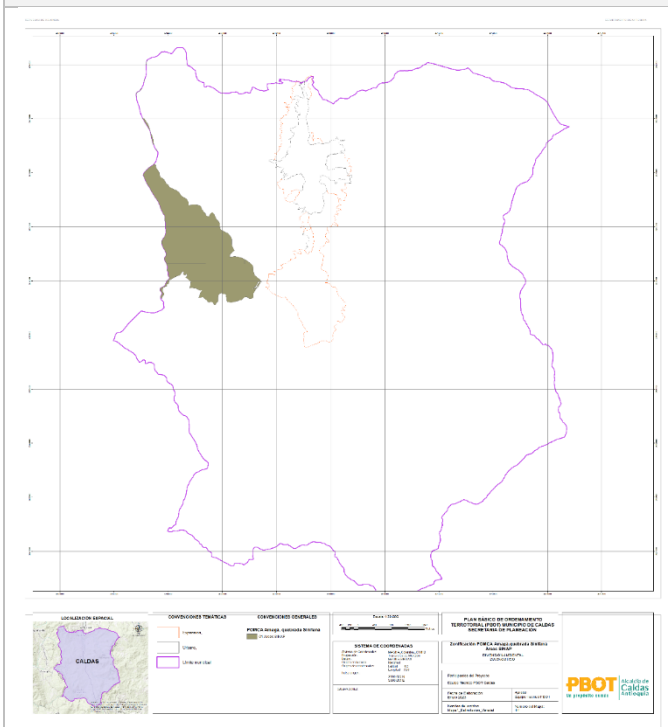
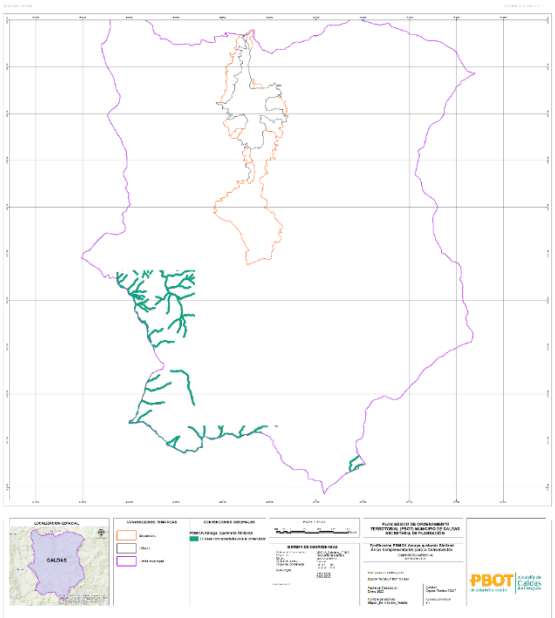
Categoría de Ordenación	Conservación y Protección Ambiental
Zona de Uso y Manejo	**Áreas Protegidas**
Subzonas de Uso y Manejo	**Áreas SINAP**
Descriptor	Distrito Regional de Manejo Integrado – DRMI Divisoria Río Aburrá – Cauca Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel
Determinante según la Orientación del POMCA	
<u>DRMI Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca y Reserva Forestal Protectora Regional Alto San Miguel</u> **El manejo para estas áreas debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo o estudio que la autoridad ambiental tenga establecido.** **No se permite categoría de desarrollo restringido.** **El municipio de Caldas incorpora en el proceso de actualización del PBOT, lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, con el objetivo de amortiguar la superficie de territorio contiguo a las áreas protegidas, para orientar su ordenamiento a prevenir las perturbaciones o afectaciones sobre las áreas protegidas.**	
Medidas de Manejo	
El manejo de las áreas protegidas debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo Ambiental, las cuales se presentan en el Distrito de Manejo Integrado DMI – Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca DVARC.	
	Luego de verificar y analizar las áreas protegidas – SINAP del municipio de Caldas, las cuales son: Divisoria Valle de Aburrá rio Cauca DVARC y la Reserva Forestal Protectora Alto de San Miguel RFP, se concluye que no se presenta propuesta de desarrollo en dichas áreas, es decir, no se proyecta suelo urbano, ni suelo de expansión urbano para desarrollo restringido. Dentro del programa de ejecución se proponen proyectos para que el municipio oriente su intervención. Según lo vigente en el plan de manejo de las áreas protegidas, es decir, oriente su zonificación de usos y proyectos.

Tabla 18. Subzona de uso y manejo: Áreas complementarias para la conservación POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

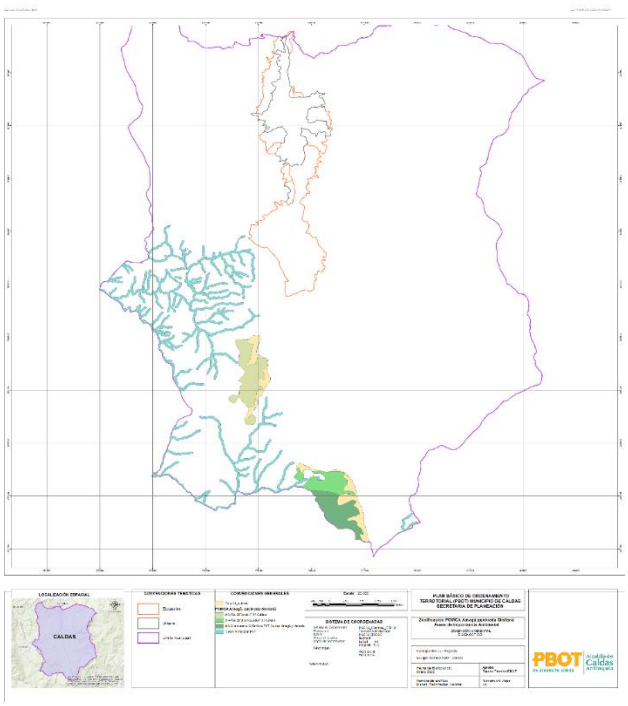
Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas Complementarias para la conservación
Descriptor	Suelos de protección que hacen parte los planes y esquemas de ordenamiento territorial POT debidamente adoptados
Determinante según la Orientación del POMCA	
Suelos de protección vigentes mediante el Acuerdo 014 de 2010	
Medidas de Manejo	
El manejo de los suelos de protección debe ser acorde con el soporte que dio origen a la cartografía de protección del PBOT vigente. No se permite categoría de desarrollo restringido. Si en el proceso de revisión, modificación o ajuste del PBOT se plantean cambios por parte del municipio en los suelos de protección determinados por el PBOT vigente y no son declaradas por las autoridades ambientales considerados en el POMCA se deberá sustentar técnicamente y proveer el proceso de modificación y ajuste del PBOT, los cuales deben ser concertados con las autoridades ambientales.	
	Basados en el artículo 4 del Decreto 3600 de 2007, compilado en el Decreto 1077 de 2015 el municipio deberá ajustar su suelo de protección al marco normativo, donde se definen las áreas de conservación y protección ambiental. Los suelos de protección deben ser incorporados en su totalidad al DRMI o RFP. Se debe redefinir las áreas forestales protectoras para la red de drenaje en suelo rural y para nacimiento de agua y ajustar los retiros a la red de drenaje del suelo urbano. El ajuste de las áreas de amenaza de acuerdo a los resultados de estudios de detalle y de los estudios básicos de amenaza y riesgo

Fuente: elaboración propia a partir del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Tabla 19. Subzona de uso y manejo: Área de Importancia Ambiental POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas de Importancia Ambiental
Descriptor	Otras subzonas de importancia ambiental identificadas, las cuales son de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la cuenca

Determinante según la Orientación del POMCA
Predios adquiridos para protección – POT Caldas Cinturón verde metropolitano Se adoptan las directrices según las disposiciones planteadas en la Estructura Ecológica para los predios adquiridos para la protección y el cinturón verde externo metropolitano
Medidas de Manejo
El manejo de las áreas de interés para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos debe ser acorde a lo definido en su Plan de Manejo, estudios u orientaciones que la autoridad ambiental tenga destinado para dichas áreas.

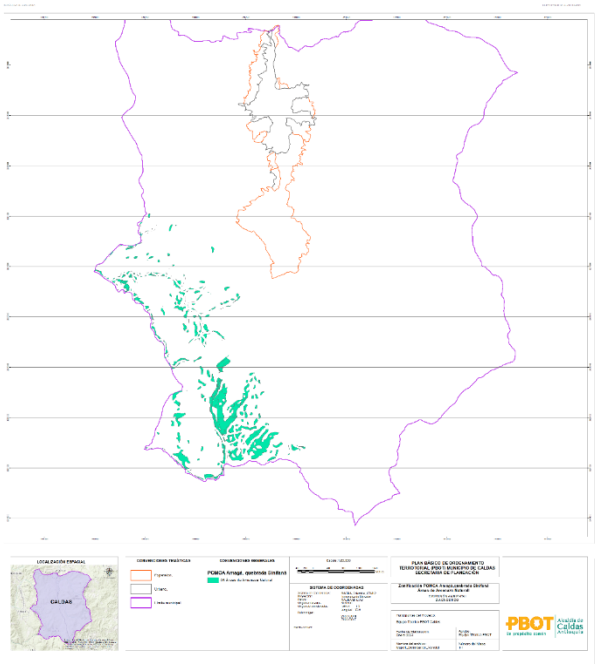


Se presenta una relación de las áreas como cinturón verde metropolitano y áreas para la conservación y protección ambiental del POT de Caldas.
Cinturón externo: 93,5 hectáreas
Protección ambiental – POT Caldas: 424,3 hectáreas
Área de importancia ambiental – Alto El Cardal – POT Caldas: 145,8 hectáreas
Área de importancia ambiental – El Chamuscado – POT Caldas:90,2 hectáreas
Área de importancia ambiental – Microcuenca Q. Sinifaná – POT Caldas: 116,7 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Tabla 20. subzona de uso y manejo: Áreas de Amenazas Naturales POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

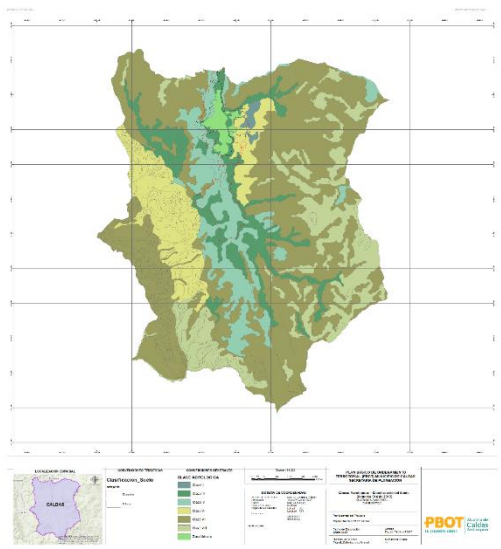
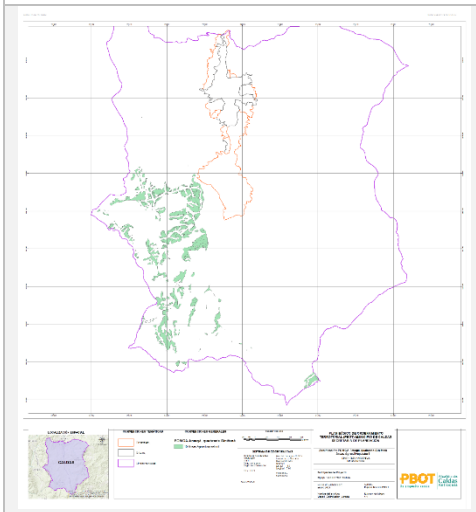
Categoría de Ordenación	**Conservación y Protección Ambiental**
Zona de Uso y Manejo	Áreas de Protección
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas de amenazas naturales
Descriptor	Zonas delimitadas como de amenaza por movimiento en masa, inundación y avenidas torrenciales.
Determinante según la Orientación del POMCA	
Áreas en suelo no mitigable en suelo urbano, estudio La Raya. Áreas con condición de amenaza en suelo urbano y expansión La incorporación de la gestión del riesgo se desarrollará según el Decreto 1807 de 2014 Los análisis de amenaza del POMCA fueron un insumo técnico para el proceso de revisión y ajuste para la zona rural, en concordancia por los estudios básicos de amenazas.	
Medidas de Manejo	
Elaboración de estudios de detalle para las áreas delimitadas como áreas con condición de amenaza y áreas en condición de riesgo (suelo de protección para suelos no mitigables)	

	Las áreas de amenazas naturales en la zonificación del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná en el municipio de Caldas es de 271,1 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Tabla 21. subzona de uso y manejo: Área Agrosilvopastoril POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

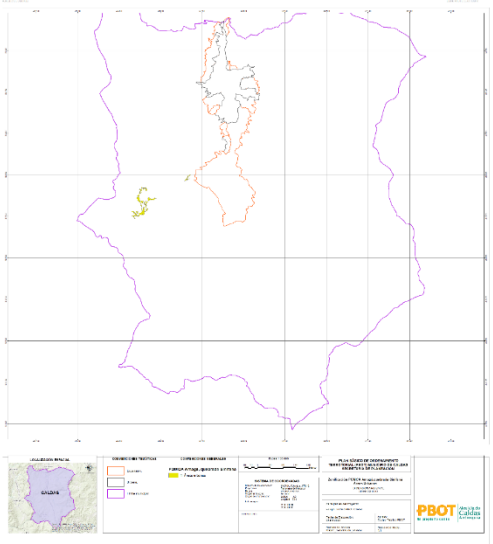
Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de los recursos naturales
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas agrosilvopastoril
Descriptor	Áreas que pueden tener los siguientes usos definidos por las categorías de capacidad 1 a 3: Cultivos transitorios intensivos Culticos transitorios semi intensivos Cultivos permanentes intensivos Cultivos permanentes semi intensivos
Determinante según la Orientación del POMCA	
Categorías de capacidad agrologica II, III, IV, VI, VII y VIII El municipio desarrollará practicas sostenibles, para que el desarrollo sea acorde con su aptitud. Las categorías de desarrollo restringido que fueron concertados mediante el Acuerdo 014 de 2010 se respetaran.	
Medidas de Manejo	
Acciones propias de la Autoridad Ambiental orientadas a prácticas productivas para el uso sostenible de los recursos naturales, por medio de la implementación de paquetes tecnológicos para mejorar la productividad y reducir el consumo de recursos naturales. Identificar y conservar las áreas de importancia ambiental en dichas clases agrologicas, por lo que el municipio debe identificar qué áreas debe orientar a la categoría de protección para la producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales, siguiendo los lineamientos del Decreto 1077 de 2015.	

	En el suelo urbano y de expansión concertado mediante el Acuerdo 014 de 2010 se encuentra las siguientes clases agrologicas: Clase II: 8,78 hectáreas Clase III: 234,1 hectáreas Clase IV: 330,5 hectáreas Clase VI: 77.9 hectáreas Clase VII: 11,6 hectáreas
	El Área agrosilvopastoril en la zonificación del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná es de 562,2 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Tabla 22. subzona de uso y manejo: Áreas municipales POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

Categoría de Ordenación	**Uso Múltiple**
Zona de Uso y Manejo	Áreas urbanas
Subzonas de Uso y Manejo	Áreas urbanas municipales
Descriptor	Áreas definidas en el artículo 31 de la Ley 388 de 1997
Determinante según la Orientación del POMCA	
Dado que este polígono de las áreas urbanas se obtuvo a través de los PBOT vigente, el cual responde a Acuerdo 014 de 2010. Al momento de revisar y actualizar el PBOT pueden surgir cambios en el área urbana	
Medidas de Manejo	
Dado que este polígono se obtuvo a través de los POT vigentes, se debe tener en cuenta cuáles suelos de expansión y suelos desarrollados por macroproyectos de vivienda de interés social (VIS) o de interés prioritario (VIP) acorde con la norma se han incorporado o están en proceso de incorporación al suelo urbano. Lo anterior para actualizar los perímetros urbanos	

	En la Zonificación del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná se cuenta con 13,0 hectáreas.

Fuente: elaboración propia a partir del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná.

2.2.7. El Plan de Manejo Ambiental del Acuífero y medidas de manejo – PMAA

Debido a las condiciones geológicas del Valle de Aburrá, este desarrolla un acuífero libre, el cual es actualmente explotado por parte de los habitantes del valle. De forma general, en el valle de Aburrá, y particularmente el municipio de Caldas, las zonas bajas del valle presentan un alto potencial hidrogeológico. Estas zonas presentan dos características importantes, primero, son las zonas donde el nivel freático del acuífero libre no confinado se encuentra más cerca de la superficie y es fácilmente aprovechable para el abastecimiento de recurso hídrico, además, son las zonas de recarga directa del mismo acuífero.

Entendiendo la importancia del acuífero del valle de Aburrá y particularmente, de las zonas planas del fondo del valle, estas zonas fueron delimitadas y reglamentadas a través del plan de manejo ambiental del acuífero. Dicha reglamentación es incorporada al presente PBOT, buscando garantizar la conservación y el aprovechamiento sostenible del acuífero.

El PMAA, fue adoptado por medio de la Resolución 3368 de 2019. Es una herramienta de planeación formulada en cabeza del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – CORNARE, este deberá ser incorporado en el PBOT del municipio de Caldas, considerando especialmente las medidas de manejo para las zonas de recarga del sistema acuífero y la sostenibilidad del agua subterránea del valle de Aburrá, este hace parte de los documentos adoptados en el Plan de Manejo del Acuífero, medida que se articulan a la zonificación del POMCA Rio aburra.

La principal problemática asociada al acuífero se debe precisamente a la ubicación de sus unidades más importantes en la zona baja y relativamente plana del valle de Aburrá, toda vez que son esas mismas zonas las que son ocupadas y se encuentran urbanizadas. Esta relación geográfica entre el acuífero y la ocupación urbana configura un conflicto pues las actividades humanas, dependen del abastecimiento de recurso hídrico brindada por el acuífero, pero al mismo tiempo, ponen en riesgo de contaminación y sobreexplotación el acuífero.

El presente PBOT debe, como instrumento de planificación territorial, garantizar la conservación y adecuado manejo del acuífero, al mismo tiempo que permite el desarrollo de las actividades humanas sobre y en dependencia con el mismo. Esto se deberá de garantizar a través de la norma específica para garantizar que las actividades y usos del suelo, no afecten el acuífero, de tal manera que la zonificación ambiental, pueda efectivamente conservar, mientras se concreta desarrollo sostenible y sustentable.

La clasificación de las zonas de recarga indirecta en sus condiciones alta, media y baja y las zonas de recarga directa. En el municipio de Caldas, las zonas de recarga directa ocupan el 3,81 % del municipio y la recarga indirecta con mayor representación en el municipio es la recarga indirecta de importancia media que ocupa el 44,14%.

Tabla 23. Zonas de recarga del acuífero en Caldas.

Zona	Área (ha)	% Municipio
Zonas de recarga directa	505,65	3,81
Zonas de recarga indirecta de importancia alta	1524,07	11,48
Zonas de recarga indirecta de importancia media	5859,96	44,14
Zonas de recarga de importancia baja	5287,82	39,83

Fuente: (elaboracion propia , 2023)



Mapa 9.Zonas de recarga del acuífero en Caldas. Fuente: elaboración propia 2023.

Las zonas de recarga directa se localizan en las zonas aledañas al río Aburrá, incluyendo las zonas urbanas del municipio y suelos de expansión ubicados hacia el norte del municipio. las zonas de recarga indirecta de importancia media se distribuyen sobre las veredas La Miel, el Cano, La Valeria, La Salada Parte Alta, La Corrala, La Clara, El 60, La Salada Parte Baja, el Raizal, La Raya y primavera. La zona de recarga indirecta de importancia alta se distribuye sobre la zona occidental del municipio, sobre áreas pertenecientes al POMCA Amagá. La zona de recarga indirecta de importancia baja se distribuye desde el costado norte límite con el municipio de la Estrella hacia el costado sur límite con el municipio de Fredonia. La distribución de las zonas de recarga en Caldas a nivel veredal y en la zona urbana es la siguiente:

Tabla 24. Zonas de recarga de acuífero a nivel veredal y zona urbana en Caldas.

Vereda	Zona de recarga directa		Zonas de recarga indirecta					
			Importancia alta		Importancia media		Importancia baja	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
El 60	40,13	0,30	6,72	0,05	1034,55	7,79	32,69	0,25
El Cano	0,68	0,01			5,85	0,04	188,51	1,42
El Raizal	17,26	0,13	0,05	0,0004	16,33	0,12	195,84	1,48
La Aguacatala	26,37	0,20					50,29	0,38
La Chuscala	1,46	0,01	1,67	0,01			435,03	3,28
La Clara	29,75	0,22	10,59	0,08	1867,84	14,07		
La Corrala	0,76	0,01	8,37	0,06	325,44	2,45		
La Miel	24,82	0,19	57,26	0,43				
La Raya	0,21	0,002			0,73	0,01	17,22	0,13
La Salada Parte Baja	6,29	0,05	1107	0,08	27,54	0,21	56,34	0,42
La Valeria	0,36	0,003	2,79	0,02				
Primavera	32,92	0,24	1,98	0,01	177,55	1,34	8,29	0,06
Cardalito			17,37	0,13			694,16	5,23
Salinas			354,72	2,67			204,47	1,54
Sinifana			418,28	3,15			158,56	1,19
Potrerito			43,86	0,33			238,32	1,79
La Valeria			2,79	0,02	92,65	0,70	630,58	4,75
Salada Parte Alta			39,29	0,30	224,30	1,69	1200,11	9,04
La Quiebra			1,71	0,01			111,68	0,84
Maní del Cardal			470,18	3,54			650,83	4,90
La Miel					1880,08	14,16		
Zona Urbana	223,37	1,68	17,88	0,134	30,66	0,230	108,4	0,817
Total	404,37	3,04	1463,77	11,02	5683,52	42,80	4981,31	37,51

Fuente: (elaboracion propia , 2023)

A continuación, se presentan la categorización de zonas de recarga por unidad litológica de Caldas:

Tabla 25. Categorización de zonas de recarga por unidad litológica.

Zona de recarga	Unidad litológica	Municipio
Directa	Depósitos aluviales (Qal) Depósitos aluviotorrenciales (Qat) Depósitos de Flujos de Escombros (QFII, QFIV,NQFII,NFI) Dunita de Medellín	Caldas
Indirecta de importancia alta	Depósitos Aluviales (Qal) Depósitos aluviotorrenciales (Qat) Depósitos de flujos de escombros (QFIII, QFIV,NQFII, NFI) Llenos antrópicos (QII) Stock de Amagá (TRgA)	Caldas
Indirecta de importancia media	Esquistos de Cajamarca (TReC) Esquistos de Caldas (PZeC) Anfibolita granatífera de Caldas (PZagC) Anfibolita del Alto de Minas (PZaAM) Miembro Volcanosedimentario (KvsQG)	Caldas
Indirecta de importancia baja	Miembro volcánico (KvQG)	Caldas

Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá. (Universidad de Antioquia & AMVA)

Se realizaron algunos ejercicios de balance hídrico por estación y unidad de suelo, aplicado a tres condiciones hidrológicas típicas, en cuanto a la disponibilidad de precipitación. Específicamente, se seleccionaron años hidrológicos seco, húmedo y promedio. Un año hidrológico corresponde al periodo entre el comienzo de una temporada lluviosa en u año, hasta el inicio de la temporada correspondiente en el año calendario inmediatamente siguiente, que para el caso de estos estudios correspondió al perdió abril – marzo. El cálculo del balance hídrico, en la escala mensual para la estimación del potencial de recarga directa, se desarrolló a partir del método SWB (Soil Water Balance), en este método el volumen de control es el suelo o la zona no saturada. A continuación, se presenta la síntesis de la recarga potencial por estación de Caldas, usando el método SWB:

Tabla 26. Síntesis de la recarga potencial en Caldas.

Estación		Caldas	
Periodo hidrológico		**Rp (mm/año)**	**Rp/P(%)**
Año medio	2003 - 2004	1.821,9	60,3
Año húmedo	1999-2000	2.603,6	69,4
	2008 - 2009	2162,8	67,4
	2010-2011	2.481,1	70,8
Año seco	1997-1998	1.176,5	49,3
	2009-2010	1.246,7	50,3

Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá. (Universidad de Antioquia & AMVA)

En el proceso de revisión y ajuste del PBOT de Caldas, es de suma importancia considerar las medidas de manejo definidas en el documento “Medidas de manejo para las zonas de recarga del sistema acuífero y la sostenibilidad del agua subterránea del Valle de Aburrá”, el cual hace parte de los documentos adoptados en el PMAA y cuyas medidas se encuentran articuladas con la zonificación del POMCA Río Aburrá (2018). Además, el PMAA constituye uno de los instrumentos de la Política Pública Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, que de acuerdo con las condiciones establecidas en el Artículo 2.2.3.1.11.1 del Decreto 1076 de 2015. Las medidas de manejo contemplan las siguientes condiciones para cada una de las cuales aplican directrices de manejo diferentes:

- Zonas de recarga en suelo urbano, con sus respectivos tratamientos de desarrollo, renovación urbana, redesarrollo o reactivación, área de preservación de infraestructura – API y consolidación.
- Zonas de recarga en suelos de expansión concertados
- Zonas de recarga en suelos de expansión proyectadas
- Zonas de recarga rural, para sus categorías de protección y desarrollo restringido concertadas
- Zonas de recarga en suelo rural que se proyecten como categorías de desarrollo restringido.

Para las categorías de desarrollo restringido y los suelos de expansión previamente incorporados en el PBOT y concertados con la Autoridad Ambiental, continuaran con dicha categoría, además, podrá definirse una categoría o clasificación de menor intensidad en el uso de los recursos y en el uso del territorio.

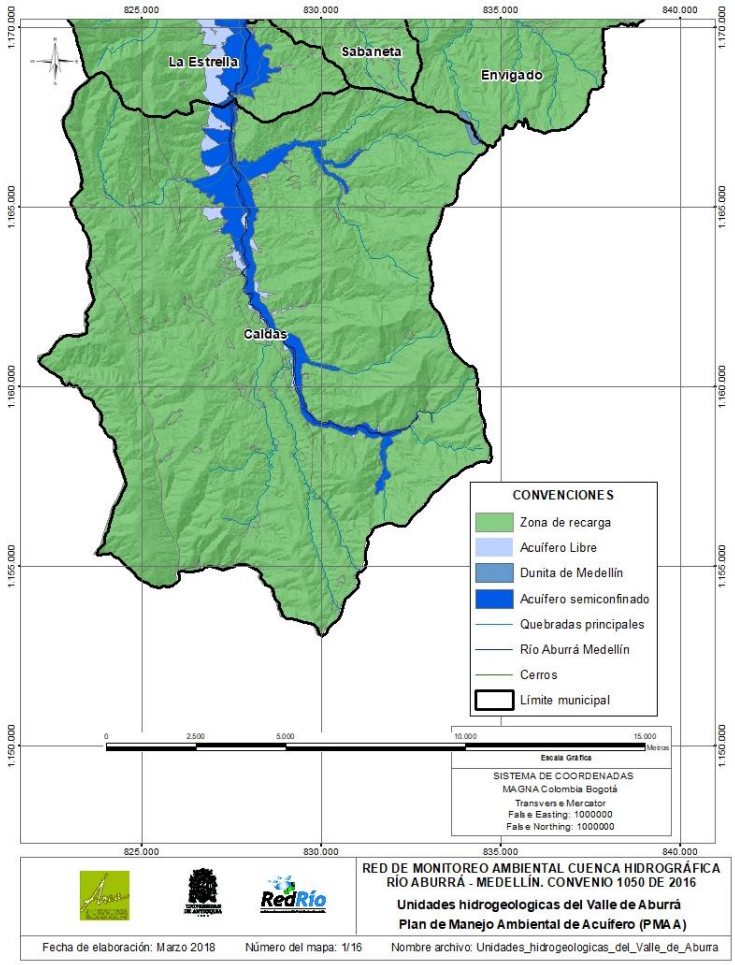
En el marco de los convenios 368 de 2014 y 1050 de 2016, suscritos entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Antioquia. En el modelo hidrogeológico se utiliza información recopilada a partir de los estudios enmarcados en los proyect6os Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá – Medellín en jurisdicción del Área Metropolitana Fases III, IV, V y VI, sumada a la obtenida en Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá y nuevos datos suministrados por EPM a partir del trabajo “Disponibilidad del Recurso Hídrico Subterráneo para el Abastecimiento de Agua de los Circuitos Atendido por Fuentes Menores, entre las cuales se encuentra Caldas.

a continuación, se presenta el modelo hidrogeológico integrado para el Valle de Aburrá, donde se presentan las diferentes unidades hidrogeológicas y su geometría, en resumen, todo acerca de las áreas, fuentes y magnitud de la recarga potencial directa según cálculos obtenidos mediante balance hídrico, red de flujo, propiedades hidráulicas y las condiciones de calidad.

Unidades hidrogeológicas: se identificó a partir de la evaluación geológica, del análisis textural y estructural de las rocas duras y de tareas de correlación hidroestratigrafica sobre depósitos a partir de las columnas estratigráficas obtenidas de perforaciones, o a través de exploración indirecta del subsuelo con técnicas geofísicas. A continuación, se presentan las unidades hidrogeológicas del municipio de Caldas.

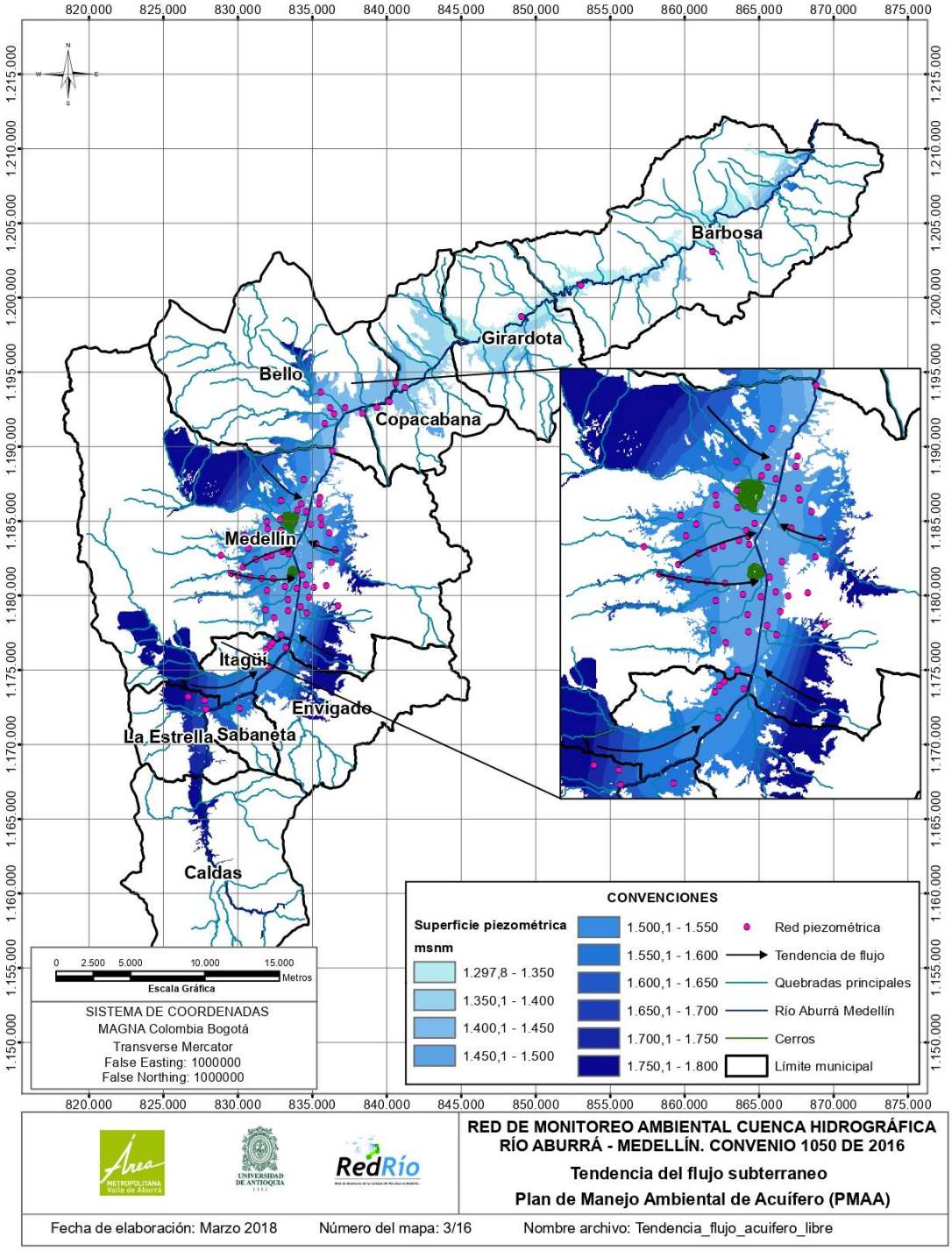
- **El acuífero libre de Valle de Aburrá**: conformado por los depósitos aluviales del río Aburrá – Medellín y sus afluentes, y los depósitos de vertiente, categorizados como flujos de lodo y escombros con edades Neógeno o Cuaternario. Texturalmente estos depósitos están constituidos por gravas, arenas y cantos en matriz areno arcillosa gradando a arcillosa hacia la base, con presencia de lentes de grava y arcilla.
- **El Acuífero semiconfinado del Valle de Aburrá:** constituido por depósitos de origen aluvial, está separado del acuífero libre por una capa sellante de carácter arcilloso. El acuífero semiconfinado estaría localizado en la parte central y sur del valle, está conformado por gravas, arenas y cantos en matriz arcillo – arenosa con pequeños lentes de arena y/o arcilla; aun cuando no se cuenta con suficiente información para modelar con certeza la geometría de esta unidad.
- **Acuífero de la Dunita de Medellín:** el grado de fractura miento de esta unidad de roca, sumado a la aparente condición de psudokarst que se registra en algunos sectores (Universidad de Antioquia & AMVA, 2012b) y algunos datos de caudal reportados en afloramiento y obras de control geotécnico, indican que en la Dunita de Medellín se podría estar almacenando un importante volumen de agua subterránea, que podría llegar a ser utilizable con fines de abastecimiento en algunos sectores del área urbana o rural de los municipios de Bello, Medellín o Envigado, en el caso de Caldas, se presenta hacia el nororiente del municipio, límite con Envigado.

Mapa 10. Unidades hidrogeológicas de Caldas. Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá.



Fuente: (Universidad de Antioquia & AMVA)

- **Red de Flujo:** la información recolectada durante los tres años de operación de la red de monitoreo hidrológico, considerando el comportamiento cálcico anual del régimen hidrológico en el Valle de Aburrá, se cuenta con superficies piezometricas mes a mes y con representación del sistema de flujo con diferente nivel de detalle temporal. A continuación, se presentan el comportamiento normal del flujo de agua subterránea en el acuífero libre del Valle de Aburrá. Para Caldas el flujo subterráneo en su zona urbana y hacia el costado oriental se encuentra entre 1.700 a 1.800msnm.



Mapa 11. Tendencia de flujo subterráneo del Valle de Aburrá: Fuente: Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el centro y sur del Valle de Aburrá. (Universidad de Antioquia & AMVA)

- **Propiedades hidráulicas:** se cuenta con información para determinar propiedades del suelo en términos de capacidades de infiltración y alguna información referente a las propiedades hidráulicas del acuífero reportadas en pruebas de bombeo.
  Las pruebas de infiltración tienen como propósito evaluar la tasa de infiltración de agua al subsuelo, factor determinante para la recarga y las condiciones de flujo subterráneo. Los resultados obtenidos corresponden a rangos de infiltración que varía entre 0 y 600 mm/h,

magnitudes que corresponden a rangos de infiltración desde impermeable hasta muy rápido. Las tasas de infiltración para Caldas se encuentran moderadamente lentas e impermeables.

La transmisividad del Acuífero libre en el Municipio se encuentra entre 100 y 200 metros cuadrados día, solo se cuenta con información de una prueba de bombeo realizada en el piezómetro localizado en la subestación de energía de EPM en Caldas y que hace parte de la red de monitoreo (Universidad de Antioquia & AMVA 2013).

2.2.8. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH

En el Decreto 1076 de 2015, se desarrolló la figura del ordenamiento del recurso hídrico como un instrumento de planificación mediante el cual se fija la destinación y usos de los cuerpos de agua continentales superficiales y marinos, se establecen las normas, las condiciones y el programa de seguimiento para alcanzar y mantener los usos actuales y potenciales y conservar los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies. (Artículo 3 del Decreto 050 de 2018)

Para el municipio de Caldas, hay tres cuencas que cuentan con un Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH – en la Quebrada Sinifaná, Río Aburrá – Medellín, y los tramos 1 y 2 del Río Amaga:

2.2.8.1. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del rio Aburrá – Medellín

Es el instrumento de planificación, adelantado por la comisión conjunta que integra la cuenca: Bajo resoluciones del año 2015 de CORNARE (Resolución N° 112 – 4479), AMVA (Resolución Metropolitana N° 2994 de 2019) y CORANTIOQUIA (Resolución N° 040- 1910-6158 del 31 de octubre de 2019) se dictamina: "Por medio de la cual se declara en ordenamiento el recurso hídrico del Río Aburrá, perteneciente a la Cuenca Hidrográfica del nivel subsiguiente Río Aburrá - NSS (2701-01), en jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA, la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE- y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA". De acuerdo con el Mapa zonificación Hidrográfica de Colombia, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el mes de octubre del 2013, la cuenca hidrográfica del Río Aburrá se identifica con código NSS (2701-01) y está ubicada en el departamento de Antioquia.

Actualmente se tiene formulado por EPM el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertientes formulado – PSMV, cuya última modificación fue aprobada mediante la Resolución metropolitana No. 03338 de 2018, en la cual se incluyen unas obras de infraestructura para captar las aguas residenciales del municipio de Caldas, con la construcción del interceptor sur, para ser transportadas y tratadas en la PTAR San Fernando.

El PORH del rio Aburra – Medellín cuenta con un área dentro del municipio de 18,77 km^2, la cual corresponde al 14,1 % de la extensión del Municipio.

Al municipio de Caldas, le corresponden los tamos definidos como:

- Tramo 0: zona de Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel (Clase I - Cuerpos de agua que no admiten vertimientos).
- Tramo 1: límite de la Zona de Reserva Forestal Protectora Regional – Estación San Miguel (Clase I -- Cuerpos de agua que no admiten vertimientos).
- Tramo 2: estación Primavera – Estación Ancón Sur. (Clase II - Cuerpos de aguas que admiten vertimientos con algún tratamiento).

El uso potencial del agua se asocia con un uso deseable, ideal o soñado bajo un escenario del “deber ser…” que se espera tenga una corriente o tramo para garantizar las condiciones de calidad, cantidad y regulación favorables para la sostenibilidad ambiental (Betancur, T., Campillo, A., & García, V..,2011). La identificación y definición de los usos potenciales del agua para el río Aburrá – Medellín, se registró dentro

de los usos del agua establecidos en el Decreto 1076 de 2015. Los objetivos de calidad propuestos para el río Aburrá – Medellín se establecen frente a tres horizontes, donde el año cero seria 2018. De este modo, los periodos serian: cero a dos años, dos a cinco años y cinco a doce años. Fijados teniendo en cuenta el Plan Director BIO 2030 Medellín – Valle de Aburrá, motivo por el cual el largo plazo cubre hasta el año 2030. A continuación, se presentan los usos potenciales del agua y los objetivos de Calidad en los tramos correspondientes a Caldas:

Tabla 27. Usos potenciales del agua propuestos y objetivos de calidad por tramo.

Número y nombre tramo	Usos del Recurso Hídrico			Criterio de Calidad		Objetivos de Calidad		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Parámetro	Unidad	Valor Corto plazo	Valor Mediano plazo	Valor Largo plazo
Tramo 0: Zona de Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel	Preservación de fauna y flora Estético	Preservación de fauna y flora Estético	Preservación de fauna y flora Estético	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	Mg/L	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
				Demanda Química de Oxigeno (DQO)	Mg/L	≤ 10,0	≤10,0	≤10,0
				pH	U de pH	>6,0<9,0	>6,0<9,0	>6,0<9,0
				Oxígeno Disuelto	Mg/L	≥7,0	≥7,0	≥7,0
				Coliformes totales	UFC	≤1000,0	≤1000,0	≤1000,0
				Coliformes fecales	UFC	≤200,0	≤200,0	≤200,0
				Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	Mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
				Fosforo Total	Mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
				Grasas y aceites	Ausentes	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
				Solidos Suspendidos Totales (SST)	Mg/L	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
				Olor	Ausente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
				Residuos sólidos especiales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
				Sustancias activas al azul de Metileno (SAAM)	Mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
				Conductividad eléctrica	µS/cm			≤25
				BMWP Col	BMWP Col	≥100	≥100	≥100
Tramo 1 Limite Zona de Reserva – San Miguel	Pecuario Estético	Recreativo Secundario Estético	Preservación de fauna y flora Consumo humano y domestico Recreativo primario Recreativo secundario Estético	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	≤15,0	≤20,0	≤5,0
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	≤30,0	≤30,0	≤10,0
				pH	U de pH	>6,0<9,0	>5,0<9,0	>6,0<9,0
				Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5,0	≥5,0	≥7,0
				Coliformes totales	UFC	0	≤ 5000,0	≤1000,0
				Coliformes fecales	UFC	≤1000	≤1000,0	≤200,0

Número y nombre tramo	Usos del Recurso Hídrico			Criterio de Calidad		Objetivos de Calidad		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Parámetro	Unidad	Valor Corto plazo	Valor Mediano plazo	Valor Largo plazo
				Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	mg/L	≤ 5,0	≤3,0	≤1,0
				Fósforo Total	mg/L	≤ 1,0	≤0,5	≤0,05
				Grasas y aceites	Ausentes	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
				Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 30,0	≤30,0	≤ 10,0
				Olor	Ausente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
				Residuos Sólidos especiales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
				Sustancias activas al azul de Metileno (SAAM)	mg/L	<0,5	<0,5	≤0,1
				Conductividad eléctrica	µS/cm			≤40
				BMWP Col	BMWP Col	≥90	≥90	≥100
Tramo 2 San Miguel - Primavera	Pecuario Estético	Pecuario Estético	Recreativo secundario Estético	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	≤15,0	≤15,0	≤20,0
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	≤30,0	≤30,0	≤30,0
				pH	U de pH	>6,0<9,0	>6,0<9,0	>5,0<9,0
				Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5,0	≥5,0	≥5,0
				Coliformes totales	UFC	0	0	≤ 5000,0
				Coliformes fecales	UFC	≤1000	≤1000	≤1000,0
				Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	mg/L	≤ 5,0	≤ 5,0	≤3,0
				Fósforo Total	mg/L	≤ 1,0	≤ 1,0	≤0,5
				Grasas y aceites	Ausentes	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
				Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤ 30,0	≤ 30,0	≤30,0
				Olor	Ausente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
				Residuos Sólidos especiales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Número y nombre tramo	Usos del Recurso Hídrico			Criterio de Calidad		Objetivos de Calidad		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Parámetro	Unidad	Valor Corto plazo	Valor Mediano plazo	Valor Largo plazo
				Sustancias activas al azul de Metileno (SAAM)	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5
				Conductividad eléctrica	µS/cm			≤60
				BMWP Col	BMWP Col	≥25	≥40	≥50
Tramo 3 Primavera – Ancón sur	industrial	Estético industrial	Estético Industrial	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	≤40,0	≤30,0	≤30,0
				Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	≤100,0	≤50,0	≤50,0
				pH	U de pH	>6,0<9,0	>6,0<9,0	>6,0<9,0
				Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5,0	≥5,0	≥5,0
				Grasas y aceites	Ausentes	≤10,0	≤ 5,0	≤ 5,0
				Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	≤100,0	≤70	≤70
				Olor	Ausente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
				Residuos Sólidos especiales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
				Sustancias activas al azul de Metileno (SAAM)	mg/L	≤1,2	<0,5	<0,5
				Conductividad eléctrica	µS/cm			≤130

2.2.7.1.2. Estimación de la Oferta hídrica

Con el fin de estimar la oferta en cada uno de los puntos de interés ubicados en el río Aburrá – Medellín se hace necesario tener una serie de caudales en cada uno de ellos. No se cuenta con estaciones de registro de esta variable sobre los puntos de interés, por lo que se trabajó con series simuladas a partir de modelos lluvia escorrentía. Los puntos de interés a lo largo del rio Aburrá – Medellín se presentan a continuación los correspondientes al municipio de Caldas.

Tabla 28. Puntos de interés a lo largo del río Aburrá - Medellín.

Punto de Interés	Área de la Cuenca ((Km^2)	Precipitación Media (Mm/Año)	Evapotranspiración Potencial (Mm/Año)
San Miguel	24.411	2128.709	1072.263
Primavera	49.716	2191.593	1094.415
Ancón Sur	132.458	2145.353	1112.603

Fuente: Fase V, Convenio 368 de 2014.

Para el presente estudio se cuenta con estaciones de registro de caudal a nivel diario a lo largo del río Aburrá – Medellín, específicamente en las estaciones ubicadas en Caldas.

Tabla 29. Estaciones de caudal en Caldas.

Código	Estación Caudal	Área De La Cuenca ($Km^{2)}$	Precipitación Media (Mm/Año)	Evapotranspiración Potencial (Mm/Año)
2701733	SALADA_LA_RMS_11	42.50	2304.49	1101.07
2701716	CALDAS_RM_16	98.59	2295.38	1113.91
2701727	ANCON_SUR_RMS_17	119.36	2282.98	1117.15

La utilización de modelos lluvia – escorrentía es una clara opción, pues estos modelos permiten representar de manera simplificada los procesos que ocurren dentro de una cuenca los cuales son determinados por el clima y la geomorfología y partiendo del principio de conservación de masa permiten determinar en el largo plazo el caudal en un punto dado.

Para este estudio se optó por utilizar el modelo GR4J debido a la sencillez en el proceso de calibración de sus principales parámetros. Además, ya se tienen trabajos previos de calibración del modelo en la cuenca del Vallé de Aburrá, mostrando buenos resultados (Roldán, 2007).

La utilización de este modelo requiere de datos de caudal y precipitación a nivel diario. Por lo tanto, para cada estación de caudal se definen unas estaciones de precipitación, con registro diario en su zona de influencia y tomando los períodos de registro común se realiza la calibración de cada uno de los parámetros del modelo. Una vez se realiza este proceso de calibración, el proceso de generación de series sintéticas de caudal se realiza teniendo en cuenta todo el registro de lluvias a nivel diario disponible.

Estimación de la oferta total

con el fin de verificar que las estaciones de caudal correspondientes a los modelos lluvia escorrentía a emplear presenten datos de caudal coherentes, se comparará el caudal medio anual mediante la metodología de balance a largo plazo y aquel de los registros. Los caudales mediante el método del balance a largo plazo se obtienen mediante los mapas de precipitación media anual y ETR (evapotranspiración real), los cuales se obtienen del informe de “Hidrología e Hidráulica – Red río Fase IV”.

Tabla 30. Caudales reales y estimados en las estaciones de medición de caudal al interior de la cuenca del río Aburrá – Medellín en Caldas.

Código	Estación De Caudal	Área ($Km^{2)}$	Caudal Medio Real (M3/S)	Caudal Medio Turc (M3/S)	Caudal Medio Cenicafé (M3/S)	Caudal Medio Regional (M3/S)
2701733	SALADA_LA_RMS_11	42.50	1.64	1.98	1.80	1.70
2701716	CALDAS_RM_16	98.59	5.48	4.51	4.13	3.94
2701727	ANCON_SUR_RMS_17	119.36	4.18	5.40	4.95	4.73

Para cada uno de los datos de caudal medio anual estimado mediante las metodologías presentada en la tabla anterior, se estima la desviación porcentual respecto al caudal medio.

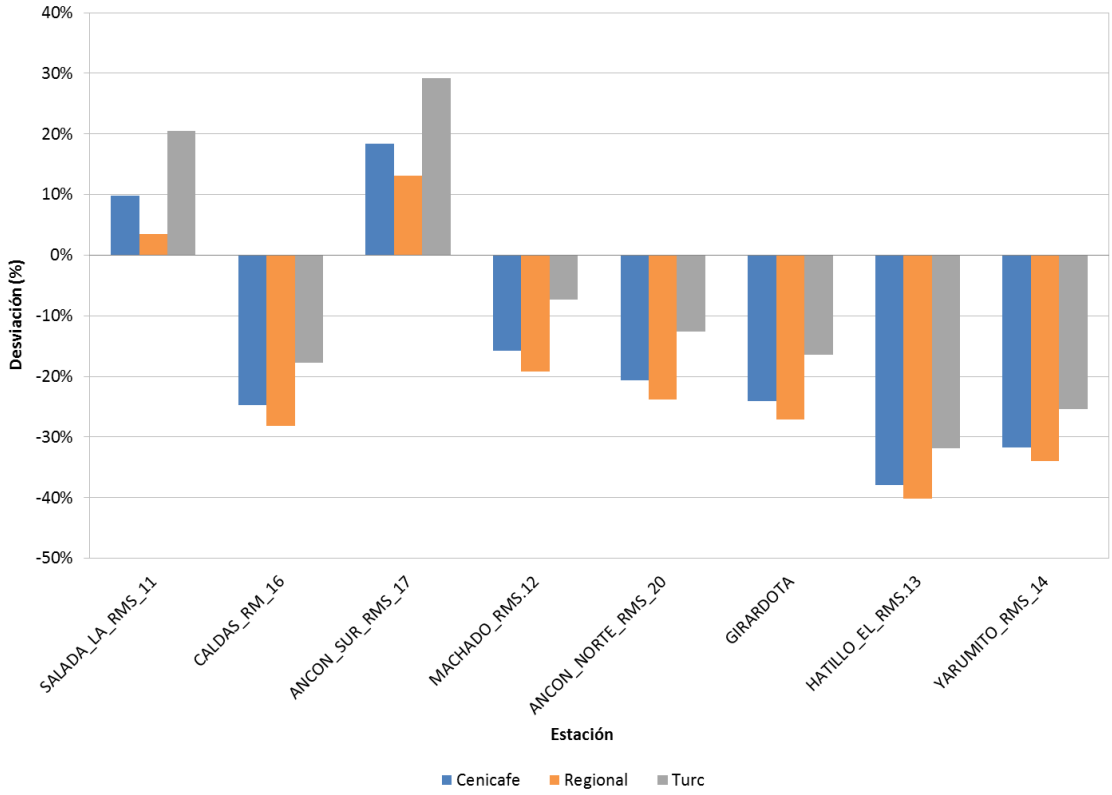


Grafico 1. Desviación porcentual de los caudales medios estimados respecto a los caudales reales en las estaciones sobre el río Aburrá - Medellín.

Las desviaciones positivas implican que el balance por el método del largo plazo sobreestima el valor real del caudal medio, y las desviaciones negativas implican que el balance subestima el valor real del caudal medio. Se observa que a medida que se avanza en dirección aguas abajo, el error porcentual en la estimación del caudal medio aumenta. La metodología que representa mejor las estaciones es la propuesta por Turc para las estaciones de la zona norte y para la estación Caldas, para las estaciones de La Salada y Ancón Sur, la metodología que mejor representa los datos observados es la Regional.

Adicionalmente, es importante notar que, en los datos presentados en la Tabla anterior, la estación Caldas presenta un mayor caudal medido que aquel registrado en Ancón Sur, lo cual no tiene sentido teniendo en cuenta que esta última cuenca posee una mayor área de drenaje. Por otro lado, al comparar la desviación porcentual presentada, se observa que la estación Caldas presenta mayores valores que Ancón Sur, por lo tanto, pareciera ser que esta primera, es la que presenta la mayor incertidumbre de estimación. Teniendo en cuenta esto, se decide no trabajar con el modelo lluvia – escorrentía de la estación Caldas.

Con el fin de realizar la estimación de la oferta total en los 13 puntos de interés sobre el río Aburrá - Medellín, se debe determinar primero cuales de las cuencas definidas por las estaciones de medición de caudal y modelos lluvia – escorrentía se emplearán.

Teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones de medición de caudal y de interés, se define para cada punto, cual modelo lluvia – escorrentía será aplicado. A continuación, se presentan los puntos de interés con su respectiva estación a utilizar en Caldas.

Tabla 31. Modelo lluvia escorrentía a utilizar en cada estación de interés.

PUNTOS DE INTERÉS	ÁREA DE LA CUENCA (KM^2)	MODELO LLUVIA ESCORRENTIA A USAR
San Miguel	24.411	La Salada

Primavera	49.716	La Salada
Ancón Sur	132.458	Ancón Sur

Una vez se tiene definido el modelo lluvia – escorrentía a utilizar en cada uno de los puntos de interés, se emplea la metodología propuesta en la "Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico", en la se definen 3 tipos de períodos hidrológicos para los cuales, en cada punto de interés de la corriente se debe de estimar la oferta total.

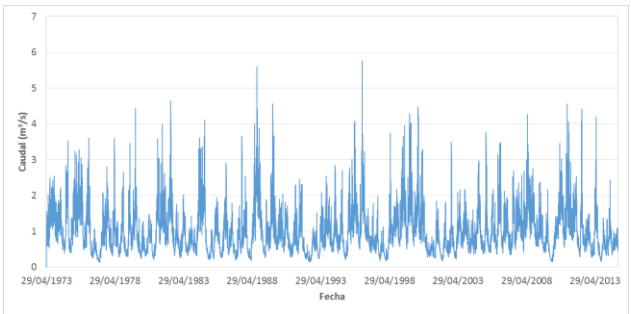
- Oferta año hidrológico medio: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando no se presenta la existencia de fenómeno de El Niño o La Niña.
- Oferta año hidrológico seco: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando se presenta la existencia del fenómeno de El Niño.
- Oferta año hidrológico húmedo: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando se presenta la existencia del fenómeno de La Niña.

Teniendo en cuenta cada uno los años hidrológicos definidos, se estima la oferta total en cada punto de interés mediante los resultados de la modelación del modelo lluvia – escorrentía GR4J, cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla para lo correspondiente a Caldas.

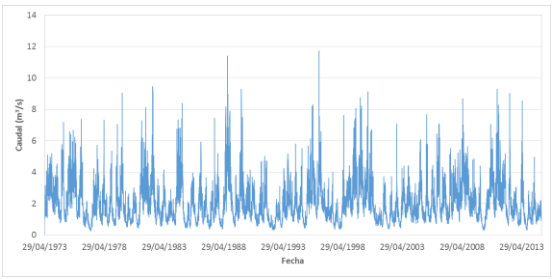
Tabla 32. Oferta total en los puntos de interés en Caldas y condición hidrológica.

Punto De Interés	**Área Cuenca (Km^2)**	**Oferta Total Año Hidrológico Seco (M^3/S)**	**Oferta Total Año Hidrológico Medio (M^3/S)**	**Oferta Total Año Hidrológico Húmedo (M^3/S)**
San Miguel	24.411	0.782	0.941	1.244
Primavera	49.716	1.593	1.916	2.533
Ancón Sur	132.458	4.693	5.979	7.604

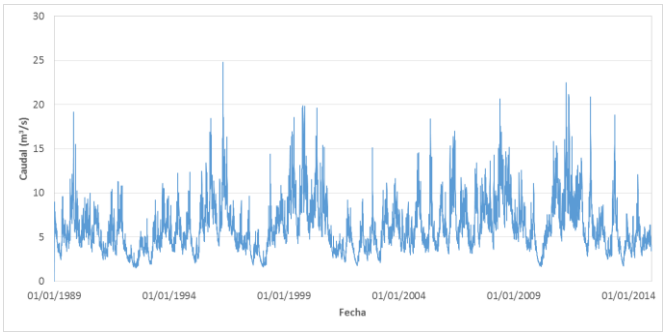
A continuación, se presenta la serie de caudal simulado en cada punto de interés, cada una de las cuales se realizó hasta el 31 de diciembre de 2014, fecha hasta la cual se contaba con datos de precipitación.



PRIMAVERA



SAN MIGUEL



ANCÓN SUR

Grafico 2. Serie de caudal simulado en las estaciones San Miguel, primavera y Ancón Sur.

Estimación del caudal ambiental actual

Para la estimación del caudal ambiental se emplearon las 3 metodologías presentadas en el documento "Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico". Estas metodologías se presentan a continuación.

- Metodología 1.
  Siguiendo la resolución 865 del año 2004, como primera aproximación al caudal ambiental puede adoptarse el valor máximo de caudal ecológico obtenido mediante la aplicación de las siguientes metodologías:
  a) Mínimo histórico: a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, se propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo período de recurrencia es de 2.33 años (valor medio de los caudales mínimos).
  b) Porcentaje de Descuento: El IDEAM ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.
  c) Reducción por caudal ambiental: el caudal ecológico en esta aproximación corresponde al 25% del caudal medio multianual en condiciones de oferta media.

Los resultados de la metodología 1 del caudal ambiental en los puntos de interés ubicados en Caldas, se presentan a continuación:

Tabla 33. Caudal ambiental - metodología 1.

Puntos De Interés	Área Cuenca (Km^2)	Caudal Ambiental (M^3/S)
San Miguel	24.411	0.390
Primavera	49.716	1.381
Ancón Sur	132.458	3.360

- Metodología 2:
  Basándose en el ENA 2010 (Estudio nacional del agua) el criterio de estimación del caudal ambiental es hidrológico, y tiene en cuenta la capacidad de la cuenca de retener y regular el agua existente en ella, para lo cual se define un factor conocido como el índice de regulación hídrico (IRH).

(26)

Donde:
IHR: Índice de retención y regulación hídrica
Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio en la curva de duración de caudales diarios.
Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.
Una vez se determina el IRH, el caudal ambiental se estima como el Q85 de la curva de duración de caudales diarios en el caso que IRH ≥ 0.7, y como Q75 en el caso que IRH < 0.7.

Los resultados de la metodología 2 del caudal ambiental en los puntos de interés ubicados en Caldas, se presentan a continuación:

Tabla 34. Caudal ambiental - metodología 2.

Punto De Interés	Área Cuenca (Km^2)	Irh	Caudal Ambiental (M^3/S)
San Miguel	24.411	0.76	0.429
Primavera	49.716	0.76	0.875
Ancón Sur	132.458	0.82	3.447

- Metodología 3
  Se deben estimar los índices 7Q10 (caudal promedio mínimo semanal con período de retorno 10 años) y Q95 discriminados por mes y para cada una de las tres condiciones hidrológicas (húmeda, promedio y seca). El caudal ambiental resultaría para cada uno de los 36 casos (3 condiciones hidrológicas x 12 meses) como el valor máximo entre el 7Q10 y el Q95 (máx. (7Q10, Q95)), para el correspondiente mes y condición hidrológica. Esta metodología fue desarrollada para curvas de duración de caudales mínimos diarios, teniendo en cuenta que esta información no se tiene disponible, y por lo tanto los resultados de esta tendrán en cuenta las curvas de duración de caudales medios diarios. A continuación, se presentan los resultados de la metodología 4 del caudal ambiental en los puntos de interés ubicados en Caldas:

Tabla 35. Caudal ambiental año hidrológico seco - metodología 3.

Punto de Interés	Área Cuenca (Km^2)	Caudal Ambiental (M^3/S)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
San Miguel	24.411	0.226	0.177	0.182	0.272	0.323	0.214	0.180	0.238	0.324	0.475	0.625	0.385
Primavera	49.716	0.461	0.360	0.371	0.554	0.658	0.435	0.368	0.485	0.659	0.966	1.273	0.784
Ancón Sur	132.458	1.842	1.804	1.831	2.359	2.346	1.794	1.721	2.050	2.793	3.347	4.088	2.655

Tabla 36. Caudal ambiental hidrológico medio - metodología 3.

Punto De Interés	Área Cuenca (Km^2)	Caudal Ambiental (M^3/S)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC

San Miguel	24.411	0.310	0.254	0.197	0.317	0.588	0.588	0.373	0.288	0.332	0.362	0.500	0.530
Primavera	49.716	0.632	0.518	0.401	0.647	1.198	1.197	0.759	0.587	0.676	0.737	1.019	1.079
Ancón Sur	132.458	2.793	2.154	2.295	2.821	3.978	3.882	3.427	2.207	2.470	2.709	3.351	3.812

Tabla 37. Caudal ambiental año hidrológico húmedo - metodología 3.

Punto de Interés	Área Cuenca (Km^2)	Caudal Ambiental (M^3/S)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
San Miguel	24.411	0.452	0.295	0.263	0.290	0.687	0.418	0.625	0.647	0.868	0.837	0.750	0.550
Primavera	49.716	0.920	0.601	0.536	0.590	1.400	0.850	1.272	1.318	1.768	1.705	1.528	1.121
Ancón Sur	132.458	3.919	2.929	3.141	2.718	5.457	5.036	4.618	4.428	5.870	6.142	6.613	4.119

Estimación de la oferta toral futura

Con el fin de estimar la oferta futura en cada uno de los puntos de interés ubicados en el río Aburrá – Medellín se hace necesario generar una serie de caudales proyectados en cada uno de ellos.

Para generar las series de caudal proyectado se debe contar con series de precipitación futura, para esto se emplean distintos modelos de circulación global y escenarios de emisión de gases de efecto invernadero.

Una vez se cuenta con los resultados de la proyección de lluvias para distintos escenarios futuros se calibra un modelo lluvia escorrentía a nivel mensual, teniendo en cuenta los registros históricos de cada una de las estaciones presentadas en la tabla *"Estaciones de caudal en Caldas".* Posteriormente teniendo los parámetros de calibración en cada estación de caudal, se utilizan estos mismos para modelar y obtener una estimación del caudal futuro en cada punto y compararlo con los registros históricos y determinar para cada uno de los escenarios considerados si existe un aumento o disminución de la cantidad de agua disponible.

Para este estudio se optó por utilizar el modelo GR2M debido a la sencillez en el proceso de calibración de sus principales parámetros. Adicionalmente, ya se tienen trabajos previos de calibración del modelo en la cuenca del Vallé de Aburrá, mostrando buenos resultados (Roldán, 2007).

Para la calibración del modelo GR2M se tomaron las mismas estaciones de caudal y precipitación utilizadas en el modelo GR4J.

Utilizando el modelo lluvia – escorrentía seleccionado, se calibra cada una de la cuenca definida por las estaciones de medición de caudal y posterior a esto se generan series de caudal medio diario teniendo en cuenta los registros de precipitación diarios. A continuación, se presentan los resultados de la calibración de los modelos lluvia escorrentía para cada una de las cuencas consideradas en Caldas.

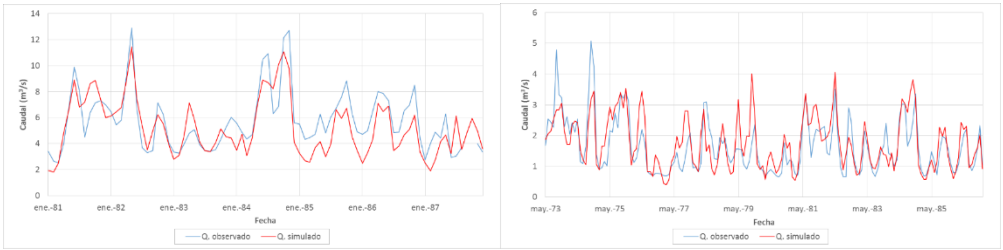
Tabla 38. Parámetros de calibración de los modelos lluvia escorrentía.

Modelo	X_1 (MM)	X_5 (ADIMENSIONAL)
La Salada	1334.19	0.95

Caldas	2503.66	1.10

Tabla 39. Parámetros de eficiencia de los modelos lluvia escorrentía.

Modelo	E (Q)	E ((Q)1/2)	E (LN(Q – Q/40))	BALANCE (%)
La Salada	65.62	70.25	71.22	99.78
Caldas	74.54	73.98	72.69	99.61



Estación La Salada Estación Caldas

Gráfico 3. Serie de caudal observada y simulada para las estaciones La Salada y Caldas.

A continuación, se presentan las series de caudal observado y simulado, resultado de las calibraciones realizadas.

Al comparar los resultados obtenidos mediante la calibración de cada modelo lluvia escorrentía se observa que los datos simulados se ajustan bastante bien a aquellos observados, por lo tanto, podemos concluir que los modelos calibrados dan buenos resultados. Adicionalmente en la tabla anterior se puede observar cómo los parámetros de eficiencia de cada modelo presentan valores altos, lo cual corrobora el buen ajuste de los modelos lluvia escorrentía.

Estimación de la oferta total

Considerando las series de precipitación proyectadas hasta el año 2030 se estima la oferta futura en distintos períodos de tiempo, los cuales son los años 2019, 2024 y 2030.

Para cada modelo de circulación global y escenario de emisión de gases de efecto invernadero se estima la oferta futura para los años hidrológicos seco, medio y húmedo. Debido a que estos períodos se definieron para el caso actual según los fenómenos de El Niño y La Niña, y a futuro no se conoce la ocurrencia de estos se debe den de definir de otra manera a futuro.

Con el fin de poder realizar la comparación de caudales actuales y futuros, se empleará una clasificación de año hidrológico teniendo en cuenta los caudales actuales y un error estándar para cada una de estas condiciones hidrológicas. De esta manera para cada el año hidrológico húmedo s determina un límite inferior y para el año hidrológico seco un límite superior de la siguiente manera.

Teniendo en cuenta esto, se obtienen rangos de caudal mediante los cuales se estima la oferta futura para cada año hidrológico como el promedio de los caudales mensuales que se encuentran dentro de cada rango de validez. En la siguiente tabla se presentan los rangos de validez para cada punto de interés y año hidrológico.

Tabla 40. Rango de validez de caudales para la estimación de la oferta total futura.

Punto De Interés	Rango De Caudales Año Hidrológico Seco (M^3/S)	Rango De Caudales Año Hidrológico Medio (M^3/S)	Rango De Caudales Año Hidrológico Húmedo (M^3/S)

San Miguel	Q < 0.821	0.821 ≤ Q ≤ 1.197	Q > 1.197
Primavera	Q < 1.672	1.672 ≤ Q ≤ 2.437	Q > 2.437
Ancón Sur	Q < 4.922	4.922 ≤ Q ≤ 7.324	Q > 7.324

Teniendo en cuenta la tabla anterior y los resultados de la simulación de caudales medios hasta el año 2030 para cada escenario de proyección se estiman las ofertas totales futuras en los puntos de interés ubicados en Caldas.

Tabla 41. Oferta total futura periodo seco.

Año	Punto De Interés	OFERTA TOTAL (M^3/S)											
		MIRO C5				NORE SM1 – M				NORESM1 - ME			
		RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**
2019	San Miguel	0.627	0.573	0.632	0.658	0.510	0.544	0.548	0.556	0.578	0.652	0.564	0.564
	Primavera	1.269	1.214	1.340	1.334	1.030	1.154	1.114	1.084	1.175	1.310	1.180	1.171
	Ancón Sur	4.025	4.013	4.211	4.162	3.535	3.942	3.676	3.802	3.659	4.234	3.892	3.815
2024	San Miguel	0.627	0.593	0.666	0.648	0.563	0.599	0.594	0.607	0.647	0.664	0.604	0.561
	Primavera	1.272	1.220	1.359	1.327	1.139	1.229	1.219	1.211	1.307	1.356	1.258	1.149
	Ancón Sur	4.098	3.924	4.262	4.146	3.883	4.064	3.828	3.951	4.209	4.253	4.025	3.821
2030	San Miguel	0.631	0.600	0.656	0.652	0.589	0.603	0.603	0.623	0.658	0.665	0.597	0.565
	Primavera	1.280	1.228	1.339	1.331	1.194	1.264	1.231	1.250	1.331	1.355	1.236	1.163
	Ancón Sur	4.151	3.965	4.225	4.200	3.973	4.084	3.936	4.114	4.238	4.240	4.052	3.823

Tabla 42. Oferta total futura periodo medio.

Año	Punto De Interés	Oferta Total (M^3/S)											
		MIRO C5				NORE SM1 – M				NORESM1 - ME			
		RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**
2019	San Miguel	0.999	1.006	1.022	1.014	1.015	1.034	1.025	1.059	0.999	0.987	1.011	0.990

	Primavera	2.021	2.077	2.092	2.054	2.054	2.112	2.064	2.119	2.041	2.012	2.107	2.028
	Ancón Sur	6.115	6.479	6.318	5.879	6.335	6.266	6.113	6.258	6.080	6.041	6.170	6.219
2024	San Miguel	0.984	1.001	1.020	0.991	1.036	1.039	1.026	1.040	0.999	0.997	1.007	0.984
	Primavera	1.996	2.044	2.074	2.022	2.103	2.111	2.088	2.092	2.032	2.035	2.093	1.998
	Ancón Sur	6.084	6.355	6.193	6.015	6.313	6.179	6.259	6.130	5.986	6.129	6.146	6.075
2030	San Miguel	0.994	1.003	1.020	1.000	1.019	1.030	1.035	1.021	0.983	1.002	1.011	1.000
	Primavera	2.007	2.042	2.072	2.045	2.075	2.115	2.111	2.067	1.993	2.043	2.091	2.036
	Ancón Sur	6.048	6.316	6.123	6.101	6.266	6.163	6.249	6.146	6.046	6.156	6.155	6.095

Tabla 43. Oferta total futuro periodo húmedo.

Año	**Punto De Interés**	**Oferta Total (M^3/S)**											
		MIRO C5				NORE SM1 – M				NORESM1 - ME			
		RCP 26	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**	**RCP 26**	**RCP 45**	**RCP 60**	**RCP 80**
2019	San Miguel	1.876	1.790	1.813	1.838	1.861	2.091	1.746	2.012	1.953	1.865	1.673	1.847
	Primavera	3.821	3.638	3.684	3.730	3.775	4.234	3.541	4.089	4.008	3.820	3.453	3.731
	Ancón Sur	10.478	10.291	10.175	9.908	9.987	11.135	9.443	10.673	10.427	10.282	9.169	9.934
2024	San Miguel	1.762	1.817	1.780	1.743	1.867	1.961	1.735	1.976	1.892	1.840	1.721	1.789
	Primavera	3.584	3.691	3.618	3.538	3.805	3.970	3.517	4.010	3.854	3.747	3.520	3.616
	Ancón Sur	9.816	10.349	9.898	9.552	10.054	10.385	9.568	10.579	10.110	10.150	9.472	9.737
2030	San Miguel	1.751	1.797	1.785	1.731	1.961	1.900	1.861	1.978	1.871	1.935	1.852	1.798
	Primavera	3.547	3.652	3.627	3.525	4.005	3.846	3.783	4.025	3.802	3.933	3.791	3.635
	Ancón Sur	9.743	10.081	9.860	9.580	10.680	10.169	10.156	10.571	10.140	10.681	10.137	9.786

Con el fin de comparar los resultados de la oferta futura y la actual, se estima la diferencia en porcentaje entre ambos valores. A continuación, se presentan los valores de la menor y mayor diferencia que se presenta en cada punto de interés en Caldas por condición hidrológica y considerando todos los escenarios.

Año	Punto De Interés	Diferencia Condición Seco (%)		Diferencia Condición Media (%)		Diferencia Condición Húmeda (%)	
		MINIMO	MÁXIMO	MINIMO	MÁXIMO	MINIMO	MÁXIMO
2019	San Miguel	-15.91	-34.76	4.86	12.58	34.46	68.07
	Primavera	-15.87	-35.32	5.00	10.62	36.31	67.15
	Ancón Sur	-9.78	-24.68	-1.67	8.37	20.58	46.43
2024	San Miguel	-14.89	-28.26	4.52	10.53	38.37	58.86
	Primavera	-14.67	-28.53	4.20	10.17	38.86	58.32
	Ancón Sur	-9.18	-18.58	0.12	6.29	24.57	39.12
2030	San Miguel	-14.90	-27.79	4.45	10.04	39.17	59.03
	Primavera	-14.91	-26.98	4.03	10.37	39.15	58.92
	Ancón Sur	-9.65	-18.53	1.13	5.64	25.99	40.46

En los resultados presentados en la tabla anterior, se observa un comportamiento marcado para las condiciones secas y húmedas. Para la condición húmeda se tiene que la diferencia siempre es positiva, lo cual implica un aumento en la oferta para este período a futuro, mientras que para la condición seca el valor siempre es negativo, lo cual implica una disminución en la oferta para este caso. Para la condición media se observa que la diferencia es muy baja, por lo cual para esta condición no se aprecia un cambio importante entre la oferta actual y la futura.

A continuación, se presentan los valores de la media y la varianza de las series de caudales proyectados, en esta se utilizan las siguientes abreviaturas para detallar los puntos de interés, los correspondientes a Caldas son:

- S.M: San Miguel
- PR: Primavera
- A.S. Ancón Sur

Tabla 44. Media y varianza de las series de caudal proyectadas correspondiente a Caldas.

ESCENARIO		VARIABLE	S.M	PR	A.S
MIRO C5	Rcp26	0.631	1.280	4.151	Media
	Rcp45	0.600	1.228	3.965	Media
	Rcp60	0.656	1.339	4.225	Media

Alcaldía de Caldas ESCENARIO		VARIABLE	S.M	PR	A.S
	Rcp85	0.652	1.331	4.200	Media
NorESM1 - M	Rcp26	0.589	1.194	3.973	Media
	Rcp45	0.603	1.264	4.084	Media
	Rcp60	0.603	1.231	3.936	Media
	Rcp85	0.623	1.250	4.114	Media
NorESM1 - ME	Rcp26	0.658	1.331	4.238	Media
	Rcp45	0.665	1.355	4.240	Media
	Rcp60	0.597	1.236	4.052	Media
	Rcp85	0.565	1.163	3.823	Media
MIRO C5	Rcp26	0.018	0.075	0.355	Varianza
	Rcp45	0.016	0.068	0.423	Varianza
	Rcp60	0.011	0.047	0.224	Varianza
	Rcp85	0.014	0.057	0.307	Varianza
NorESM1 - M	Rcp26	0.024	0.100	0.537	Varianza
	Rcp45	0.017	0.080	0.408	Varianza
	Rcp60	0.025	0.104	0.523	Varianza
	Rcp85	0.018	0.072	0.379	Varianza
NorESM1 - ME	Rcp26	0.021	0.085	0.495	Varianza
	Rcp45	0.014	0.060	0.291	Varianza
	Rcp60	0.013	0.060	0.223	Varianza
	Rcp85	0.020	0.089	0.384	Varianza

2.2.7.1.3. Restricciones para cumplimiento de objetivos de calidad

Restricciones Tramo 0: Dado que este tramo es un área declarada como "Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel" por parte de Corantioquia, bajo acuerdo N° 476 de 2016, y como "Reserva Ecológica" y de "Refugio de Vida Silvestre y Parque Ecológico Recreativo Alto de San Miguel" (Acuerdos N°48 del 30 de agosto de 1993 y N° 05 de mayo 13 de 2001, respectivamente) por el municipio de Caldas, se sugiere establecer restricción para los usos agrícolas, pecuarios, recreativos primarios y secundarios, industriales,. Para los tres horizontes temporales, se considera como principal uso el de preservación de Flora-Fauna, con el objetivo de mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres de los ecosistemas asociados.

Restricciones Tramo 1: Pese a que el uso recreativo primario se presenta actualmente en este tramo y que es un uso arraigado a la comunidad, no es un uso seguro puesto que no cumple con los criterios de calidad en lo que respecta a los valores de coliformes totales y coliformes fecales. En este sentido, no se contempla a corto plazo, sino en el largo plazo esperando que se implementen las medidas para cumplir este uso. De igual manera para el horizonte corto plazo se sugiere, restringir las actividades relacionadas con los usos recreativos, industriales y de acuicultura. Mientras que, para el horizonte de mediano y largo se restringen las actividades referentes a los usos industriales.

Restricciones Tramo 2: En este tramo, para el horizonte temporal del corto y mediano plazo se sugiere la restricción de actividades asociadas a los usos recreativos, industrial. De igual manera para el largo plazo se considera la restricción de las actividades consideradas para el mediano y corto plazo, con la particularidad que las actividades relacionadas al uso recreativo secundario se liberan de restricción y solo se considera con restricción el uso recreativo primario.

Restricciones Tramo 3: Para ninguno de los horizontes se propone el uso recreativo para este tramo porque los registros históricos de RedRío para las variables coliformes totales y coliformes fecales superan el criterio de calidad para este uso.

El usuario de concesión registrados en Caldas es dado a Empresas Públicas de Medellín E.S.P para uso doméstico, la autoridad ambiental es Corantioquia, ya que dicha concesión se encuentra ubicado sobre el tramo T-R 01 San Miguel. Los usuarios de vertimientos registrados en el municipio son: Caldas 1, Caldas 2, Caldas 3, Caldas 4, Caldas 5, tipo de vertimiento son de Aguas Residuales Domesticas – ARD y un caudal de 16,49 L/s y Maderas renovables y enmarco Moldura con un caudal de 0,7 L/s. los vertimientos se encuentran ubicados sobre el tramo T-R03 Ancón Sur. A continuación, se presentan los tramos del río Aburrá, los usuarios de concesión y vertimientos.

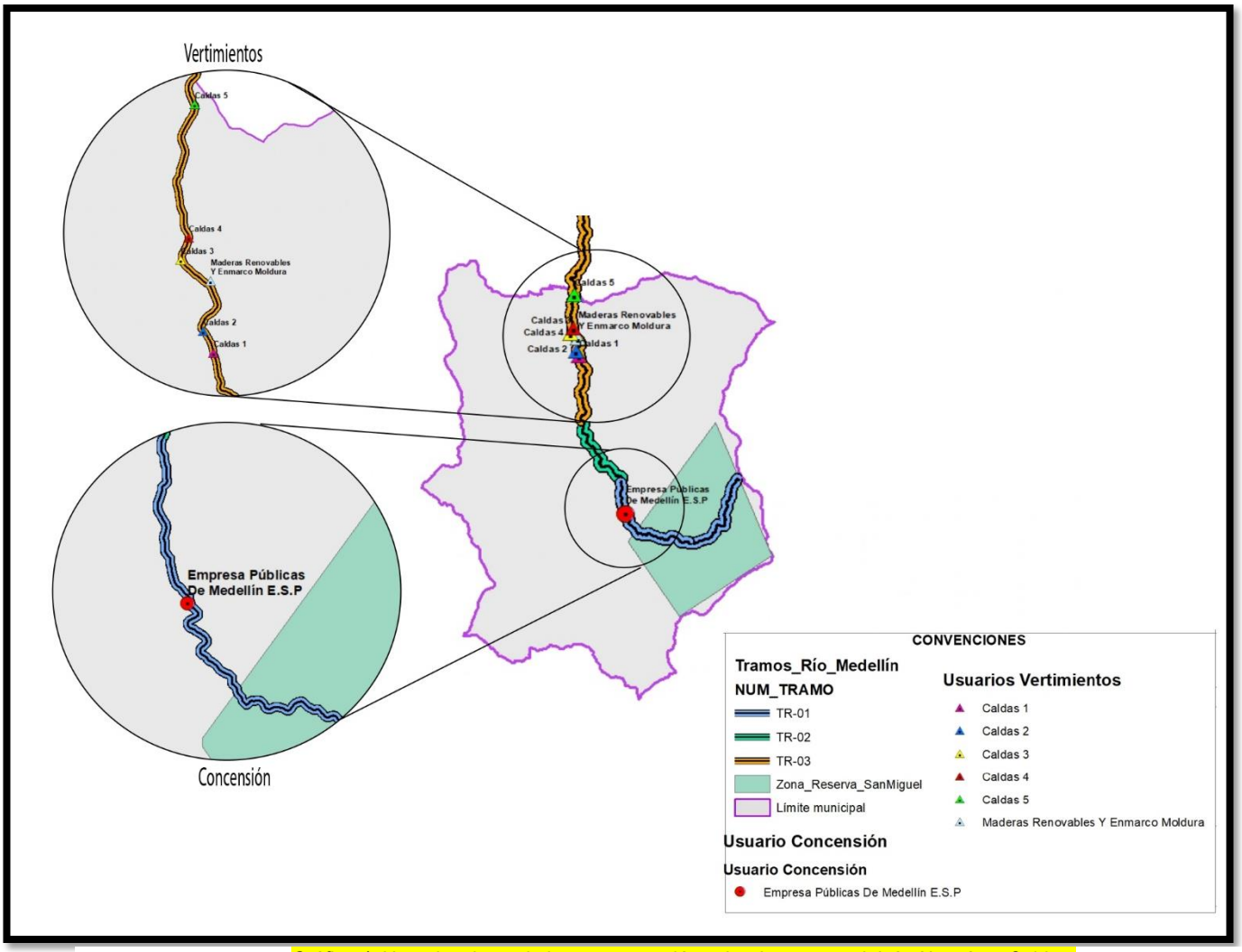


Gráfico 4. Usuarios de vertimiento y concesión sobre los tramos del río Aburrá en Caldas.

2.2.7.1.4. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la quebrada Sinifaná

Se adopta por Corantioquia en el 2018, por medio de la Resolución 040-RES1806-3330. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de la Quebrada La Sinifaná perteneciente a la Cuenca Hidrográfica del Magdalena - Cauca, zona hidrográfica Cauca, Subzona hidrográfica Directos Río Cauca entre río San Juan y Puerto Valdivia y nivel subsiguiente Directos Río Cauca entre Río Amaga y Quebrada La Sinifaná (2620-01), que discurre por los municipios de Titiribí, Amaga, Caldas, Fredonia y Venecia.

La cuenca de la quebrada Sinifaná se encuentra situada al sur del departamento de Antioquia. Abarca un área total de 204,5 km2, con alturas que varían entre los 527 y los 2.690 m.s.n.m). La cuenca se localiza, en jurisdicción de los municipios de Amaga, Titiribí, Caldas, Venecia y Fredonia. La cuenca de la quebrada Sinifaná y su sistema hídrico asociado, no sólo abastece las veredas que se encuentran en su territorio, sino muchas de las veredas de los cinco municipios a los que pertenece y que se encuentran por fuera de su área. El área de Caldas dentro de la cuenca de la quebrada Sinifaná es de 13,1 km2, es decir, 6,4% del municipio tiene participación dentro de la cuenca. Específicamente, en las veredas maní del Cardal, Sinifaná, Cardalito y la Salada.

La cuenca de la quebrada Sinifaná está conformada por una red de drenajes compuesta por 159 cuerpos de agua, según la información cartográfica disponible y suministrada por Corantioquia para la formulación del PORH en esta cuenca. Esta quebrada nace en el alto de San Miguel del municipio de Caldas, y

desemboca en el río Cauca; cruza un área rica en recursos minerales como el carbón, que es altamente explotado en estos municipios. También en sus orillas se explota el material de playa que se usa en la construcción. La quebrada Sinifaná recibe las aguas de las quebradas Piedra Verde, La Sabaletas, Cajones, La Sucia, San Agustín, La Tigre, La Taparo, Sabaleticas, La Pita, La Cascajosa, El Guamo, La Candela, entre otras.

Las redes de monitoreo históricas en la cuenca de la quebrada Sinifaná correspondientes a Caldas, son las siguientes:

Tabla 45. Red de monitoreo histórica en la cuenca de la quebrada Sinifaná - Caldas.

N°	Estudio	año	Corriente	Long	Lat	z
9	ICA	2015	Q la Borracha	-75,6515000	6,0130560	1869
10	ICA	2015	Q la Borracha	-75,6515280	6,0130560	1861
29	Industria	2015	Cantera Sinifaná	-75,6514170	6,0133610	1870
30	Industria	2015	Cantera Sinifaná	-75,6514720	6,0132220	1869

Los usuarios del recurso hídrico reconocidos en la cuenca de la quebrada Sinifaná suman 91 concesiones y 13 vertimientos (TR), de los cuales, en Caldas se registraron 3 usuarios de vertimiento industrial y un vertimiento minero.

Los tramos correspondientes a Caldas son los siguientes:

- Tramo 1 (FED_SF_01): nacimiento de la quebrada La Chaparrala y antes de la confluencia con la quebrada Sinifaná.
- Tramo 2 (AMG_SF_02): nacimiento de la quebrada Sinifaná y antes de la quebrada Piedra Verde y quebrada Cajones.

A continuación, se presentan los usos actuales, usos potenciales, índices de calidad (ICA), objetivos de calidad, índices de regulación hídrica (IRH) e índice de vulnerabilidad de desabastecimiento (IVH) para lo correspondiente a Caldas, de la cuenca de la quebrada Sinifaná.

Tabla 46. Usos actuales, usos potenciales, ICA, IVH, IRH en tramos de Caldas.

Tramo	Uso Actual	Uso Potencial	IRH	IVH	ICA	Objetivos de calidad	Oferta Caudal (l/s)	IUA	Categoría IUA
FED_SF_01	Doméstico y Piscicultura	Recreativo	Alto	Muy alto	Bueno	Categoría II y Categoría III	0,571	4,60	Bajo
AMG_SF_02	Piscicultura, Industrial y Recreativo	Estético	Alto	Muy alto	Bueno	Categoría V y Categoría VI	0,067	8,10	Bajo

Fuente: PORH Quebrada Sinifaná.

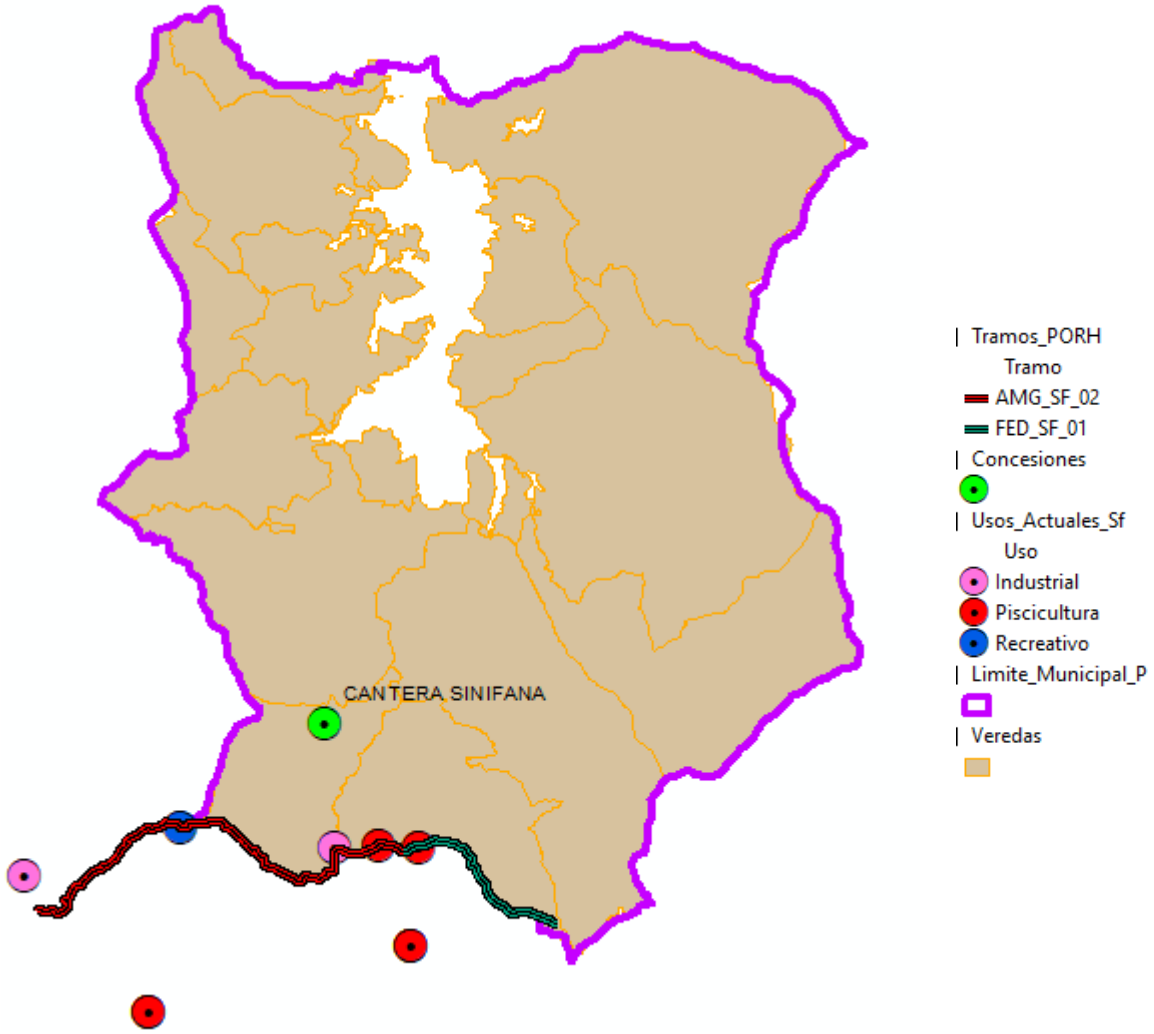


Gráfico 5. Tramos, usos actuales y concesión en tramos de Caldas.

2.2.7.1.5. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH - del Río Amagá

Se adopta bajo la Resolución 040 – 1812 – 7442 del 2018. La cuenca del río Amagá se encuentra en su totalidad en la región Aburrá Sur, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central en el suroeste de Antioquia, abarcando un área total de 25.779 ha, conformada por los municipios de Titiribí, Amagá, Angelópolis, Armenia, Caldas y Heliconia, subdivididos en 67 veredas. la influencia del río Amagá en el municipio de Caldas es de 7,05%, específicamente en las veredas La Chuscala, La Cima, Maní del Cardal, La Quiebra y Salinas.

La zonificación hidrográfica del río Amagá en área Caldas, es NSS1: 2620-01 – Directos R. Cauca – r. Amagá y Q. Sinifaná. Los tramos correspondientes son:

- Tramo 1: nacimiento de la quebrada La salina – confluencia con la quebrada La Cardala
- Tramo 2: Confluencia entre las quebradas La Cardala y La Salina – Confluencia con la quebrada La Maní del Cardal.
- Tramo 3: confluencia con la quebrada La Maní del Cardal – confluencia la quebrada Piedecuesta (aproximadamente el 46,7% de la totalidad del tramo, corresponde a Caldas).

La estación de la red de monitoreo de la calidad – Piragua, ubicado específicamente en la subcuenca de la Quebrada La Paja (2620-01-04-12). La estación de la red de monitoreo de calidad y cantidad de agua superficial, corresponden al punto 1 – río Amagá y punto 2 – río Amagá

Los usuarios de concesiones registrados como persona natural corresponden a: Hoover Antonio en la vereda Primavera y Miguel Enrique en la vereda El Porvenir, con un caudal menor a 1,060 (l/s).

Los usuarios de concesión registrados como persona jurídica privada corresponden a: JAC Vereda La Quiebra, JAC Vereda Salinas, JAC vereda La Maní del Cardas, Asociación usuarios Alto de Nicanor y Asociación de usuarios del acueducto vereda La Chuscala, La Holandesa S.A. Con un caudal entre 1,060 (l/s) y 4,120 (l/s).

El usuario de vertimiento registrado como persona jurídica privada, es Arenas y Prefabricado La Montaña, en vereda Maní del Cardal, con un vertimiento tipo residual industrial, con un caudal entre 0,016 y 0,027 (l/s).

Tabla 47. Uso potencial por tramos del río Amagá.

Tramo	Uso potencial		
	Corto Plazo	Mediano plazo	Largo plazo
1	Agrícola y pecuario	Consumo humano y domestico	Consumo humano y domestico
2	Agrícola y pecuario	Agrícola y pecuario	Agrícola y pecuario
3	Asimilación de vertimientos	Asimilación de vertimientos	Asimilación de vertimientos

Los objetivos de calidad para el río Amagá y otras corrientes (otras 47 cuencas hidrográficas) fueron fijados por Corantioquia en su Resolución 9503 de 2007, para garantizar el uso del agua en preservación y conservación del ecosistema hídrico (Clase I) y otro de asimilación y dilución aguas debajo de la zona de vertimiento. Para el río Amagá, fueron definidos los siguientes objetivos de calidad:

Tabla 48. objetivos de calidad para el río Amagá

Cuenca	Clase I		Clase Ii	
	DBO5 (mg/l)	SST (mg/l)	DBO5 (mg/l)	SST (mg/l)
Río Amagá	5,3	7,6	9,0	11,0

Las metas globales para el río Amagá por medio del acuerdo 445 de 2013, se presentan a continuación:

Cuenca	Línea Base DBO5 kg/año		Línea base SST kg/año		Meta DBO5 kg/año		Meta SST kg/año	
	Acuerdo 441	Corrección 445	Acuerdo 441	Corrección 445	Acuerdo 441	Corrección 445	Acuerdo 441	Corrección 445
Río Amagá	161.491	NA	175.423	NA	76.865	116.218	86.879	120.743

Para el proceso de implementación de las tasas retributiva y específicamente para el establecimiento del acuerdo de metas de carga contaminante definidas para el periodo 2014 – 2018, Corantioquia adelanto entre el año 2012 al 2013 un monitoreo de la calidad fisicoquímica y microbiológica en las corrientes con objetivos de calidad definidos, bajo el marco del proyecto 16: Monitoreo integral del recurso hídrico del Plan de Acción 2012 – 2015.

Los resultados obtenidos para el río Amagá del monitoreo realizado en julio de 2013, se presentan a continuación:

Parámetro	Valor	Objetivo de Calidad
Colifecales (NMP/100 ml)	9,3	----
Oxigeno (mg/l)	6,4	----
DBO5 (mg/l)	4,2	9,0
DQO (mg/l)	15,1	---
N-NO3 (mg/l)	1,5	---

Parámetro	Valor	Objetivo de Calidad
pH (unidades)	7,3	----
Solidos disueltos (mg/l)	107	----
Solidos suspendidos (mg/l)	179	11,0
Turbiedad (UNT)	128	---
Fosfatos (mg/l)	0,6	----
ICA	48 Mala Calidad	

Se evidencio que en el muestreo adelantado por Corantioquia, el río Amaga mantiene una mala calidad y un incumplimiento del objetivo de calidad en términos de Solidos suspendidos totales, esta situación se debe probablemente al aporte de vertimientos directos al río o a través de sus afluentes, de altas concentraciones de sólidos y turbiedad pero con bajos valores de contaminantes orgánicos, principalmente al inicio del tercio medio del río Amagá a su paso por la zona rural del mismo municipio.

Para conocer la calidad del agua de las fuentes abastecedoras dentro de la cuenca del río Amagá, se realizó la caracterización a cada una de las quebradas, para Caldas le corresponde la quebrada La Maní del Cardal.

Como fuente receptora del vertimiento principal de aguas residuales no domesticas de la empresa Concrearenas LTDA en la quebrada La Maní del Cardal, ubicada en el límite de los municipios de Caldas y Amagá se viene adelantando muestres de tipo compuesto e integrado con el fin de determinar la calidad del agua de la fuente hídrica.

La cantera de arenas Concrearenas LTDA es una empresa cuya principal actividad económica esta relacionada con la extracción de material petróleo, arena, arcillas comunes, yeso y anhidrita. Los resultados de las muestras tomadas aguas arribas y aguas debajo de la quebrada La Maní del Cardal fueron llevados a indicadores de tipo cualitativo, Índice de Calidad del Agua – ICA e índice de contaminación del Agua – ICOS, empleados para la determinación de la calidad y el estado de contaminación del agua en la fuente receptora del vertimiento.

Tabla 49. Indicadores de calidad del agua para la quebrada La Mani del Cardal.

índice	Fuente receptora aguas arriba	Fuente receptora aguas abajo
ICA Índice de calidad del agua	60,29 media	60,39 media
ICA básico índice de calidad del agua	0,67 media	0,63 media
ICA completo índice de calidad del agua	0,56 media	0,57 media
ICOMI índice de contaminación por mineralización	0,07 ninguna	0,08 ninguna
ICOMO índice de contaminación por materia orgánica	0,39 baja	0,39 baja
ICOSUS índice de contaminación por SST	1,00 muy alta	1,00 muy alta
ICOTRO índice de contaminación trófico	P: 0,19 mg/l eutrofia	P: 1.04 mg/l hipereutrofia
ICOpH índice de contaminación por pH	0,003 ninguna	0,005 ninguna

Fuente: Corantioquia – centro de producción más limpia, 2015.

De acuerdo con los resultados expuestos en la tabla anterior, se puede observar que la quebrada La maní presenta una clasificación de calidad “media” aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento. Los

vertimientos generados por la empresa Concrearenas LTDA afecta la calidad del agua de la fuente receptora, siendo los sólidos suspendidos totales el parámetro con mayor injerencia en la calidad del agua, además, los parámetros fisicoquímicos y biológicos se encuentran en concentraciones tales que afectan en proporcionalidad baja la fuente receptora del vertimiento.

La demanda de agua para uso agrícola en los tramos correspondientes a Caldas, corresponden a cultivo de aguacate, donde el caudal solicitado es mínimo, para los cultivos de café en la vereda maní del Cardal el caudal demandado beneficio (l/s) es de 0,01 y en Salinas es de 0,09 (l/s).

La demanda del agua para uso pecuario, específicamente en bovinos y porcícolas en las veredas correspondientes a Caldas es el siguiente:

Tabla 50. Caudal usado en bovinos y porcicola

Uso pecuario	Vereda	Caudal pecuario (l/s)
Bovino	La Chuscala	0,08
	La Cima	0,07
	La maní del Cardal	0,01
	La Quiebra	0,03
	Salinas	0,50
Porcicola	No registra	0,61
	No registra	0,21
	No registra	0,07
	La Chuscala	1,06

Fuente: diagnostico PORH río Amagá.

El índice de uso del agua, el índice de regulación hídrica y el índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico se presentan a continuación, para cada uno de los tramos correspondientes a caldas. donde se puede evidenciar que en el tramo 1 cada índice se cuantifica en Alto, el tramo dos presentan IUA bajo, IVH bajo y un riesgo a la vulnerabilidad Alto, finalmente para el tramo 3, se cuantifica en Alto cada indice.

Tabla 51. IUA – IRH – IVH por tramo del río Amagá en Caldas.

Tramo	Punto de monitoreo asociado	corriente	Descripción del tramo	Oferta disponible (l/s)	Demanda total (l/s)	Índice uso del agua (IUA)	Categoría IUA	Índice de regulación hídrica (IRH)	Categoría IRH	Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVH)	Riesgo asociado reducción de oferta	Riesgo a la disponibilidad
1	ID 1	Amagá	Ramal Quebrada la Salina	27	10,0	36,1	Alto	0,72	Retención moderada	Alto	Alto	Alto
2	ID 2		Q. La Salina a Q. La Mani del Cardal	130	4,1	3,1	Bajo	0,73		Bajo	Medio	Alto
3	ID 4		Q. maní del Cardal a Q. La Clara	503	228,1	45,3	Alto	0,73		Alto	Medio	Alto

Fuente: Diagnostico PORH río Amagá.

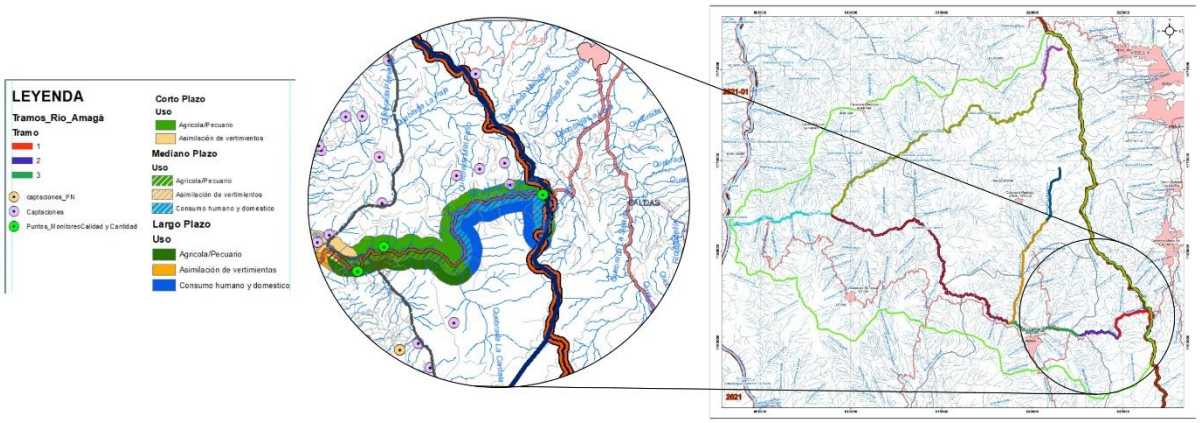


Grafico 6.Usos propuestos para PORH río Amagá, tramos en caldas.

2.2.8. Flora y Fauna

El municipio de Caldas cuenta con variedad de recursos naturales favorece la presencia de fauna y flora. La fauna silvestre es uno de los recursos más representativos algunas especies de fauna afrontan un grave riesgo de desaparición, debido a la destrucción y alteración de sus hábitats, principalmente por deforestación, contaminación y comercio ilegal.
Debido a las condiciones geográficas, climáticas y áreas priorizadas por biodiversidad ecológica presente en el municipio de Caldas, permite la existencia de una amplia y variada gama de formaciones vegetales y zonas de vida.
Se cuenta con registro de fauna de mamíferos silvestres flora presente en el municipio de Caldas, principalmente en la microcuenca de la quebrada La Valeria y la Reserva Forestal Protectora Regional – RFPR Alto de San Miguel y en el Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca- DRMI DVARC.

- **Flora:**

El listado de especies de flora con potencial presencia en la Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel – RFPR arrojó un total de 691 especies de plantas vasculares, distribuidas en 137 familias y 363 géneros. El número total de especies registradas equivale a poco más del 8% de las especies registradas para el departamento de Antioquia. Cuatro familias de Angioespermas, Orchidaceae, Asteraceae, Rubiaceae y Melastomataceae, presentaron altos valores en riqueza de especies, con más de 40 registros cada una, en total, estas cuatro familias registran más del 30% de toda riqueza de especies del Alto de San Miguel. (Corantioquia, 2019).

Según IUCN cinco familias se encuentran en peligro (EN), (*Asteraceae, Melastomataceae, Orchidae, Meliaceae & Piperaceae*), 5 familias en vulnerable (VU), (*Rubicaceae,Cedrela Montana Mortiz, Masdevallia heteróptera & MIltoniopsis vexillaria,Rubiaceae),* 3 familias en estado crítico (CR), (*Aniba perutilis Aubl, Magnoliaceae & Magnolia espinalii*).

La Resolución 1912 de 2017 reitera que las siguientes familias se encuentran en estado crítico (CR), (*Magnoliaceae & Lauraceae*), dos familias en peligro (EN), (*Dichapetalaceae & Juglandaceae*), y 3 familias en estado Vulnerable (VU), (*Podocarpaceae, Fagaceae & Orchidaceae*).

Las especies en Veda según la resolución 10194 de 2018 son: (*Magnoliaceae, Meliaceae, Juglandaceae & Fagaceae*), además, dos familias son considerados en Veda por la Resolución 3183 de 2000 y la Resolución 10194 de 2008 (*Podocarpaceae & Lauraceae*). La Resolución 1408 de 1975 (INDERENA) considera en Veda la familia (*Quercus humboldtii*) y la Resolución 0316 de 1974 (INDERENA) a la familia

(*Magnolia espinalii*). A continuación, se muestra el listado de especies de Flora en la RFPR – Alto de San Miguel:



Grafico 7. Riqueza de especies vegetales por familia en la RFPR Alto de San Miguel. Fuente: Corantioquia,2019.

A continuación, se presenta el listado de especies de flora registradas en la RFPR Alto de San Miguel, en el cual se considera el estado en el libro rojo, en la resolución 1912 de 2017 y cuales se encuentran en veda.

Tabla 52. Listado de especies de flora en la RFPR Alto de San Miguel.

Orden	Familia	Especie	Cites	Uicn	Resolución 1912 De 2017	En Veda
Asterales	Asteraceae	Angiospermas		EN		
Gentianales	Rubiaceae	Angiospermas		VU		
Myrtales	Melastomataceae	Angiospermas		EN		
Asparagales	Orchidaceae	Angiospermas	restricciones de comercialización por convención (Apéndice II)	VU		
Laurales	Aniba perutilis Aubl	Comino Crespo		CR		
Magnoliales	Magnoliaceae	Magnolia espinalii		CR	CR	Resolución 10194 DE 2008
Malpighiales	Dichapetalaceae	Stephanopodium aptotum		LC	EN	
Sapindales	Meliaceae	Cedrela montana Moritz		EN		Resolución 10194 DE 2008
Fagales	Juglandaceae	Juglans neotropica Diels		LC	EN	Resolución 10194 DE 2008
Araucariales	Podocarpaceae	Podocarpus oleifolius		LC	VU	Resolución 10194 DE 2008 Resolución 3183 de 2000
	Fagaceae	Quercus humboldtii		LC	VU	Resolución 10194 DE 2008
Asparagales	Orchidaceae.	Masdevallia heteroptera	Apendice II	EN	VU	
Asparagales	orquídeas	Miltoniopsis vexillaria	Apendice II	VU	VU	

Orden	Familia	Especie	Cites	Uicn	Resolución 1912 De 2017	En Veda
Asparagales	Orchidaceae.	Ceroxylon vogelianum		EN		
Lamiales	Gesneriaceae Dumortier	Gesneriaceae		LC		
Piperales	Piperaceae	Peperomia		EN		
Alismatales	Aracear			LC		
Laurales	Lauraceae	Comino	Apendice II	LC	CR	Resolución 10194 DE 2008 Resolución 3183 de 2000
Solanales	Solanaceae			LC		
Cyatheales	Cyatheaceae		Apendice II	LC		
Ericales	Ericaceae			NT		
Poales	Paoceae	Perennes		LC		
Poales	Bromeliaceae			LC		
Fabales	Fabaceae	mimosóideas		LC		Resolución 10194 DE 2008
Malpighiales	Stephanopodium aptotum			LC		
Sapindales	Cedrela montana Mortiz		Apendice II	VU		
Fagales	Juglans neotropica Diels			LC		
Fabales	Swartzia radiale Torke			LC		
Fagales	Quercus humboldtii	Roble		LC		Resolución 1408 de 1975 (INDERENA)
Asparagales	Masdevallia heteroptera	Orquideas		VU		
Asparagales	Miltoniopsis vexillaria	Orquideas		VU		
	Magnolia espinalii	Hojarasco		CR		Resolución 0316 de 1974 (INDERENA)

Fuente: Corantioquia,2019.

En la actualización del Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca- DRMI DVARC registró 60 especies. Según IUNC y la Resolución 1912 de 2017, 4 especies se encuentran en estado crítico (CR), (*Geissanthus ecuadorensis, Hampea thespesioides,Licania cabrerae & Magnolia espinalii*,6 especies en peligro (EN), (*Licania salicifolia, Magnolia guatapensis, Masdevallia fasciata, Piper huigranum, Psidium pedicellatum & Stephanopodium aptotum*), dos especies en estado silvestre (EW), (*Brugmansia arbórea & Brugmasia aurea*), una especie extinta (EX), (*casearia quinduensis*) y las demás especies en estado vulnerable (VU).

Según la resolución 3183 de 2000, la especie *ceroxylon parvifrons & ceroxylon vogelianym* están en Veda, y la resolución 0312 de 1974 (INDERENA) está en veda la especie *Podocarpus oleidolius & Quercus humboldtii*.a continuación, se muestra el listado de especies de flora registradas en el DRMI- DVARC, es importante aclarar que dicho listado no está sectorizado, es decir, es tomado para toda su extensión.

Tabla 53. Listado de flora en DRMI-DVARC.

Especie	Distribución	IUNC	Resolución 1912 De 2017	En Veda
Abarema josephi	Nativa	VU	VU	
Abarema lehmannii	Nativa	VU	VU	

Especie	Distribución	IUNC	Resolución 1912 De 2017	En Veda
Allomaieta ebejicosana	Endemica			
Alobiellopsis dominicensis	Nativa	VU	VU	
Anthurium cupreum	Endemica			
Asplundia harlingiana	Endemica			
Begonia antioquensis	Endemica			
Brugmansia arborea	Nativa	EW	EW	
Brugmansia aurea	Nativa	EW	EW	
Brunellia amayensis	Endemica			
Brunellia boqueronensis	Endemica	VU	VU	
Brunellia subsessilis	Nativa	VU	VU	
Brunellia trianae	Endemica			
Casearia quinduensis	Nativa	EX	EX	
Centronia brachycera	Nativa	VU	VU	
Centropogon arachnocalyx	Endemica			
Centropogon lianeus	Endemica			
Centropogon yarumalensis	Endemica			
Ceroxylon parvifrons	Nativa	VU	VU	Resolución 3183 de 2000
Ceroxylon vogelianum	Nativa	VU	VU	Resolución 3183 de 2000
Clusia chusqueae	Endemica			
Cordia barbata	Endemica			
Cordia rubescens	Endemica			
Dicranella strumulosa	Nativa	VU	VU	
Diplostephium antioquense	Endemica			
Freziera punctata	Nativa	VU	VU	
Geissanthus betancurii	Endemica			
Geissanthus ecuadorensis	Nativa	CR	CR	
Greigia danielii	Endemica			
Gunnera antioquensis	Endemica			
Hampea thespesioides	Nativa	CR	CR	
Inga mucuna	Nativa	VU	VU	
Licania cabrerae	Endemica	CR	CR	
Licania salicifolia	Endemica	EN	EN	
Magnolia espinalii	Nativa	CR	CR	Resolucion 10194 de 2008
Magnolia guatapensis	Endemica	EN	EN	
Mandevilla jasminiflora	Endemica			
Masdevallia fasciata	Nativa	EN	EN	
Meriania antioquiensis	Endemica			
Miconia archeri	Endemica			
Ocotea benthamiana	Nativa	VU	VU	
Otoba lehmannii	Nativa	VU	VU	
Palicourea danielis	Endemica			

Especie	Distribución	IUNC	Resolución 1912 De 2017	En Veda
Passiflora arborea	Endemica			
Persea ruizii	Nativa	VU	VU	
Piper cejanum	Endemica			
Piper huigranum	Nativa	EN	EN	
Piper salgaranum	Endemica			
Piper scobinifolium	Endemica			
Pleurothallis pulvinaris	Endemica			
Podocarpus oleifolius	Nativa	VU	VU	Resolución 0316 de 1974 (INDERENA) Resolución 10194 de 2008
Prunus antioquensis	Endemica			
Psidium pedicellatum	Nativa	EN	EN	
Quercus humboldtii	Nativa	VU	VU	Resolución 0316 de 1974 (INDERENA)
Satyria arborea	Endemica			
Stephanopodium aptotum	Nativa	EN	EN	
Symbolanthus pterocalyx	Endemica			
Trichosalpinx ballatrix	Endemica			
Warreella patula	Endemica			

Fuente: Corantioquia, 2022.

- **Fauna:**

A continuación, se presentan los registros asociados a los grupos de fauna de aves, mamíferos y reptiles en la RFPR Alto de San Miguel. Se registraron 75 especies, de las cuales según UICN 3 familias están en estado crítico (CR), (*Bufonidae, Dactyloidae & Hominidos*), 7 familias en peligro (EN), (*Craugastoridae, Hemiphractidae, Trichilidae,Acciptitridae, Neognatas, Tytonnidae & Cricetidae),* cuatro familias casi amenazados (NT), (*Parulidae, Columbidae, Phasianidae & Dasypodidae*), cinco familias vulnerables (VU), (*Plethodontidae, Hylidae, Centrolenidae, Icteridae & Caenolestidae*), una familia extinta (EX), (*Nesophontidae*) y las demás especies en preocupación menor (LC).

Tabla 54. Listado de fauna registrado en RFPR Alto de San Miguel.

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cites	Uicn	Distribución	
	Craugastoridae	Pristimantis scoloblepharus	Rana de lluvia cejuda		EN	endemica	Anfibios y reptiles
	Craugastoridae	P. parectatus				endémica	
	Craugastoridae	P. dorsopictus				endemica	
		Pristimantis paisa	Ranas Cutín		LC	endemica	
		Centrolene quindianum	Ranas de Cristal	Apendice II	VU	Cosmopolita	
		Rhinella macrorhina	Sapo de Caña		VU	endemica	
		Lepidoblepharis williamsi	Geco de Pestañas Norandino		EN	endemica	
Caudata	Plethodontidae				VU	endemica	
	Hylidae		Rana narizona	Apendice II	VU	endemica	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cites	Uicn	Distribución	
	Hemiphractidae		Rana Estefania del Aprada		EN	endemica	
	Dendrobatidae		Ranas venenosas de dardo o ranas punta de flecha	Apendice II	LC	endemica	
	Centrolenidae		Ranas de cristal o centrolénidos	Apendice II	VU	Cosmopolita	
Anura	Bufonidae		Sapos		CR	endemica	
	Craugastoridae		Ranitas de Hojarasca		LC	endemica	
	Viperidae		Viboras	Apendice III	LC	endemica	
	Sphaerodactylidae		Gecos o guecos		LC	endemica	
	Gekkonidae		Gecos o guecos		LC	endemica	
	Gymnophtalmidae		Microteíidos		LC	endemica	
	Dactyloidae		Abaniquillos		CR	endemica	
	Colubridae		Culebras verdaderas	Apendice II	LC	Cosmopolita	
Passeriformes			Aves o pajaros cantores	Apendice III	LC	endemica	AVES
	Thraupidae		Tángaras		LC	endemica	
	Tyrannidae		Mosqueritos, papamoscas, tiranos		LC	endemica	
	Trochilidae	Colibrí	Picaflor, chuparrosas	Apendice II	EN	endemica	
	Parulidae	Parúlidos	reinitas o bijiritas		NT	endemica	
	Accipitridae	Spizaetus isidori	Águila andina	Apendice II	EN	Cosmopolita	
	Rhinocryptidae	Tapaculo de Stilesi	tapaculo de stiles		LC	endemica	
	Columbidae	Patagioenas subvinacea	Paloma colorada		NT	Cosmopolita	
	Icteridae	Hypopyrrhus pyrohypogaster	Cacique Candela		VU	endemica	
	ictéridos	Icterus	turipial montañero y curillo		LC	Cosmopolita	
	pípridos	Chloropipo flavicapilla	Saltarin dorado		LC	endemica	
	Rhinocryptidae	Scytalopus stilesi.	churrín de Stiles o tapaculo de Stiles		LC	endemica	
	Accipitridae	Spizaetus isidori	Águila andina	Apendice II	EN	Cosmopolita	
Tinamiformes	paleongnata		Tinamúees			casi endemica	
Anseriformes	neognatas		Patos, Pijies,Ganzos y cisnes		EN	Cosmopolita	
Strigiformes	Tytonnidae		Lechuzas	Apendice II	EN	Cosmopolita	
Gallifor mes	Phasianidae		Chachalacas, Guajolotes,	Apendice III	NT	endemica	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cites	Uicn	Distribución	
			Codornies y Pavón				
Charadriiformes	Laridae		Gaviotas o pavanas	Apendice III	LC	Cosmopolita	
Pelecaniformes	Pelecanidae		Pelícanos, Garzas e ibises		LC	Cosmopolita	
Columbiformes	Columbidae		Palomas, tortolas.		LC	Cosmopolita	
Piciformes	Picidae		Pajaro Carpintero	Apendice III	LC	Cosmopolita	
Passeriformes			Aves cantoras o pajaros cantores	Apendice II	LC	Cosmopolita	
Cardueliis	Fringillidae		Jilguero	Apendice I	LC	casi endemica	
cuculiformes	Cuculidae		cucos, crialos, koeles, malcohas, garrapateros		LC	endemica	
Passeriformes	Cardinalidae				LC	Cosmopolita	
estrígidos	Strigidae		mochuuelo de madriguera, tecolote llanero o pequén	Apendice II	LC	endemica	
titíridos	Tityridae		llorón verdoso		LC	Cosmopolita	
Piciformes	Ramphastidae		Tucanes	Apendice II	LC	endemica	
Passeriformes	Corvidae	córvido	cuervo		LC	Cosmopolita	
Trochiliformes	Apodidae		Vencejos y Salanganas		LC	endemica	
	Trhreskiornithidae		ibis			endemica	
Caprimulgiformes	Nyctibiidae		Páaro Estaca		LC	Cosmopolita	
Anseriformes	Anatidae		Cisnes, Gansos, Patos y Cercetas		LC	endemica	
Passeriformes	Cinclidae		azulejo		LC	Cosmopolita	
Passeriformes	Icteridae		oropendolas, caciques, tordos, bolseros, pastoreros		LC	Cosmopolita	
Carnivora	Felidae	Puma concolor	Puma sudamericado o león de montaña andino	Apendice I y II	LC	casi endemica	Mamiferos
	Cricetidae	Handleyomys intectus			LC	casi endemica	
	Sciuridae	Notosciurus pucheranii	ardilla roja de las yungas			Cosmopolita	
	sorícidos	Cryptotis	Musaraña		LC	endemica	
Chiroptera	mamíferos placentarios		murcielagos			endemica	

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Cites	Uicn	Distribución
mamíferos placentarios	Rodentia		Roedores	Apendice III	LC	Cosmopolita
filostómidos	Phyllostomidae	Murcielagos	Murcielagos con hoja nasal	Apendice III	LC	endemica
	Cricetidae		Hámsteres		EN	casi endemica
Carnivora	Procyonidae		mapaches u osos lavadores	Apendice III	LC	Cosmopolita
Carnivora	Felidae		felinos	Apendice I y II	LC	endemica
Rodentia		Coendou	puerco porcupine		LC	endemica
Rodentia		C rufescens	puercoespin colicorto		LC	endemica
Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosops	marmosa esbelta de vientre blanco		LC	casi endemica
Didelphimorphia	Didelphidae	M. caucae	marmosa esbelta del Cauca			endemica
Didelphimorphia	Didelfimorfos		chuchas, zorras peleonas, zarigÜeyas		LC	endemica
Cingulata	Dasypodidae		armadillos, gurre u ocarros	Apendice I	NT	endemica
Pilosa	Asteraceae		acahuale blanco, mulito, rosilla	Apendice II	LC	endemica
Lagomorpha	lagomorfos		liebres y conejos		LC	endemica
Paucituberculata	Polydolopidae					casi endemica
Primates	homínidos		babuinos,macacos, monos aulladores	Apendice II	CR	endemica
Eulipotyphla	Nesophontidae				EX	endemica
	Myrmecophagidae	myrmecophagidae	osos hormigueros	Apendice II y III	LC	endemica
	Megalonychidae		perezosos de dos dedos de Linneo		LC	endemica
	Erethizontidae		puercoespin		LC	endemica
	Cuniculidae	cuniculus paca	guagua	Apendice III	LC	casi endemica
	Caenolestidae		raton marsupial negruzco		VU	endemica
	Sciuridae		ardilla, marmotas y perritos de la pradera		LC	endemica
	Dasypodidae		armadillos	Apendice I	NT	endemica

Fuente: Corantioquia, 2019.

A continuación, se presentan los registros asociados a los grupos de fauna de aves, mamíferos y reptiles en la actualización del Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca- DRMI DVARC, el cual no presenta datos por sectores, sino en su totalidad del área del DRMI-DVARC.

En total se registraron 291 especies, según UICN 14 especies se encuentran en estado crítico (CR), 15 en peligro (EN),136 en preocupación menor (LC),16 casi amenazados (NT), 44 vulnerables (VU) y cuatro con datos insuficientes (DD).

Tabla 55. Listado de especies de fauna en la actualización del DRMI-DVARC.

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES	
Caeciliidae, Rhinatrematidae y Typhlonectidae	apodos o cecilias	cosmopolita		LC		Anfibios
Plethodontidae	salamandras	cosmopolita		VU		
Craugastoridae	Craugastoridae	Casi endemica		LC		
Hylidae	salamandras	cosmopolita		LC		
Bufonidae	bufónidos	cosmopolita		LC		
Centrolenidae	salamandras	Endemica		VU		
Dendrobatidae	Ranas punta de flecha	Casi endemica		VU		
Leptodactylidae	salamandras	cosmopolita		LC		
Aromobatidae	salamandras	Endemica		LC		
Hemiphractidae	Ranas hemifráctidos	Endemica		EN		
Rheobates palmatus	ranas	Endemica		LC		
Centrolene robledoi	ranas	Endemica		LC		
Andinobates opisthomelas	ranas	Endemica		VU		
Leucostethus fraterdanieli	ranas	Endemica		LC		
Niceforonia latens	ranas	Endemica		VU		
N. mantipa	ranas	Endemica				
Dendropsophus bogerti	ranas	Endemica		LC		
Hyloscritus Antioquia	ranas	Endemica				
Strabomantis necopinus	ranas	Endemica		VU		
Hyloxalus excisus	ranas	Endemica		DD		
Gastrotheca dunni	ranas	Endemica		LC		
Pristimantis permixtus	ranas	Endemica		LC		
P. boulengeri	ranas	Endemica		EN		
P. dorsopictus	ranas	Endemica		VU		
P. fallax	ranas	Endemica		LC		
P. Paisa	ranas	Endemica		LC		
P. penelopus	ranas	Endemica		LC		
P. phragmipleuro	ranas	Endemica		CR		
P. erythropleura	ranas	Endemica		LC		
P. parectatus	ranas	Endemica		EN		
P. piceus	ranas	Endemica		LC		

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES	
Centrolene geckoideum	ranas	Endemica		CR		
Pristimantis chalceus	ranas	Endemica		LC		
Hyloxalus lehmanni	ranas	Endemica		NT		
Leptodactylus colombiensis	ranas	Endemica		LC		
Atelopus sernai	Sapos	Casi endemica		CR		
Rhinella ruizi	Sapos	Casi endemica		VU		
Craurgastor raniformis	Sapos	Casi endemica				
Pristimantis taeniatus	Sapos	Casi endemica		LC		
Bolitoglossa vallecula	salamandras	Casi endemica		LC		
B. ramosi	salamandras	Casi endemica		LC		
Bolitoglossa	salamandras	Casi endemica		VU		
phalarosoma	Cecilias	Casi endemica		NT		
C. occidentalis	Cecilias	Casi endemica		EN		
Epicrionops parkeri	Cecilias	Casi endemica		VU		
Caecilia pachynema	Cecilias	Casi endemica		LC		
Typhlonectes natans	Cecilias	Casi endemica		LC		
Atelopus sernai	Sapito Arlequin se Serna	Endemica	EN	CR		
Pristimantis phragmipleuro	Rana ladrona de azucar	Endemica	CR	CR		
Strabomantis necopinus	Rana Cabezona	Endemica	VU	VU		
gargantimanchada	rana de lluvia	Casi endemica	VU			
Centrolene geckoideum	Rana de Cristal	Endemica	EN	CR		
Pristimantis Parectatus	rana	Endemica	VU	EN		
Epicrionops parkeri	Cecilias	Endemica	EN	VU		
Rhinella ruizi	Sapos	Endemica	EN	VU		
Centrolene buckleyi	ranas	Endemica	EN	CR		
Niceforonia latens	ranas	Endemica	EN	VU		
Hyloscritus Antioquia	ranas	Endemica	EN			
Pristimantis dorsopictus	ranas	Endemica	EN	VU		
Andinobates opisthomelas	ranas	Endemica	EN	VU		
Caecilia occidentalis	Cecilias	Endemica		NT		
Bolitoglossa ramosi	salamandras	Endemica		NT		
Hyloxalus lehmanni	ranita saltarina de lehmanni	Endemica	NT	NT		
Caecilia Caribe	Cecilias	Endemica	DD	DD		
C. pachynema	Cecilias	Endemica	DD	LC		
Bolitoglossa phalarosoma	salamandras	Endemica	DD	NT		
Hyloxalus excisus	rana	Endemica	DD	DD		
Colubridae	culebras	Endemica		LC		Reptiles

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES
Dactyloidae	lagartijas	Endemica		LC	
ymnophthalmidae	lagartijas	Endemica			
Sphaerodactylidae	salamanquejas	Endemica		LC	
Corytophanidae	pasaroyos	Endemica		LC	
Gekkonidae	gecos	Endemica		LC	
Elapidae	corales	Endemica		LC	
Viperidae	viboras	Endemica		LC	
Leototyphlopidae	ciegas	Casi endemica			
Teiidae	lobos	Endemica		LC	
Hoplocercidae	camaleon	Casi endemica		LC	
Iguanidae	iguanas	Endemica		EN	
Alopoglossidae	lagartos de escamas grandes	Endemica		VU	
Scincidae	lisa o limpiacasa	Endemica		LC	
Atractus lasallei	culebras	Endemica		LC	
A. obesus	culebras	Endemica		VU	
A. melas	culebras	Endemica		LC	
A. andinus	culebras	Endemica		VU	
A. loveridgei	culebras	Endemica		LC	
Dipsas pratti	culebras	Endemica		LC	
Mastigodryas danieli	culebras	Endemica		LC	
Helicops danieli	culebras	Endemica		LC	
Trilepida joshuai	ciega	Endemica		LC	
Anolis antioquiae	lagartijas	Endemica		NT	
A. antonii	lagartijas	Endemica		CR	
A. heterodermus	lagartijas	Endemica		LC	
A. mariarum	lagartijas	Endemica		LC	
A. megalopithecus	lagartijas	Endemica		LC	
A. rivalis	lagartijas	Endemica		LC	
A. tolimensis	lagartijas	Endemica		VU	
A. ventrimaculatus	lagartijas	Endemica		LC	
Riama striata	lagartijas	Endemica		LC	
Morunasaurus groi	camaleon	Endemica		EN	
Lepidoblepharis duolepis	salamanquejas	Endemica		LC	
L. colombianus	salamanquejas	Endemica		LC	
Hemidactylus angulatus		Introducidas		LC	
H. brookii		Introducidas		DD	
Lepidodactylus lugubris		Introducidas		LC	
Morunasaurus groi	Mantícoras de Gro	Casi endemica	LC	EN	
Riama columbiana	lagartija colombiana de hojarasca	Casi endemica	LC	EN	
Kinosternon scorpioides	tortuga barrosa	cosmopolita	VU	VU	

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES	
Ptychoglossus danieli	lagarto de escamas grandes	Endemica	CR	CR		
Anolis ventrimaculatus	lagartija	cosmopolita		LC		
Clelia clelia	culebra viborera	Casi endemica		LC	Apendice II	
Thraupidae	tangaras y fruteros	Endemica		LC		Avifauna
Tyrannidae	atrapamoscas	Endemica		LC		
Furnariidae	trepatroncos y chamiceros	Endemica		LC		
Parulidae	reinitas	Endemica		VU		
Icteridae	oropéndolas y turpiales	Endemica		LC		
Passerelidae	(gorriones del nuevo mundo	Endemica				
Troglodytidae	cucaracheros	Casi endemica		LC		
Turdidae	mirlas	cosmopolita		LC		
Rhinocryptidae	tapaculos	Casi endemica		LC		
Hirundinidae	golondrinas	cosmopolita		LC		
Fringillidae	Jilgueros	cosmopolita		LC		
Cardinalidae	cardenales	cosmopolita		LC		
Thamnophilidae	bataras	cosmopolita		LC		
Vireonidae	verderones	cosmopolita		LC		
Corvidae	cuervos	Endemica		LC		
Cotingidae	cotingas	Casi endemica		LC		
Grallaridae	tororoi	Casi endemica		LC		
Tityridae	cabezones	Casi endemica		LC		
Pipridae	saltarines	Casi endemica		CR		
Cinclidae	mirlos de agua	Casi endemica		LC		
Mimidae	Sinsontes	Casi endemica		EN		
Nyctibiidae	bienparados o mirapalcielo	Casi endemica		LC		
Caprimulgidae	gallinaciegas	Casi endemica		EN		
Trochilidae	colibríes	Casi endemica		LC		
Apodidae	vencejos	Casi endemica		LC		
Capitonidae		Casi endemica		LC		
Ramphastidae	tucanes	Casi endemica		LC		
Picidae	carpinteros	Casi endemica		LC		
Falconidae	halcones	cosmopolita		VU		
Accipidridae	águilas y gavilanes	Casi endemica				
Cracidae	pavas y guacharacas	Casi endemica		EN		
Odontophoridae		Casi endemica		VU		
Charadriidae		Casi endemica		LC		
Laridae		Casi endemica		LC		
Scolopacidae	alcaraván y gaviota	Casi endemica		LC		
Strigidae	búhos y lechuzas	Casi endemica		LC		
Alcedinidae	Martines pescadores	Casi endemica		LC		

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES
Momotidae	Barranqueros	Casi endemica		LC	
Psittacidae	Loros	Casi endemica		CR	
Columbidae	Palomas	Casi endemica		CR	
Ardeidae	garzas	Casi endemica		LC	
Threskiornithidae	ibis	Casi endemica		LC	
Cuculidae	cucos	Casi endemica		VU	
Trogonidae	soledades	Casi endemica		VU	
Tinamidae	gallinetas de monte	Casi endemica		EN	
Anatidae	patos	Casi endemica		LC	
Anhingidae	cormoranes	Casi endemica		LC	
Ortalis columbiana	La guacharaca colombiana	Casi endemica		LC	
Odontophorus hyperythrus	perdiz colorada	Casi endemica		LC	
Scytalopus stilesi	tapaculo de stiles	Casi endemica		LC	
Cercomacroides parkeri	hormiguero de Parker	Casi endemica		LC	
cacique candela	Hypopyrrhus pyrohypogaster	Casi endemica		VU	
toche enjalmado	Ramphocelus flammigerus	Casi endemica		LC	
atlapetes cabecigualdo	Atlapetes flaviceps	Casi endemica		NT	
Habia gutturalis	habias sombría	Casi endemica		LC	
H. cristata	copetona	Casi endemica		VU	
Nothocercus julius	El tinamú cabecirrojo	Casi endemica		LC	
Odontophorus erythrops	corcovado frentirrojo	Endemica		LC	
Thamnophilus multistriatus	el batará carcajada	Endemica		LC	
Chloropipo flavicapilla	saltarín dorado	Endemica		VU	
Chlorostilbon melanorhynchus	colibríes esmeralda Coliazul	Casi endemica		LC	
Heliangelus exortis	turmalina	Casi endemica		LC	
Haplophaedia aureliae	calzadito verdoso norteño	Casi endemica		LC	
Amazilia saucerottei	amazilia coloiazul	Casi endemica		LC	
Aulacorhynchus haematopygus	tucaneta culirroja	Casi endemica		LC	
Pionus chalcopterus	loro alibronceado	Casi endemica		LC	
Scytalopus spillmanni	churrín de Spillmann	Casi endemica		LC	
Thripadectes flammulatus	trepamusgos flamulado	Casi endemica		LC	
Leptopogon rufipectus	el orejero Pechirrufo	Casi endemica		LC	
Todirostrum nigriceps	espatulilla cabecinegra	Casi endemica		LC	
Nephelomyias pulcher	el mosquero hermoso	Casi endemica		LC	
Cyclarhis nigrirostris	el vireón piquinegro	Casi endemica		LC	

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES	
Cyanolyca armillata	charas collareja	Casi endemica		LC		
Cyanocorax affinis	pechinegra	Casi endemica		LC		
Pheugopedius mystacalis	cucaracheros bigotudo montano	Casi endemica		LC		
Cinnycerthia unirufa	rufo	Casi endemica		LC		
C. olivascens	sepia	Casi endemica		LC		
Iridosornis porphyrocephalus	Musguerito gargantilla	Casi endemica		NT		
Stilpnia vitriolina	las Tangaras rastrojera	Casi endemica				
Tangara labradorides	verdinegra	Casi endemica		LC		
Myioborus ornatus	Reinita cariblanca	Casi endemica		LC		
Spinus spinescens	el jilguero andino	Casi endemica		LC		
Arremon atricapillus	el cerquero cabecinegro	Casi endemica		LC		
Atlapetes pallidinucha	atlapetes nuquipálido	Casi endemica		LC		
Saltator atripennis	pepitero alinegro	Casi endemica		LC		
Scytalopus stilesi	el churrín o tapaculo	Casi endemica	EN	EN		
Hypopyrrhus pyrohypogaster	cacique candela	Casi endemica	VU	VU		
Chloropipo flavicapilla	saltarín dorado	Casi endemica	VU	VU		
Creurgops verticalis	tángara crestirufa	Casi endemica	VU	VU		
Atlapetes flaviceps	atlapetes de anteojos	Casi endemica	VU	VU		
Patagioenas subvinacea	paloma vinosa	Casi endemica	VU	VU		
Chloropipo flavicapilla	saltarín dorado	Casi endemica	VU	VU		
Hypopyrrhus pyrohypogaster	cacique candela	Casi endemica	VU	VU		
Odontophorus hyperythrus	corcovado castaño	Casi endemica	NT	NT		
Contopus cooperi	Pibí Boreal	Casi endemica	NT	NT		
Iridosornis porphyrocephalus	Musguerito gargantilla	Casi endemica	NT	NT		
Vermivora chrysoptera	Reinita Alidorada	cosmopolita	NT	NT		
Habia gutturalis	Habia sombria	Endemica	NT	NT		
Tytonidae	Lechuzas	Casi endemica		VU	Apéndice II	
Strigidae	Buhos	cosmopolita		LC	Apéndice II	
Trochilidae	colibríes	neotropical		LC	Apéndice II	
Parulidae	Reinitas	Casi endemica		VU	Apéndice II	
Tyrannidae	atrapamoscas	Casi endemica		LC	Apéndice II	
Accipitridae	gabilanes	cosmopolita		LC	Apéndice II	
Cardinalidae	cardenales	Casi endemica		LC	Apéndice II	
Hirundinidae	golondrinas	cosmopolita		LC	Apéndice II	
Vireonidae	verderones	cosmopolita		LC	Apéndice II	
Scolopacidae	playeros	cosmopolita		LC	Apéndice II	

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES	
Anatidae	patos	cosmopolita		LC	Apéndice II	
Cuculidae	cucos	cosmopolita		VU	Apéndice II	
Laridae	gaviotas	Casi endemica		LC	Apéndice II	
Cathartidae	gallinazos	Casi endemica		CR	Apéndice II	
Falconidae	halcones	Casi endemica		VU	Apéndice II	
Turdidae	mirlas	Casi endemica		LC	Apéndice II	
Cathartes aura	guala cabecirroja	Casi endemica	NT	LC		Aves migratorias latitudinales, especies que presentan simpatría
Elanoides forficatus	el elanio tijereta	Casi endemica	NT	LC		
Setophaga petechia	reinita dorada	Casi endemica	NT	LC		
Vireo olivaceus	vireo chibi	Casi endemica	NT	LC		
Myiodynastes maculatus	siriri rayado	Casi endemica	NT	LC		
Tyrannus savana	Atrapamoscas tijereton	Casi endemica	NT	LC		
Contopus cooperi	Pibí Boreal	Casi endemica	NT	NT		
Vermivora chrysoptera	Reinita alidorada	Casi endemica	NT	NT		
Astroblepidae		Casi endemica		VU		Ictiofauna
Trichomycteridae		Casi endemica		LC		
Loricariidae		Casi endemica		LC		
Heptapteridae		Casi endemica		LC		
Callichthyidae		Casi endemica		CR		
Pimelodidae		Casi endemica		EN		
	Characidae	Casi endemica		LC		
Parodontidae	Crenuchidae	Casi endemica		VU		
Prochilodontidae	Bryconidae	Casi endemica		LC		
Centrarchidae		Casi endemica		NT		
Cichlidae.		Casi endemica				
Hypopomidae		Casi endemica		LC		
Apteronotidae		Casi endemica		LC		
Poeciliidae		Casi endemica		LC		
Salmonidae		cosmopolita		VU		
Parodon magdalenensis		Endemica		LC		
Ichthyoelephas longirostris		Endemica		VU		
Prochilodus magdalenae		Endemica		DD		
Characidium phoxocephalum		Endemica		LC		
Bryconamericus icelus		Endemica		DD		
Creagrutus brevipinnis		Endemica		LC		
Hemibrycon boquiae		Endemica		LC		
H. cf tolimae		Endemica				
Brycon rubricauda		Endemica				
Trichomycterus straminius		Endemica		DD		
T. stellatus		Endemica				

Familia	Especie	Distribución	Resolución 1912 2017	UICN	CITES
T. retropinnis		Endemica			
Astroblepus frenatus		Endemica		DD	
A. guentheri		Endemica			
A. homodon		Endemica			
A. unifasciatus		Endemica			
A. chapmani		Endemica			
A. micrescens		Endemica			
Cordylancistrus dagua		Endemica		LC	
Chaetostoma thomsoni		Endemica		LC	
C. leucomelas		Endemica			
Apteronotus eschmeyeri		Endemica		LC	
Saccodon dariensis		Casi endemica		LC	
Characidium caucanum		Casi endemica		LC	
Creagrutus magdalenae		Casi endemica		LC	
Hyphessobrycon inconstans		Casi endemica			
Trichomycterus caliensis		Casi endemica		LC	
T. chapmani		Casi endemica			
Astroblepus nicefori		Casi endemica		DD	
A. chotae		Casi endemica			
Lasciancistrus caucanus		Casi endemica			
Kronoheros umbriferus		Casi endemica			
Micropterus salmoides		Introducidas		LC	
Coptodon rendalli	las mojarras	Introducidas		LC	
Oreochromis mossambicus	las mojarras	Introducidas		VU	
O. niloticus	las mojarras	Introducidas			
Oncorhynchus mykiss	trucha arcoíris	Introducidas			
Ichthyoelephas longirostris	El Jetudo	Introducidas	EN	VU	
Prochilodus magdalenae	Bocachico	Introducidas	VU	DD	
Characidium phoxocephalum	rollizo	Introducidas	VU	LC	
Hemibrycon cf tolimae	pintona	Introducidas	VU	VU	
Astroblepus latidens	capitán	Introducidas	VU	VU	
Chillona		Introducidas	NT	NT	
Ramphocelus flammigerus	asoma candela	Endémica		LC	

Fuente: Corantioquia, 2022.

Con el fin de completar los registros de flora y fauna en el municipio de Caldas, se presenta a continuación el listado de especies de SiB Colombia, de las cuales, según UICN 227 especies de flora están en estado crítico (CR), 617 en peligro (EN), 625 vulnerable (VU), 310 en casi amenazado (NT), y 34447 no evaluadas

(NE), y 3 extintas (EX). Según el UICN 135 especies de fauna se encuentran en estado crítico (CR),291 en peligro (EN),3 especies extintas (EX), 362 en casi amenazado (NT), 469 vulnerable (VU), 6941 en preocupación menor (LC): a continuación, se encuentra el hipervínculo, el cual permitirá ver dicha información con mayor detalle.

C:\Users\PC\Desktop\flora y fauna\Flora y Fauna\Flora & Fauna SIbColombia.xlsx

En los siguientes gráficos, se podrá observar la cantidad de especies de fauna y flora por cada una de la categoría de UICN del reporte de SiB Colombia.

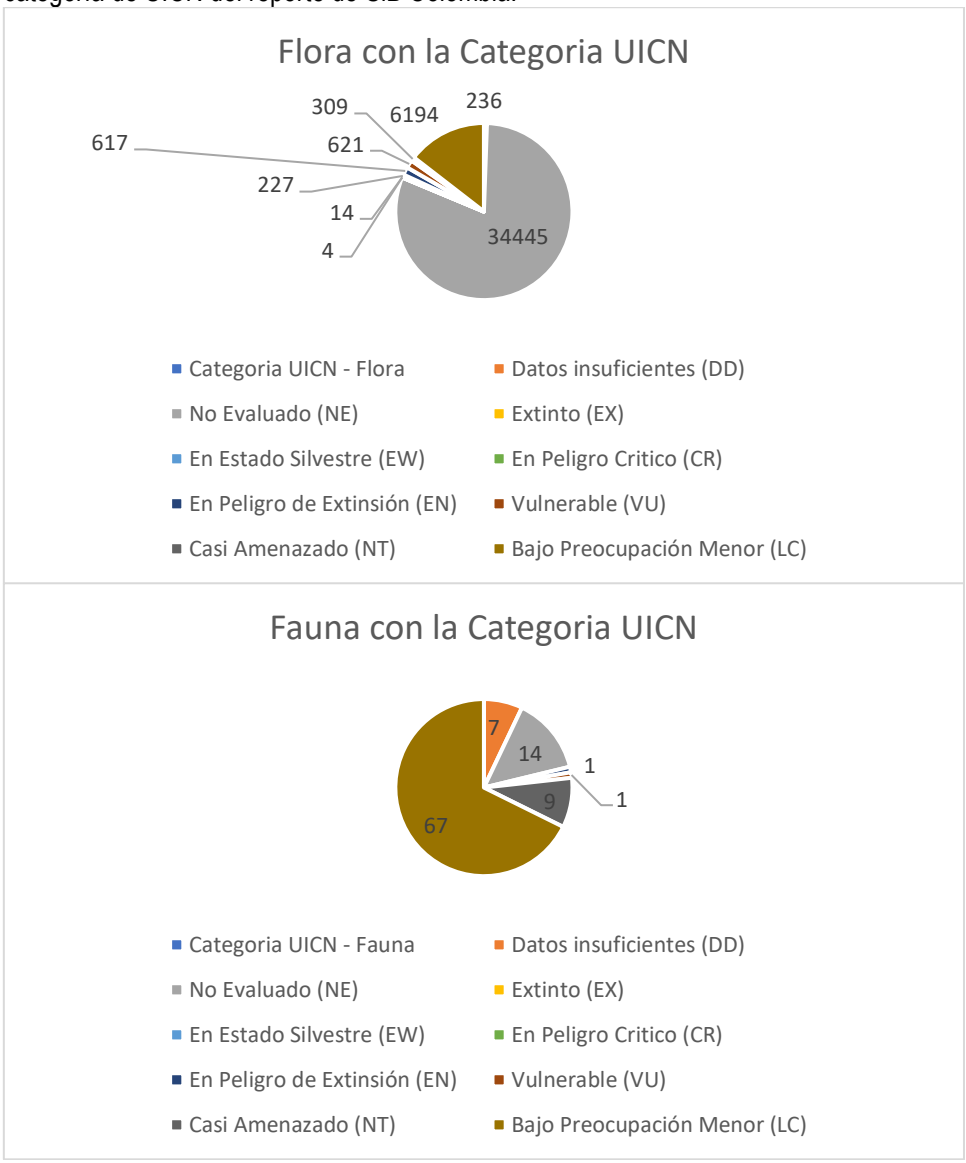


Gráfico 8. Cantidad de especies de flora y fauna en categoría UICN- Fuente. SíB Colombia.

2.2.9. Calidad del Aire

El aire es una mezcla de gases que constituye la atmosfera terrestre y permanecen en el planeta tierra debido a la fuerza de gravedad, generando su permanencia en la troposfera. El desarrollo industrial, el uso de automóvil y diferentes sustancias químicas pueden alterar la composición natural del aire, disminuyendo la calidad del aire y la salud de las personas que habitan en zonas con mayor presencia de contaminantes del aire. Actualmente en el Valle de Aburrá se realiza un control para disminuir las emisiones de los

contaminantes al aire, por medio de reglamentaciones, educación ambiental y estaciones de monitoreo de los contaminantes; la elaboración de informes de la contaminación atmosférica diaria permite identificar las zonas críticas contaminadas para aumentar el monitoreo o control de las industrias, vehículos o actividades que al desarrollarse no cumplen con la totalidad de la reglamentación, esto debido a que según datos de la Organización Mundial de la Salud, una de cada ocho muertes a nivel mundial son ocasionadas por la contaminación del aire.

La región metropolitana del Valle de Aburrá es calificada como área fuente de contaminación, por lo que la descontaminación del aire es posible por medio de aplicación de planes de acción en toda la cuenca, es decir, que cubran los diez municipios y en cada uno se tomen medidas de mitigación y prevengan los daños de las múltiples fuentes de emisión de contaminantes.

Los niveles de contaminación en el Valle de Aburrá se evalúan anualmente (PM_{10} y $PM_{2,5}$), ya que se evidencian comportamientos típicos en la transición de la temporada seca y la primera temporada de lluvias, las cuales se presentan en el mes de marzo, ya que la presencia de capas de nubes de baja altura ocasiona la acumulación de contaminantes en la atmosfera, por lo que en dicho periodo se han registrado las concentraciones más altas de material particulado del año, aunque en la transición de temporada de lluvias a temporada seca, cerca del mes de noviembre se registran incrementos significativos en la concentración de dichos contaminantes.

2.2.9.1. Emisiones generadas por fuentes móviles.

El Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá con año base el 2018, elaborado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad Pontificia Bolivariana presentan los resultados de fuentes móviles para todo le Valle de Aburrá, porque es considerada toda la región metropolitana como volumen de control, ya que los viajes tienen origen y destino en los diez municipios del Valle.

Los principales resultados de emisiones de fuentes móviles son los siguientes:

Para el año 2018, el parque automotor estaba conformado por 1,550,973 vehículos; de los cuales el 54.58% son motocicletas (53.30% motos 4T y el 1.27% a motos 2T); los automóviles con un 38.26% siendo estas dos categorías las de mayor cantidad en el Valle. El 7.16% restante son de la categoría de camiones y taxis con un 1.97% y 1.96% respectivamente, además, la categoría de auto servicio especial con un 1.18% y los buses de servicio especial con un 0.93% de participación.

Tabla 56. Composición del parque automotor del Valle de Aburrá, año 2018

Categoría vehicular	Total	Porcentaje
Autos	593,47	38.26%
Taxis	30,43	1.96%
Autos servicio especial	18,35	1.18%
Buses	5,29	0,34%
Buses servicio especial	14,45	0,93%
Camiones	30,57	1.97%
Motocicletas 2 Tiempos	19,77	1.27%
Motocicletas 4 Tiempos	826,71	53.30%
Metroplús	448,00	0,03%
Tractocamiones	6,53	0.42%
Volquetas	4,96	0,32%
Total	1998,53	100%

Fuente: (AMVA I. d., 2018)

Las emisiones de contaminantes criterio por categoría vehicular para el año 2018 en el Valle de Aburrá y su respectiva distribución son los siguientes:

Tabla 57. Emisiones de contaminantes criterio por categoría vehicular, año 2018 (ton/año).

Categoría	Monóxido de Carbono - CO	Óxidos de nitrógeno - NOx	Óxidos de azufre - SOx	Compuestos orgánicos volátiles - VOC	Material particulado menor de 2.5

					micrómetros – P.M2.5
Autos	32,19	2,26	70	1,85	31,00
Taxis	873,00	223,00	13	79,00	7,00
Autos servicio especial	1,77	254,00	5	84,00	15,00
Buses	613,00	935,00	1	112,00	33,00
Buses servicio especial	200,13	4,09	8	11,02	633,00
Camiones	304,77	6,47	15	16,71	978,00
Motos 2T	828,00	1,00	0	353,00	8,00
Motos 4T	19,42	608,00	30	2,19	118,00
Metroplús	117,00	11,00	0	1,00	0,00
Tractocamiones	273,00	319,00	0	52,00	23,00
Volquetas	1,57	1,35	1	290,00	780,00
Total	565,56	16,52	144	32,74	2,63

Fuente: (AMVA I. d., 2018)

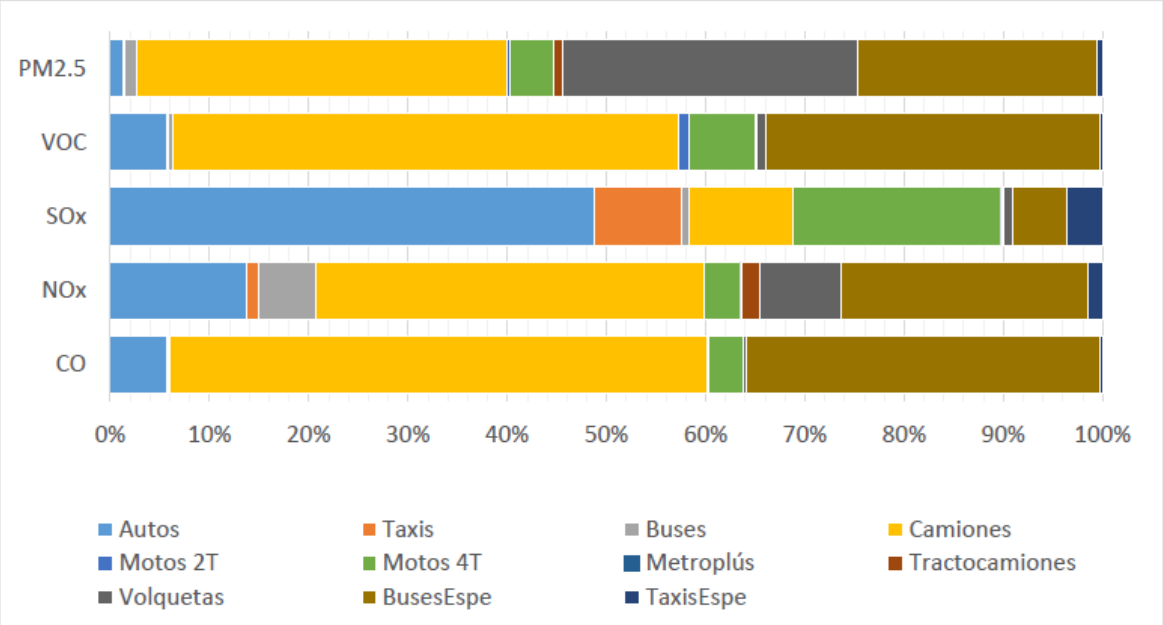


Grafico 9. Distribución de emisiones de contaminantes criterio por categoría vehicular, año 2018.Fuente: (AMVA I. d., 2018)

El principal responsable de las emisiones de gases es la gasolina con el 94% de CO, 93% de SOx y el 94% de VOC. El diésel es el principal aportante de NOx y PM2.5 con el 63% y el 90% de las emisiones de estos contaminantes. El Gas Natural Vehicular – GNV contribuye a las emisiones de CO con el 4% y en un 2% al NOx.

Tabla 58. Emisiones de contaminantes criterio por tipo de combustible, año 2018.

Combustible	CO	NOx	SOx	VOC	PM2.5
Gasolina	529,08	5,82	134,00	30,71	248,00
Diésel	10,74	10,36	11,00	1,92	2,37
GNV	22,74	347,00	0,00	105,00	6,00
Total	562,56	16,52	144,00	32,74	2,63

Fuente: (AMVA I. d., 2018).

2.2.9.2. Planes de Movilidad Empresarial Sostenible – Planes Mes:

Adoptado mediante la Resolución Metropolitana 1379 de 2017 y modificados posteriormente por las Resoluciones Metropolitanas 171 y 2036 de 2019, iniciativa del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para que las organizaciones reflexionen sobre los impactos que tienen los viajes de sus colaboradores e implementen estrategias que contribuyan a mejorar la movilidad, la calidad del aire, la salud y la calidad de vida de los habitantes del territorio.

Esta estrategia es enmarcada en el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire – PIGECA del Valle de Aburrá, siendo la ruta metropolitana que incluye metas de calidad del aire a través del trabajo conjunto entre los distintos actores que cohabitan el territorio.

La Resolución 1379 de 2017, indica que todas las organizaciones privadas y públicas que tengan más de 200 trabajadores directos e indirectos y cuyas instalaciones se encuentren en alguno de los diez municipios del Valle de Aburrá, deben formular e implementar los Planes Mes. Las empresas que han presentado su Plan Mes en el municipio de Caldas, son las siguientes:

Tabla 59. Empresas con Plan Mes en el municipio de Caldas.

Razón Social y/o Nombre Comercial	Municipio
Hospital San Vicente de Paul de Caldas	Caldas
Locería Colombiana S.A – Vajillas Corona	Caldas
Municipio de Caldas	Caldas
Rápido Transportes La Valeria y CIA SCA	Caldas

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

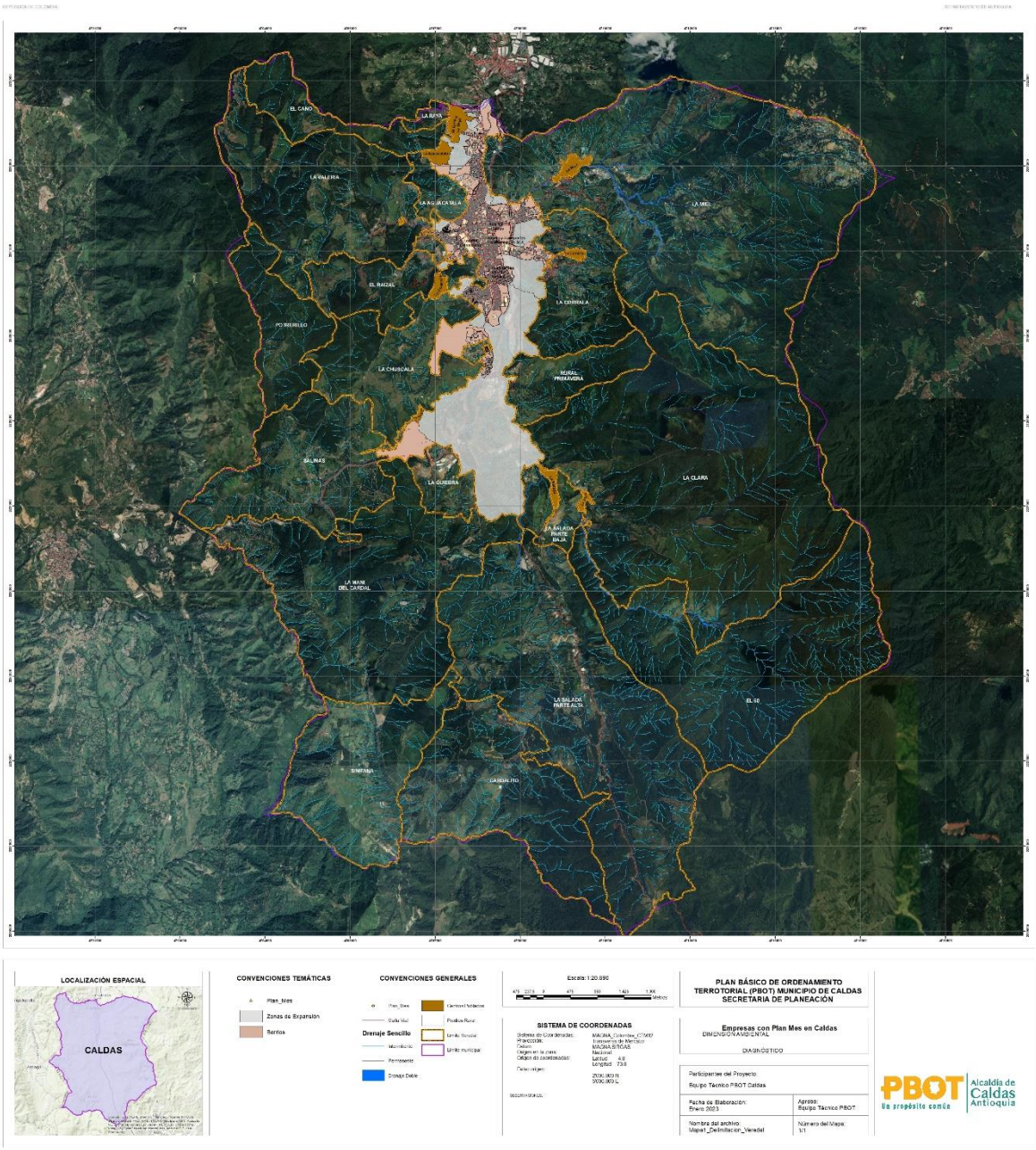


Ilustración 5. Ubicación de Empresas con Plan Mes en Caldas. Fuente: (elaboracion propia , 2023)

2.2.9.3. Acciones y Control de Vigilancia:

Operativos a fuentes móviles:

Desde el grupo de fuentes móviles de la unidad de Control y Vigilancia del Área Metropolitana del Valle de Aburrá apoya la secretaría de Movilidad de Caldas para realizar los operativos de vigilancia y control a fuentes móviles, de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 15 de la Resolución 910 de 2008. También, apoyan las empresas de transporte público de pasajeros y de transporte de carga en el monitoreo de las emisiones vehiculares a su parque automotor. Se presenta a continuación el resumen de vehículos verificados y los resultados de las pruebas en el municipio de Caldas 2019-2020.

Tabla 60. Operativos en fuentes móviles realizadas en Caldas 2019-2020.

AÑO	TOTAL	APROBADAS	% APROBADAS	RECHAZADAS	%RECHAZADAS
2019	809	532	66%	277	34%

2020 (noviembre)	910	368	40%	542	60%

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

Control a fuentes móviles:

A continuación, se presenta la información por municipio de los operativos realizados durante el año 2020 y el primer cuatrimestre del año 2021 (corte al 30 de abril). Se presentan la totalidad de vehículos evaluados y también discriminados para el transporte públicos de pasajeros y el transporte de carga.

Tabla 61. Mediciones por municipio 2020.

Municipio	Total	% Aprobada	Transporte de pasajeros		Transporte de Carga	
			Total	% Aprobada	Total	% Aprobada
Medellín	29719	69%	5262	79%	1032	68%
Sabaneta	4113	62%	205	75%	7	85%
La Estrella	1117	68%	622	77%	62	92%
Barbosa	1757	59%	44	80%	13	100%
Girardota	1587	36%	148	44%	92	68%
Caldas	1656	37%	78	88%	37	97%

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

Tabla 62. Mediciones por municipio - abril 20 de 2021.

Municipio	Total	% Aprobada	Transporte de Pasajeros		Transporte de Carga	
			Total	% Aprobada	Total	% Aprobada
Medellín	14001	10614	657	76%	431	79%
Sabaneta	2947	1789	248	77%	0	0%
La Estrella	412	247	84	63%	0	0%
Barbosa	532	298	0	0%	0	0%
Girardota	431	181	0	0%	0	0%
Caldas	871	448	0	0%	0	0%
Bello	1551	653	0	0%	12	58%
Itagüí	66	52	66	79%	0	0%
Envigado	1598	1001	203	89%	0	0%
Copacabana	601	328	0	0%	0	0%
Total	23010	15611	1258	78%	443	78%

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

2.2.9.4. Emisiones generadas por fuentes fijas:

Las fuentes fijas se encuentran desagregadas por municipio, en el Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, año base 2018 (AMVA,UPB,2020) se presentan las emisiones de las fuentes fijas asentadas en el área urbana del Valle de Aburrá, y a través del Contrato 835 de 2020 con la Universidad Pontificia Bolivariana se realizó la integración de los inventarios de emisiones de fuentes fijas con año base 2018, para las fuentes asentadas en el área urbana de jurisdicción del AMVA y rural con jurisdicción de Corantioquia.

En el Valle de Aburrá se encontró un total de 2,339 fuentes asociadas a 773 empresas, para procesos con emisiones atmosféricas que cuentan con seguimiento por parte de cada autoridad ambiental, de las cuales 75 empresas se encuentran asentadas en zonas rurales con 20 fuentes, y en las zonas urbanas se encuentran presentes 698 empresas asociadas a 238 fuentes.

La distribución en numérico y porcentual de las empresas como fuentes de emisiones para cada municipio y diferenciando las competencias de las dos autoridades ambientales del Valle de Aburrá, donde el área urbana es competencia del AMVA y el área rural es competencia de Corantioquia. El municipio de Caldas

cuenta con 9 empresas en el área urbana y 4 empresas en el área rural, para un total de 12 empresas. Existen 43 fuentes de emisión en área urbana y 7 fuentes de emisión en área rural, para un total de 50 fuentes en el municipio.

Tabla 63. Distribución de las densidades de empresas y fuentes industriales en zonas rurales y urbanas por municipio,2018.

	Empresas			Fuentes		
Municipio	AMVA	Corantioquia	Participación	AMVA	Corantioquia	Participación
Barbosa	4	6	1%	17	19	2%
Bello	36	4	5%	108	11	5%
Caldas	8	4	2%	43	7	2%
Copacabana	19	5	3%	58	12	3%
Girardota	8	7	2%	137	64	9%
Itagüí	172	18	25%	530	32	24%
La Estrella	62	13	10%	169	20	8%
Medellín	332	17	45%	861	35	38%
Envigado	14	0	2%	34	0	1%
Sabaneta	43	1	6%	181	1	8%
TOTAL	773			2339		

Fuente: (CORANTIOQUIA-AMVA, 2018)

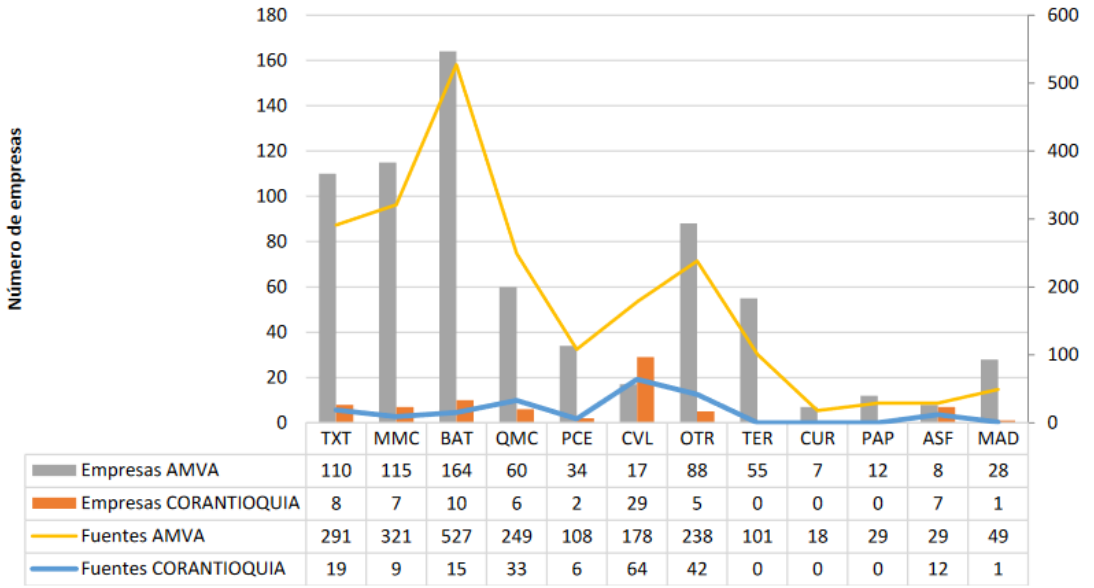


Gráfico 10. Densidad de empresas y fuentes industriales por subsector industrial en zonas urbanas y rurales, 2018.
Fuente: (CORANTIOQUIA-AMVA, 2018)

Las emisiones en (ton/año) de los contaminantes atmosféricos de las fuentes fijas se visualizan en subsector industrial, siendo los de mayor aporte los subsectores de Cerámicos, Vítreos y Ladrillos (CVL) ye l textil (TXT), seguido por los subsectores de bebidas y alimentos (BAT) y el químico (QMC).

Tabla 64. Emisiones (t/año) de contaminantes atmosféricos por subsector industrial, en zona rural y urbana,2018.

	CO		NOx		SOx		VOC		PM		PM10		PM2.5		PM1		NMVOC	
Sector	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR
BAT	269,00	11,00	341,00	15,00	212,00	31,00	490,00	0,00	196,00	5,00	65,00	3,00	35,00	2,00	18,00	0	480,00	269,00
TXT	1,09	289,00	1,01	59,00	1,73	131,00	6,38	459,00	361,00	68,00	138,00	35,00	92,00	22,00	27,00	0	136,00	1,09

CVL	679,00	67 0,00	136,00	130,00	85,00	200,00	37,00	41,00	354,00	403,00	67,00	187,00	51,00	154,00	3,00	0	23,00	679,00
PAP	243,00	0,00	122,00	0,00	212,00	0,00	11,00	0,00	34,00	0,00	18,00	0,00	14,00	0,00	3,00	0	71,00	243,00
QMC	358,00	5,00	453,00	6,00	1,10	6,00	150,00	528,00	145,00	5,00	52,00	1,00	38,00	1,00	2,00	0	75,00	358,00
PCE	19,00	6,00	37,00	7,00	8,00	18,00	1,00	4,00	15,00	4,00	11,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0	4,60	19,00
MMC	456,00	988,00	20,00	31,00	9,00	56,00	27,00	49,00	51,00	22,00	10,00	12,00	5,00	3,00	5,00	1	135,00	456,00
CUR	2,00	0,00	3,00	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0	29,00	2,00
ASF	8,00	32,00	4,00	24,00	1,00	2,00	2,00	7,00	17,00	119,00	4,00	5,00	0,00	0,00	0,00	1	1,00	8,00
TER	74,00	0,00	207,00	0,00	11,00	0,00	8,00	0,00	21,00	0,00	4,00	0,00	1,00	0,00	10,00	0	5,00	74,00
MAD	24,00	3,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	39,00	2,00	14,00	1,00	10,00	1,00	0,00	0	18,00	24,00
OTR	8,00	4,00	10,00	21,00	0,00	0,00	3,00	508,00	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0	0,00	8,00
TOTAL	3,23	2,01	2,35	294,00	3,28	445,00	7,11	1,60	1,24	629,00	385,00	245,00	248,00	183,00	69,00	3	5,57	3,23

Fuente: (CORANTIOQUIA-AMVA, 2018)

El subsector Cerámico (CVL) emite en promedio el 43% de las emisiones de material particulado total, menor a 10 micrómetros t 2.5 micrómetros (MP, PM10 y PM2,5), mientras que el subsector textil (TXT) es responsable del 37% de las emisiones de material particulado inferior a 1 micrómetro (PM1).

El PM1 es producto de la combustión del gas natural, por lo que las principales emisiones es el subsector de textil, el de bebidas, alimentos, tabaco y el terciario.

El subsector Textil y Químico son los responsables del 78% de las emisiones de SOx, siendo el 49% aportado por el textil.

En la integración de los inventarios de emisiones de la jurisdicción de Corantioquia y AMVA, el contaminante criterio más relevante es el PM2.5, en las zonas urbanas del Valle de Aburrá se emiten 248 ton/año, mientras que en las zonas rurales se emiten 183 ton/año, siendo el aporte del municipio de Caldas en el área urbana del 4.0 ton/año y en el área rural 0.9ton/año. Las emisiones de contaminantes atmosféricos en zonas rurales y urbanas por municipio en el año 2018 se presentan a continuación:

Tabla 65. Emisiones (t/año) de contaminantes atmosféricos en zonas rurales y urbanas, por municipio año base 2018.

Municipio	CO		NOx		SOx		VOC		PM		PM10		PM2.5		PM1		NMVOC	
	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR	AMVA	COR
Barbosa	80.2	17.5	74.0	19.2	13 8.0	39.0	2.5	551.3	63.1	29.4	26.0	12.0	18.0	6.1	1.6	0.2	9.9	1.9
Bello	233.1	804.7	293.1	328	702.9	57.8	5.6	43.8	106.1	9.6	39.6	3.2	18.2	1.9	1.4	0.0	48.0	29.7

Caldas	23.6	4.1	18.2	3.8	15.2	0.2	869.4	0.2	69.0	1.8	4.7	1.5	4.0	0.9	0.9	0.1	0.9	0.1
Copacabana	182.8	23.4	12.4	28.9	17.0	55.1	29.2	421.0	16.0	128.2	6.8	10.4	5.9	7.6	0.3	0,6	139.0	6.6
Girardota	384.4	32.1	440.3	41.5	1.070.3	22.3	7.4	513.0	294.5	14.6	44.2	5.7	31.9	1.6	1.8	0,7	74.5	4.8
Itagüí	889.2	238.0	601.7	626	1,034.3	78.0	5,444.8	13.3	278.6	199.7	95.7	84.4	63.6	63.7	15.2	0.0	2,944.4	6.8
La Estrella	219.5	361.7	131.3	31.9	121.4	63.1	13.6	24.0	70.0	29.9	35.1	15.8	21.2	100.0	6.5	0.1	13.1	13.0
Medellín	847.1	525.6	600.5	73.4	163.9	129.1	501.2	29.3	233.8	216.1	64.7	111.7	36.8	91.6	32.1	0.1	2,246.3	13.8
Envigado	28.9	0.0	34.9	0.0	17.8	0.0	1.6	0.0	2.7	0.0	1.6	0.0	0.8	0.0	2.0	0.0	2.0	0.0
Sabaneta	375.53	0.0	139.3	0.0	95.2	0.0	23 3.8	0.0	109.6	0.0	66.7	0.0	48.0	0.0	6.7	0.0	94.8	0.0
Total	3.228	2.007	2.346	294	3,376	445	7,109	1,596	1.243	629	385	245	248	183	69	3	5,573	77

Fuente: (CORANTIOQUIA-AMVA, 2018)

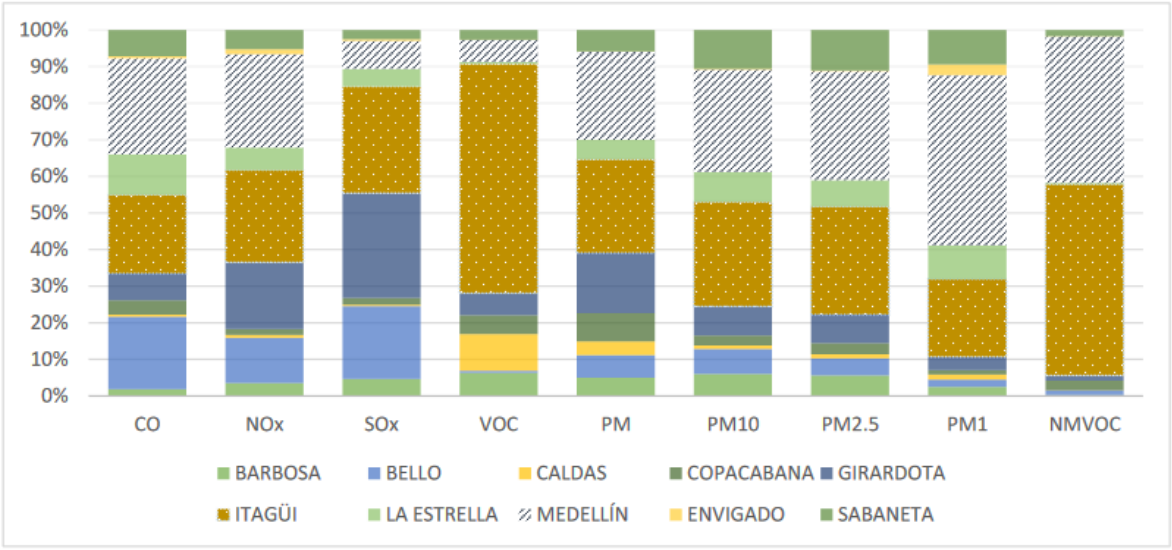


Gráfico 11. Distribución de emisiones de contaminantes atmosféricos en zonas rurales y urbanas por municipo,2018. Fuente: (CORANTIOQUIA-AMVA, 2018).

Además, de las fuentes señaladas anteriormente existen otras actividades susceptibles de generar contaminantes al aire, por ejemplo:

- Hay un desarrollo incipiente de la agricultura, pero potencialidades altas en algunos cultivos; estas actividades podrían requerir quemas controladas para la preparación de los suelos. En minería hay extracción de carbón, materiales de rio, arena y minería artesanal; las actividades de minería a cielo abierto son susceptibles de emitir contaminantes al aire provenientes de diferentes tipos de fuentes: móviles (máquinas y vehículos a motor que operan en la mina o cantera); estacionarias (por ejemplo, instalaciones de generación de energía, equipos de trituración y molienda, etc.); y fugitivas (la resuspensión de polvo resultante del tráfico, los procesos de almacenamiento y transporte, la construcción de caminos, exposición de las superficies erosionables, etc.).

- También se resaltan los servicios de logística y almacenamiento como renglón importante dentro del contexto económico local, teniendo como punto de referencia la zona franca ZOOFIVA. Estas actividades son susceptibles de emitir contaminantes atmosféricos asociados a las fuentes móviles, así como las empresas de transporte tradicionales Mocatán. Las Arrieritas S.A. y Transportes La Valeria.
- La empresa MLM Construcción y Pavimento está autorizada para realizar la gestión de los residuos de construcción y demolición -RCD, actividad susceptible de emitir contaminantes al aire.
- Empresas de transporte público colectivo (TPC), Transporte publico individual (TPI), transporte de carga, el parque automotor matriculado en el municipio de Caldas, estacionamientos, etc., actividades que pueden generar emisiones contaminantes al aire y ruido.

2.2.9.5. Estado de la calidad del aire:

En la actualidad se realiza control para disminuir las emisiones de los contaminantes al aire, por medio de reglamentaciones y educación ambiental, en busca de concientizar las personas en el uso adecuado de dichos contaminantes, la elaboración de informes de la contaminación atmosférica diaria, permite identificar las zonas críticas contaminadas para aumentar el monitoreo o control de dichas industrias o vehículos que no cumplen con la totalidad de la reglamentación, esto debido a que según datos de la Organización Mundial de la Salud, una de cada ocho muerte a nivel mundial son ocasionadas por la contaminación del aire. El municipio de Caldas hace parte del Valle de Aburrá y su topología irregular favorece bajo condiciones de estabilidad atmosféricos la acumulación de los contaminantes dentro de la superficie.

Las fuentes móviles son utilizadas diariamente, ya que son el tipo de transporte utilizado para el desplazamiento de un lugar a otro y las fuentes fijas son aquellas generadas por el funcionamiento de industrias ubicadas en un lugar fijo. Por medio de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se indica el límite permisible en determinado tiempo de exposición para los siguientes contaminantes criterios $PM_{2.5}$, (PM_{10}, SO_2, NO_2, O_3 y CO) y el sistema de Vigilancia de Calidad de Aire realiza un monitoreo y seguimiento de los contaminantes criterios contemplados en la normativa. Además, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA realiza un informe anual de calidad del aire, mediante el Sistema de Alerta Temprana de Medellín, el Valle de Aburrá y la Universidad Eafit, monitoreando los diferentes contaminantes atmosféricos, para el año 2021 se realizó el seguimiento a las estaciones de monitoreo ubicadas en el municipio de Caldas. Las estaciones de monitoreo de calidad del aire se clasifican según el tipo de zona donde se encuentra ubicada y el tipo de fuente emisoras predominantes en su área de influencia. La Clasificación de las estaciones ubicadas en el municipio de Caldas, son presentadas a continuación:

- **Tipo de zona Urbana**: área totalmente urbanizadas. Un área edificada no estará mezclada con áreas no urbanizadas, con excepción de los parques urbanos.
- **Tipo de zona Suburbana:** área en gran parte urbana, edificada, pero las pareas edificadas estarán mezcladas con áreas no urbanizadas (por ejemplo, con áreas agrícolas, lagos, bosques, grandes zonas verdes, etc.).
- **Tipo de zona Urbana Industrial**: Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminación medido este influenciado significativamente por las emisiones cercanas de fuentes industriales.

Tabla 66. Clasificación y nomenclatura de las estaciones de calidad del aire de Caldas.

MUNICIPIO	SIGLA	CLASIFICACIÓN	ESTACIÓN	Dirección
Caldas	CAL-JOAR	Urbana de Fondo	Escuela Joaquín Aristizábal	Carrera 51 # 127 sur -41

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

2.2.9.6. Índice de Calidad del Aire (ICA)

El índice de Calidad del Aire – ICA es un indicador adimensional que oscina entre 0 y 500, se desarrolla con el propósito de informar a la comunidad sobre el estado de la calidad del aire y advertir sobre posibles riesgos a la salud ante la exposición a una atmosfera contaminada, dividiéndose en las siguientes categorías y colores que representan la calidad del aire: bueno (verde), moderado (amarillo), dañino para la salud de grupos sensibles (naranja) y dañina para la salud (rojo), lo anterior, es de acuerdo a lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Color	Categoría	Valor ICA	PM10 µg/m³ 24 horas	PM2.5 µg/m³ 24 horas	CO µg/m³ 8 horas	SO_2 µg/m³ 1 horas	NO_2 µg/m³ 1 horas	O_3 µg/m³ 8 horas	O_3 µg/m³ 1 horas (1)
	Buena	0-50	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	.....
	Moderada	51-100	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	.....
	Dañina a grupos sensibles	101-150	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
	Dañina a la salud	151-200	255-354	56-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
	Muy dañina a la salud	201-300	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
	Peligrosa	301-500	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394(2)	795-1185

Ilustración 6. Clasificación del ICA según Resolución 2254 de 2017-MADS. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.2. El índice de calidad del aire (ICA) para material particulado $PM_{2,5}$ (µg/m³) durante el 2021.

El material particulado menor a 2,5 µm (PM2.5) es uno de los contaminantes criterio que tienen más impacto en la calidad del aire de la región metropolitana, además de ser uno de los más perjudiciales para la salud de las personas, debido a su capacidad para penetrar las regiones del sistema respiratorio. El PM2,5 es la clave para establecer el estado de la calidad del aire de la región y está asociado mayormente a las fuentes móviles siendo los camiones, volquetas y bises especiales sus mayores emisores.

La Red de Calidad del Aire conto a lo largo del año 2021 con 22 estaciones de monitoreo automático de PM2,5 ubicadas en los 10 municipio del área metropolitana del Valle de Aburrá. A continuación, se presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones automáticas de PM2,5, de las cuales para el municipio de Caldas corresponden la estación automática son 31 CAR-LASA y 69 CAL-JOAR.

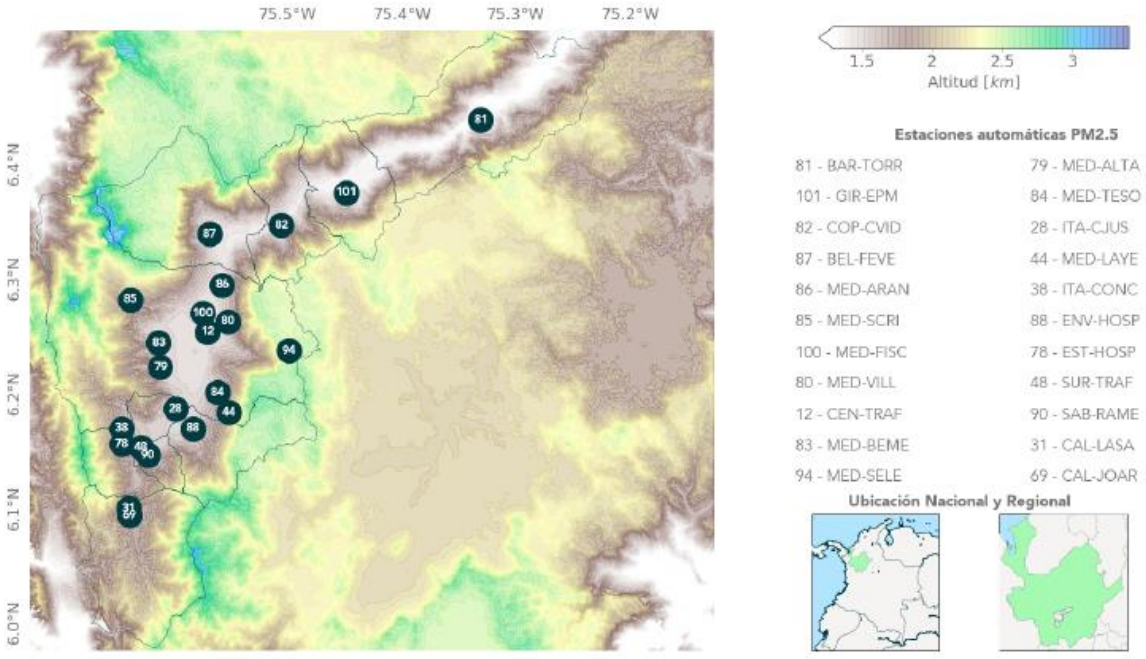


Ilustración 7. Estaciones de Monitoreo de PM2.5 en el Valle de Aburrá. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.3. Ciclo diurno de la concentración de PM2,5 (µg/m³)

El ciclo diurno de la concentración de $PM_{2,5}$ durante el año 2021 para las diferentes estaciones de monitoreo automático ubicadas en el municipio de Caldas y en el resto del Valle de Aburrá, presento un comportamiento tipo bimodal de las concentraciones a lo largo del día, con un periodo de mayor concentración de partículas entre las 6:00 y las 10:00 y uno un poco menos pronunciado entre las 19:00 y las 22:00, debido al comportamiento meteorológico y las dinámicas atmosféricas propias del Valle de Aburrá, además de las condiciones de movilidad dentro de la región.

La concentración de $PM_{2,5}$ durante el año 2021 para las estaciones de monitoreo suburbana de fondo (CAL-LASA) y la estación de monitoreo urbana de fondo (CAL-JOAR) presentaron una calidad del aire MODERADO o ACEPTABLE, indicando un ICA de color Amarillo.

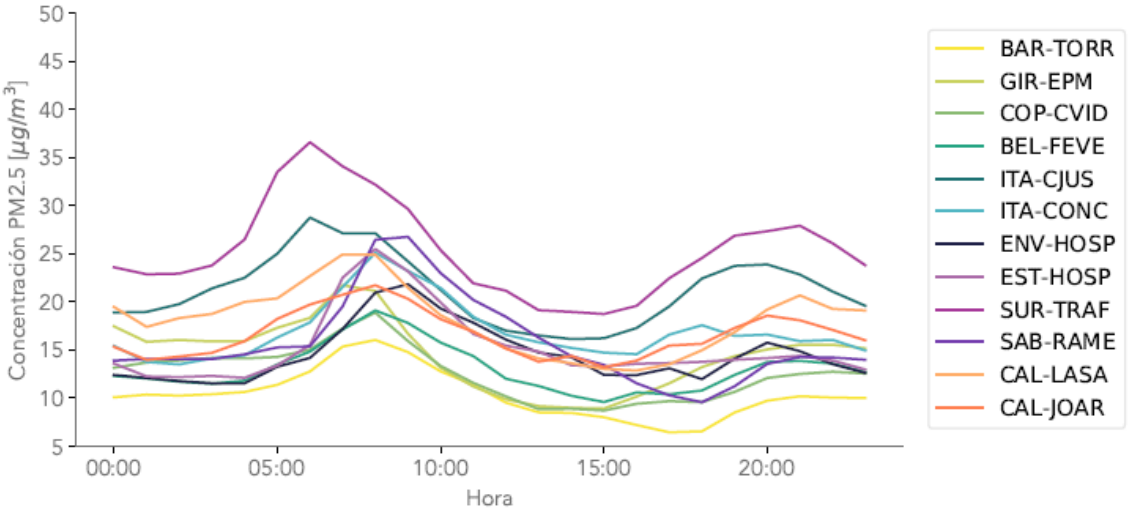


Ilustración 8. Ciclo diurno de las concentraciones de PM2.5 en estación de monitoreo automática (CAL-LASA y CAL-JOAR) en Caldas. fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.4. Ciclo Anual de la concentración de PM2.5 (µg/m³)

Las concentraciones de este contaminante en las diferentes estaciones de la Red de Monitoreo alcanzaron valores máximos en los meses de marzo y diciembre, así como promedios mínimos en los meses de mayo a julio. El periodo crítico del primer semestre del año 2021 se consolido como el episodio con valores más bajos históricos desde que se tiene registro en la Red de Calidad del Aire, adicionalmente, a pesar de que el mes de octubre también corresponde a un mes de transición, en el 2021 no se evidencio un aumento significativo en las concentraciones para este periodo. En el mes de diciembre se presentaron las mayores concentraciones promedio de $PM_{2,5}$ en las estaciones de la Red de Monitoreo, producto de la alta cobertura de nubes y la disminución de la radiación incidente en superficie, todo esto, resultado del ingreso de humedad proveniente desde el occidente de la región metropolitana, así mismo, la atmosfera estuvo estable desde el 17 de diciembre en la tarde hasta el 19 de diciembre en la mañana, dando lugar a la acumulación de contaminantes en superficie. A continuación, se presenta el comportamiento promedio mensual de las concentraciones de $PM_{2,5}$, para el municipio de Caldas corresponden la estación de monitoreo CAL-LASA y CAL-JOAR.

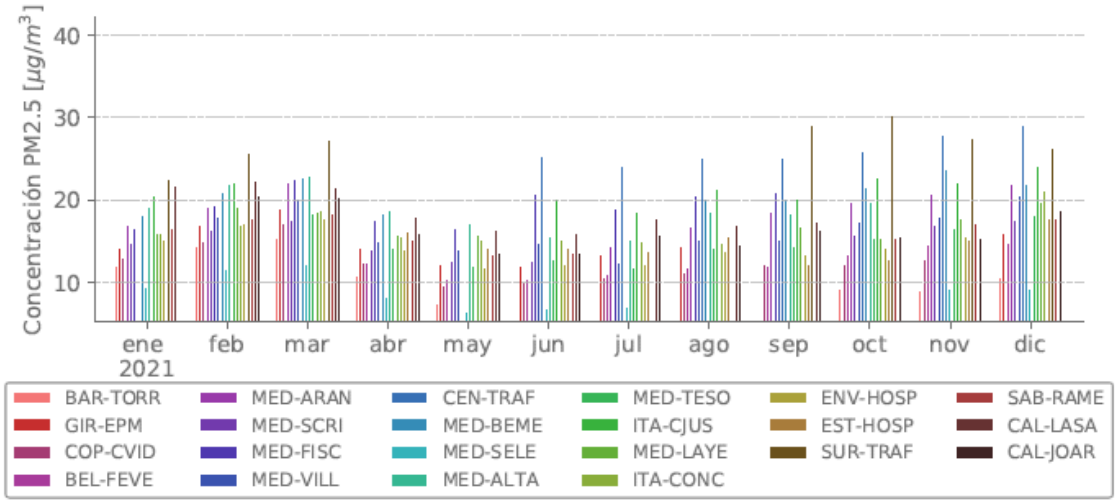


Ilustración 9. Ciclo anual de PM2.5. fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.5. El índice de calidad del aire (ICA) para el PM2,5 (µg/m³) durante el 2021

A continuación, se muestra la variación del Índice de Calidad del Aire – ICA para las diferentes estaciones de monitoreo automáticas y manuales para el año 2021, puede observase como la gran mayoría de estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación ACEPTABLE O MODERADA (color amarillo), seguido por ICA bueno (color verde), únicamente durante el mes de marzo se presentó ICA dañino a la salud de grupos sensibles (color naranja) para la estación de monitoreo CAL-JOAR en el municipio de Caldas.

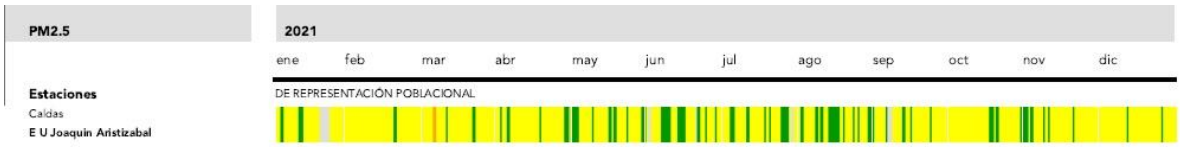


Ilustración 10. Índice de Calidad del Aire de PM2.5 en el municipio de Caldas, durante el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

A continuación, se presenta el porcentaje de cada una de las categorías del ICA y el número de días de registro de cada una d estas en las estaciones ubicadas en el municipio de Caldas o en los demás municipios del área metropolitana, también presentan el porcentaje de excedencias, durante el año 2021, a la norma diaria colombiana de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para el cálculo de las excedencias se consideró un nivel máximo permisible de $PM_{2,5}$ igual a 37 ug/m3 para un tiempo de exposición de 24 horas, de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional vigente.

La estación CAL-LASA presentó el mayor porcentaje de excedencias a la norma diaria colombiana de $PM_{2,5}$ con un porcentaje anual de 0,6 %, comparado con la estación CAL-JOAR con un porcentaje de excedencia de 0,3%. además, la estación de monitoreo CAL-LASA presento 311 días con un ICA aceptable o moderado (color amarillo) y 43 días con un ICA bueno (color verde), para la estación CAL-JOAR 287 días presento un ICA aceptable o moderado (color amarillo) y 68 días con un ICA bueno (color verde). Lo anterior

indica que las estaciones de monitoreo ubicadas en el municipio de Caldas, registraron a lo largo del año 2021 un índice de calidad de aire bueno y aceptable favoreciendo la salud de sus habitantes.

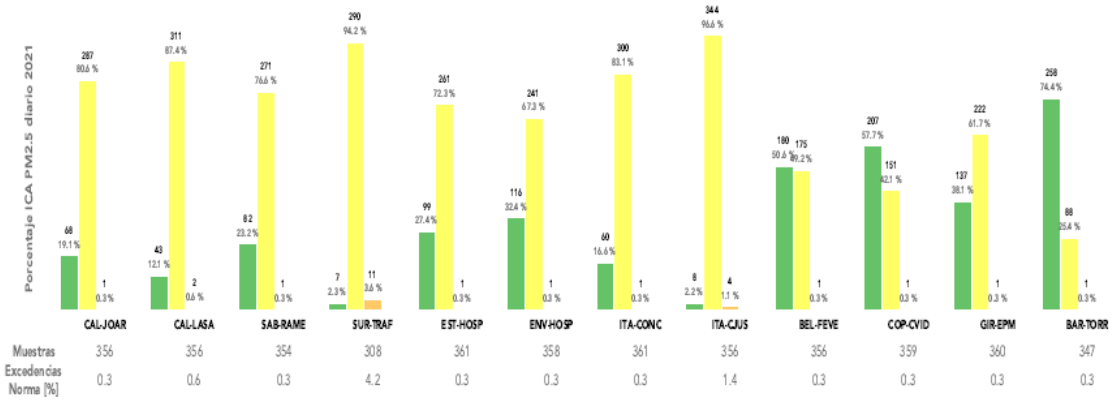


Ilustración 11. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para la estación de PM2.5. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.6. Material particulado menor a 10 μm (PM_{10}) (µg/m³)

El material particulado menor a 10 μm (PM_{10}) es uno de los contaminantes criterios monitoreados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Valle de Aburrá – REDMCA. De acuerdo con el inventario de emisiones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el año 2018 las emisiones de PM_{10} están asociadas mayoritariamente a las fuentes fijas, siendo el sector textil, el sector con mayor aporte.

Durante el año 2021 se contó con diez equipos manuales para el seguimiento de los niveles de PM_{10} distribuidos en 7 municipios del área metropolitana, a continuación, se presenta el mapa con su respectiva ubicación geográfica, siendo la estación numero 69 CAL-JOAR la correspondiente para el municipio de Caldas.

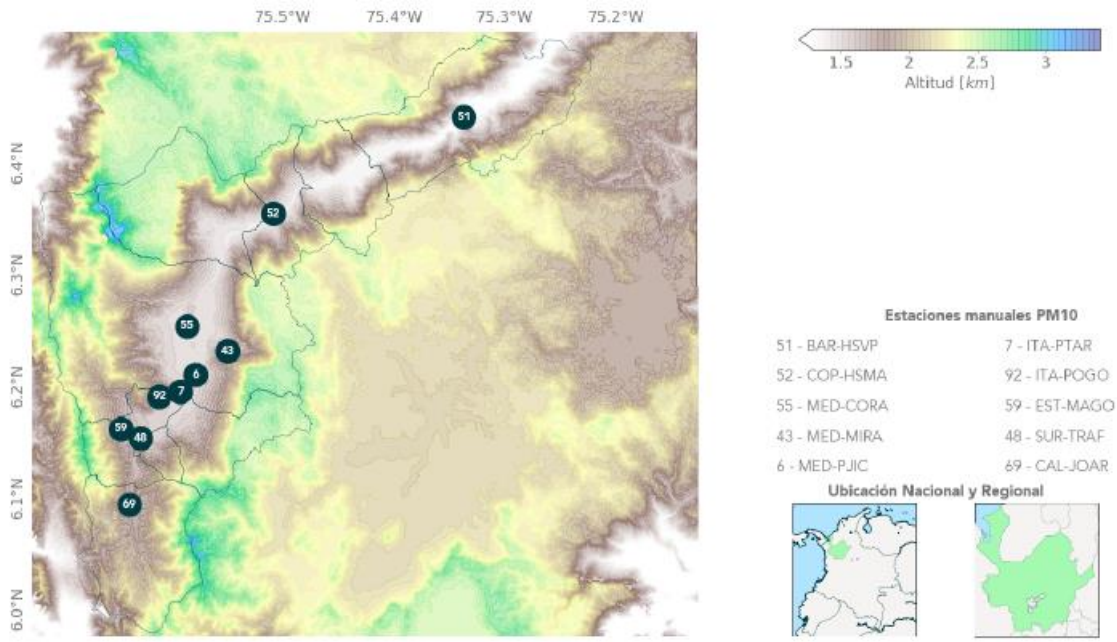


Ilustración 12. Localización geográfica de las estaciones manuales de PM10 durante el año 2021.Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.7. Ciclo diurno de la concentración de PM_{10} (µg/m³)

El municipio de Caldas en el año 2021 no contó con una estación de monitoreo para obtener el ciclo diurno de la concentración de PM_{10}, por lo tanto, no se podrá realizar algún análisis sobre su concentración en el ciclo diurno específicamente para el municipio.

2.2.9.6.8. Ciclo anual de la concentración de PM_{10} (µg/m³)

El municipio de Caldas en el año 2021 no contó con una estación de monitoreo para obtener el ciclo anual de la concentración de PM_{10}, por lo tanto, no se podrá realizar algún análisis sobre su concentración en el ciclo anual específicamente para el municipio.

2.2.9.6.9. Índice de calidad del aire (ICA) para el PM_{10} (µg/m³)

A continuación, se muestra la variación del Índice de Calidad del Aire – ICA para la estación de monitoreo manual para el año 2021, puede observase como la gran mayoría de estaciones presentaron valores de ICA equivalentes a la clasificación BUENA (color verde), únicamente entre el mes de septiembre y octubre se presentó ICA ACEPTABLE O MODERADA (color amarillo) en la estación de monitoreo ubicada en el municipio de Caldas (CAL-JOAR), lo anterior favorece la salud de sus habitantes.

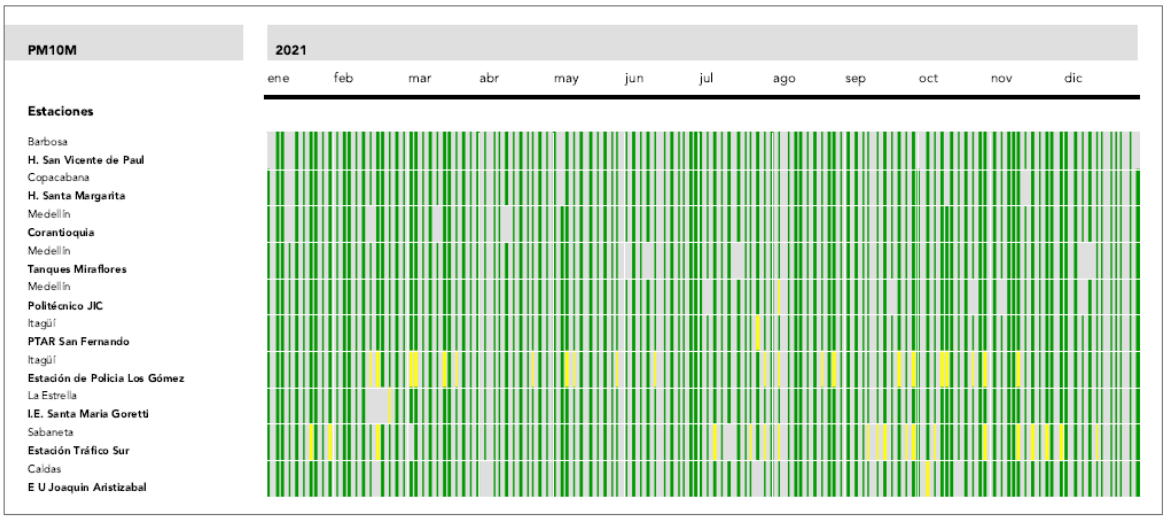


Ilustración 13. Índice de Calidad del aire para las estaciones manuales de PM10 durante el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

A continuación, se presenta el porcentaje de cada una de las categorías del ICA y el número de días de registro de cada una de las estaciones ubicadas en el municipio de Caldas o en los demás municipios del área metropolitana, también presentan el porcentaje de excedencias durante el año 2021 a la norma diaria colombiana. La estación CAL-JOAR presentó 0,0 % de excedencias a la norma diaria colombiana de PM_{10},

además, la estación de monitoreo presento un 0,8% correspondiente a un día con un ICA Aceptable o Moderado (Color amarillo), el 99,2% equivalente a 92 días con un ICA BUENO (color Verde).

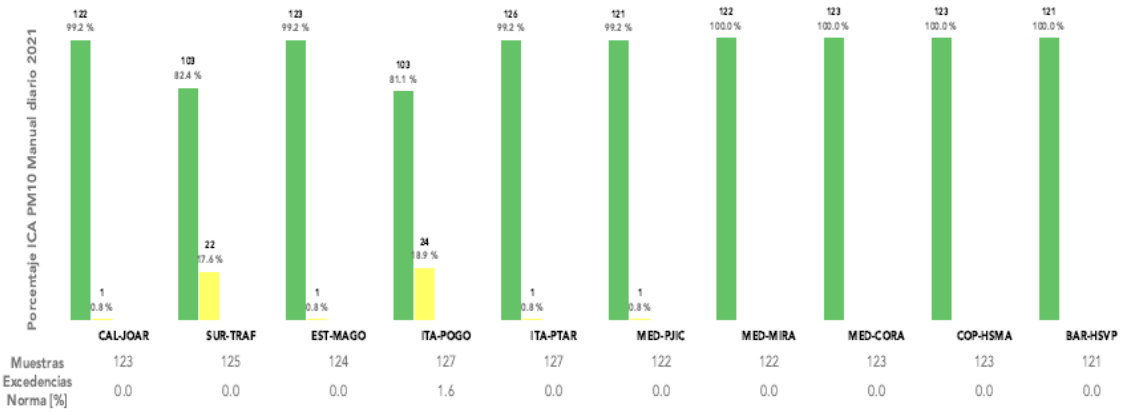


Ilustración 14. Porcentaje de días en las distintas clasificaciones del ICA para las estaciones manuales de PM10 durante el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.10. Ozono (O_3)

El ozono troposférico es un contamínate secundario de la atmosfera (originado en el aire por la interacción de uno o más contaminantes o por condiciones naturales de la atmosfera) que presenta una importancia significativa en la calidad del aire del área metropolitana del Valle de Aburrá debido a su concentración, lo anterior debido a las condiciones topográficas, meteorológicas y al alto flujo vehicular característico de la zona que favorecen su producción y acumulación en la superficie.

La Red de Calidad del Aire contó con 9 estaciones de monitoreo automático de ozono para el año 2021, ubicadas en 6 de los 10 municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá, siendo la estación numero 31 CAL-LASA la correspondiente al municipio de Caldas.

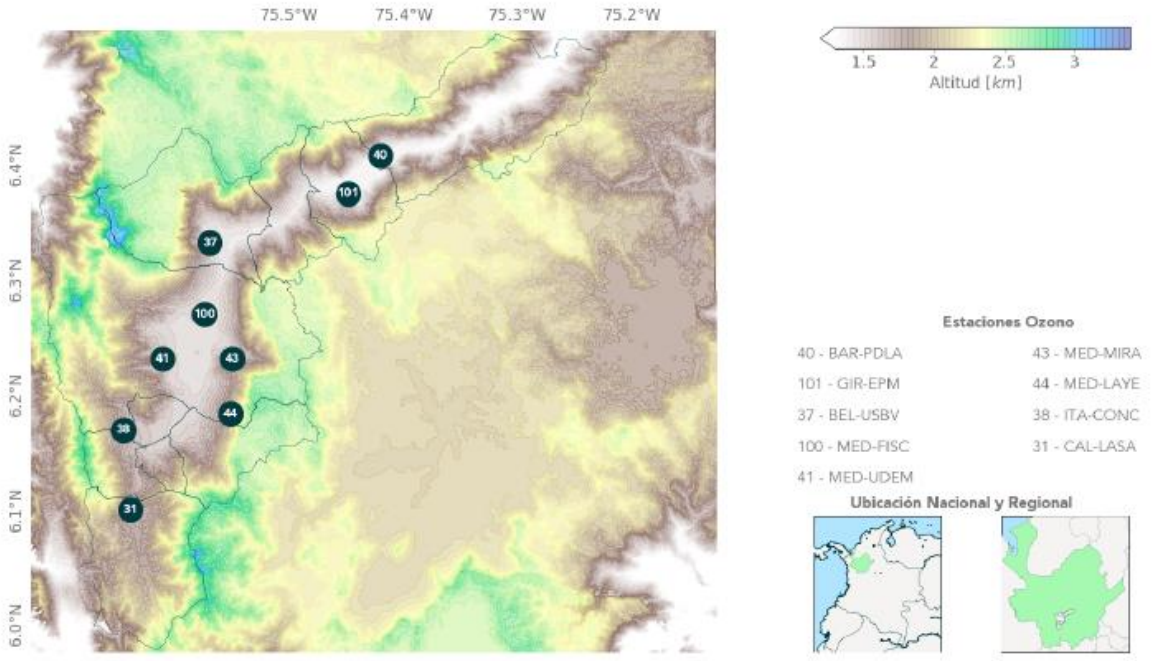


Ilustración 15. Estaciones automáticas de monitoreo de Ozono para el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.11. Ciclo diurno de la concentración de Ozono (O_3)

A continuación, se presenta el ciclo diurno de la concentración de ozono para las diferentes estaciones de monitoreo automático durante el año 2021, en las cuales se puede observar un ciclo unimodal para la concentración de este contaminante a lo largo del día para todas las estaciones analizadas, presentando su pico máximo cerca del mediodía, momento en que hay mayor disponibilidad de luz solar. Este comportamiento unimodal se explica principalmente por el ciclo diurno de la radiación solar, para la formación de ozono a nivel troposférico se necesitan básicamente dos condiciones: la presencia de óxidos de nitrógeno o compuestos orgánicos volátiles dentro de la atmosfera y la presencia de luz solar. A medida que la luz solar incide sobre la atmosfera las moléculas de NO_2 son disociadas mediante fotolisis en NO y una molécula de oxigeno atómico, esta última reacciona con las moléculas de oxigeno O_2 presentes en la atmosfera para formar ozono a nivel troposférico. Por tal motivo que a medida que se incrementa la radiación en la superficie, se incrementa la concentración de ozono y a medida que la radiación disminuye la concentración de ozono también disminuye, es por esto que las estaciones ubicadas en el sur del Valle de Aburrá presenten mayor concentración de ozono, por lo cual la estación CAL-LASA del municipio de Caldas, presentó una concentración de ozono de 80 $\mu m/m^3$,indicando una calidad del aire buena (color verde).

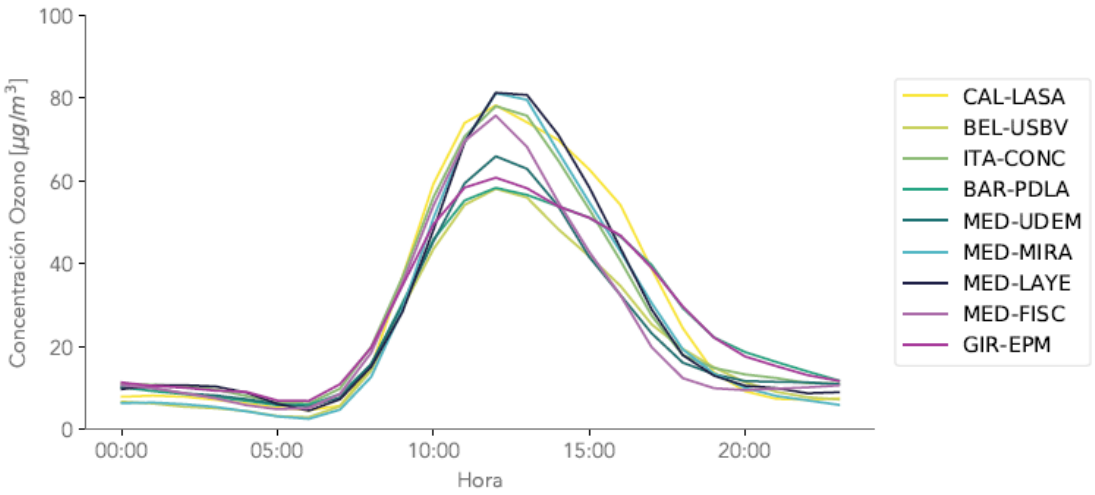


Ilustración 16. Concentración diurna de Ozono en el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.12. Ciclo anual de la concentración de Ozono (O_3)

El ciclo anual de las estaciones de ozono de la REDMCA durante el año 2021, en términos generales, presento valores máximos en los meses de marzo, agosto y septiembre. Estos picos, pueden explicarse a partir de la interacción entre la radiación solar, la cual es necesaria para la formación de este contaminante, las condiciones de estabilidad típicas del Valle de Aburrá para los periodos de transición de “época seca” a “época de lluvias”, y el transporte de material asociado a la quema de biomasa resultado de incendios de cobertura vegetal tanto al interior del valle como a escala regional. la estación de monitoreo del municipio de Caldas, presento las máximas concentraciones en el mes de enero, febrero, marzo y septiembre.

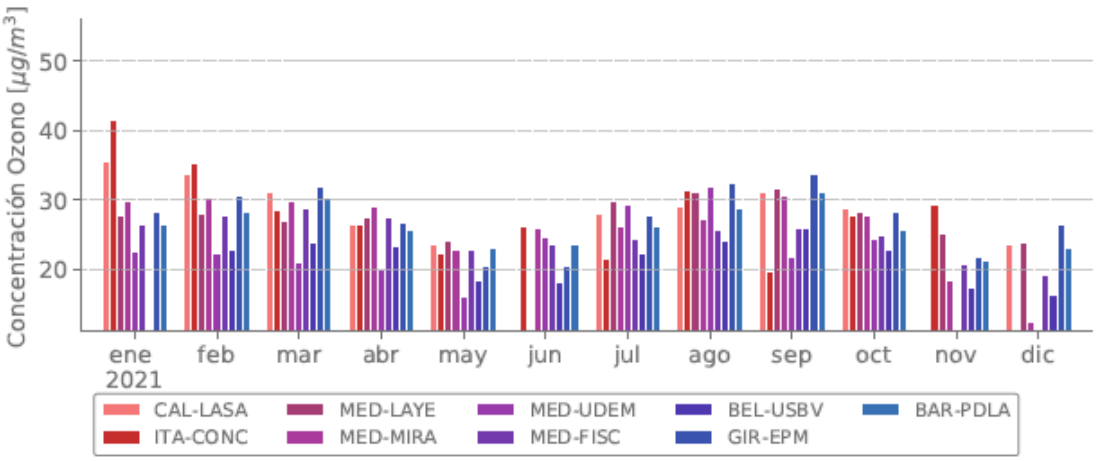


Ilustración 17. Ciclo anual de concentración de Ozono para el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.13. Índice de Calidad del Aire (ICA) para concentraciones horarias y octohorarias.

La Resolución 2254 de 2017 establece los puntos de corte para el cálculo del Índice de Calidad de Aire asociado a cada contaminante criterio, en el caso del ozono horario, el ICA está definido para concentraciones superiores a 25 um/m3. Durante el año 2021 los niveles horarios de ozono registrados por las estaciones de la Red de Monitoreo fueron inferiores a este valor, por lo que no es posible calcular ICA asociado a las concentraciones de horarias de este contaminante.

En relación con el ICA asociado a ozono octohorario, a continuación, se muestra el porcentaje de las concentraciones de ozono octohorarias en cada clasificación y para una de las estaciones, la calidad del aire asociada al ozono octohorario fue fundamentalmente buena durante el año 2021, la estación CAL-LASA del municipio de Caldas presento excedencia de la norma octohoraria en un 0,1%, pero registro en su totalidad de días, los cuales fueron 7955 días un ICA Bueno (color Verde).

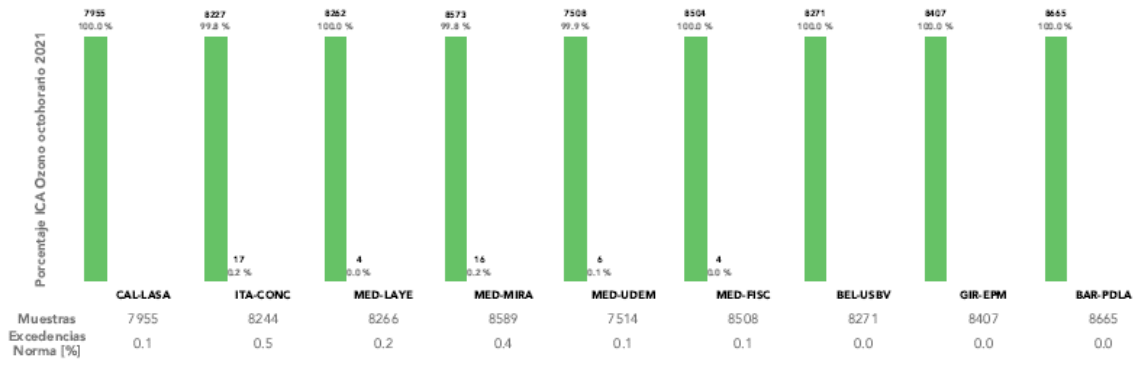


Ilustración 18.Porcentaje de las distintas clasificaciones del ICA para la concentración octohoraria de Ozono para el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

2.2.9.6.14. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

La suma entre el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el óxido de nitrógeno (NO) se conoce como óxidos de nitrógeno (NO_x), ambas moléculas forman juntas una familia química. El No es el óxido de nitrógeno que más se forma durante los procesos de combustión, mientras que le NO" es emitido en pequeñas cantidades, el (NO_2) también se forma dentro de la atmosfera por los procesos de oxidación del NO, pudiendo alcanzar concentraciones considerables en áreas altamente contaminadas. La Red de Calidad de Aire no contó con

una estación de monitoreo automático de (NO_2, NO_x, NO) en el municipio de Caldas, por lo tanto no es posible realizar un análisis de concentración de dichos contaminantes.

2.2.9.6.15. Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de Carbono (CO) es un contaminante criterio monitoreado por la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, sus principales fuentes emisoras provienen de la quema de combustible fósil como la gasolina o el petróleo, así como de la combustión de madera (Área Metropolitana del Valle de Aburrá,2018). La exposición a altas concentraciones de este contaminante en espacios cerrados puede reducir el transporte de oxígeno en el cuerpo, lo que representa un alto riesgo para la población.

La Red de Calidad del Aire, durante el año 2021, conto con dos estaciones de monitoreo automático de CO, dichas estaciones de monitoreo no se encuentran dentro del municipio de Caldas.

2.2.9.6.16. Dióxido de Azufre (SO_2)

Es uno de los contaminantes criterio medidos por la Red de Calidad del Aire del Valle de Aburrá, y sus fuentes de emisión se atribuyen principalmente a los procesos de combustión del petróleo, el diésel, el carbón y el gas natural, los cuales tienen azufre entre sus componentes. El Dióxido de Azufre puede afectas las funciones respiratorias aun en bajas concentraciones y es uno de los principales precursores de la lluvia acida. La Red de Calidad del Aire, durante el año 2021, conto con dos estaciones de monitoreo automático de SO_2, las cuales son se encuentran dentro del municipio de Caldas.

2.2.9.6.17. Reportes de la calidad del aire en la zona rural

Corantioquia realizó una campaña de monitoreo de la calidad del aire, los cuales fueron registrados durante el mes de junio de 2016, donde se midió el contaminante material particulado de 10 micras (PM10). Las características generales de la estación y los resultados obtenidos en el periodo de monitoreo se presentan a continuación:

Tabla 67. Campaña de monitoreo de calidad del aire 2016-Corantioqua.

Nombre Estación	CA.CALDAS 2016
Tipo de Estación	Indicativa
Periodo de Monitoreo	02/07/2016 – 25/07/2016
Municipio/Departamento/Vereda	Caldas – Antioquia – La Valeria
Coordenadas	Latitud_ 6.10124 Longitud: - 75.666404
Variable evaluada	PM10

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

De acuerdo con los resultados del Índice de Calidad del Aire – ICA se encontró que el contaminante criterio de material particulado PM10, estuvo en categoría buena (ICA color verde) durante el 100% del tiempo, lo que indica que durante el periodo de monitoreo prevaleció la calidad del aire buena.

Tabla 68. Resultados obtenidos en el periodo de monitoreo 2016- PM10 (µg/m3)

Estación	Fecha	PM10 (µg/m^3)
CA. CALDAS 2016	2016-07-25	24,48
CA. CALDAS 2016	2016-07-24	23,46
CA. CALDAS 2016	2016-07-23	24,65
CA. CALDAS 2016	2016-07-22	26,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-21	28,16
CA. CALDAS 2016	2016-07-20	24,17
CA. CALDAS 2016	2016-07-19	24,68
CA. CALDAS 2016	2016-07-18	27,26
CA. CALDAS 2016	2016-07-17	19,11
CA. CALDAS 2016	2016-07-16	21,49
CA. CALDAS 2016	2016-07-15	21,44
CA. CALDAS 2016	2016-07-14	28,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-13	28,06

Estación	Fecha	PM10 (µg/m³)
CA. CALDAS 2016	2016-07-12	25,63
CA. CALDAS 2016	2016-07-11	32,44
CA. CALDAS 2016	2016-07-10	28,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-09	27,65
CA. CALDAS 2016	2016-07-08	24,46
CA. CALDAS 2016	2016-07-07	24,00
CA. CALDAS 2016	2016-07-06	18,03
CA. CALDAS 2016	2016-07-05	22,15
CA. CALDAS 2016	2016-07-04	20,70
CA. CALDAS 2016	2016-07-03	17,87
CA. CALDAS 2016	2016-07-02	38,94

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

Además, Corantioquia realizo una campaña de monitoreo de la calidad del aire, donde se midió el material particulado PM2,5, los cuales fueron registrados durante el mes de marzo y mayo de 2018. Las características generales de la estación y los resultados obtenidos en el periodo de monitoreo se presentan a continuación:

Tabla 69. Campaña de monitoreo de calidad del aire 2018-Corantioquia

Nombre Estación	CA. CALDAS-SENA2018
Tipo de Estación	Indicativa
Periodo de Monitoreo	08/03/2018 – 09/05/2018
Municipio/Departamento/Vereda	Caldas – Antioquia
Coordenadas	Latitud_ 6.044 Longitud: - 75.6265
Variable evaluada	PM2.5

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que 46.1% del tiempo estuvo con un Índice de Calidad del Aire – ICA buena (color verde) y el 38.4% del tiempo estuvo con un ICA moderado o aceptable (color amarillo).

Tabla 70. Resultados obtenidos en el mes de mayo de 2018 (PM2.5).

Estación	Fecha	PM2.5
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-09	12,72
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-08	9,76
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-07	10,53
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-06	14,87
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-05	9,80
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-04	10,13
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-03	4,71
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-29	9,10
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-28	8,66
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-27	7,97
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-26	12,55
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-25	9,40
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-24	12,77
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-23	9,69
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-22	17,87
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-21	12,45
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-20	14,92
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-19	12,10
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-18	22,79

Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-17	23,30
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-16	16,92
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-15	9,70
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-14	5,52
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-13	9,43
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-12	2,96
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-11	9,03
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-10	6,13
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-09	17,84
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-08	16,75
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-07	10,34
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-06	5,88
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-05	7,67
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-04	9,89
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-03	12,04
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-02	10,83
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-01	6,88
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-31	7,96
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-30	11,42
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-29	19,04
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-28	30,88
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-27	21,88
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-26	20,63
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-25	16,21
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-24	12,92
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-23	23,87
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-22	32,58
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-21	28,38
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-20	30,83
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-19	22,46
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-18	22,58
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-17	19,14
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-16	29,58
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-14	24,96
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-13	29,75
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-12	16,58
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-09	13,95

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

2.2.9.6.18. Meteorología

El monitoreo de variables meteorológicas es de especial importancia para el entendimiento de la calidad del aire en una región determinada, debido al papel fundamentar que representan en el transporte y dispersión de contaminantes. Durante el año 2021 la Red de Monitoreo de Calidad de Aire contó con un total de 15 estaciones meteorológicas ubicadas en 8 de los 10 municipios del Valle de Aburrá.

A continuación, se presenta el mapa con la ubicación geográfica de las diferentes estaciones meteorológicas que operaron en el año 2021, la estación correspondiente al municipio de Caldas es el numero 31 (CAL-LASA) – Corporación Universitaria LaSallista.

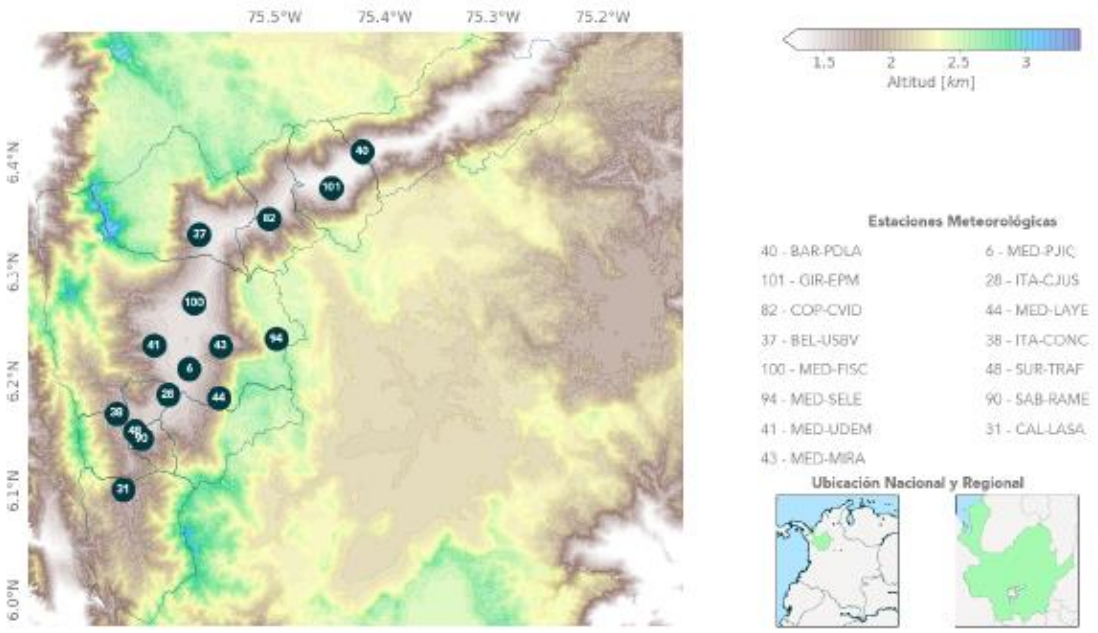


Ilustración 19. . Ubicación geográfica de las estaciones de meteorológicas en el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

En las estaciones meteorológicas, el sensor que opero en el municipio de Caldas es de marca Thies y Vaisala, la recepción y la validación de los datos obtenidos está a cargo del área de hidrometeoro logia del SIATA, dicho proceso se hace de manera integral con los demás equipos étnicos pertenecientes al proyecto, y se completan transcurridos dos meses a partir del mes de la medición, por esta razón los porcentajes de datos validos pueden variar si son consultados antes del tiempo de cierre. La calidad de los datos de esta estación depende, además de los procesos de validación propios del área de hidrometeoro logia, de los protocolos de actualización manual de datos adquiridos con el fin de completar las series de tiempo medidas en cada variable y obtener el mayor número posible de datos catalogados de buena calidad.

A continuación, se presenta el porcentaje de datos válidos para las variables meteorológicas de cada una de las estaciones de monitoreo, cabe resaltar que la estación meteorología en el municipio de Caldas es CAL-LASA.

Tabla 71.Porcentaje de datos válidos Meteorológicos para el año 2021.

Estaciones	P	PPT	T	RG	HR	V V	DV
BAR-PDLA	99,80	100,00	99,80		99,80	99,80	99,80
BEL-USBV	97,20	100,00	98,80	99,90	99,90	83,60	96,70
CAL-LASA	99,30	100,00	99,30		99,30	99,30	99,30
COP-CVID	100,00	100,00	99,80		100,00	100,00	100,00
GIR-EPM	91,80	100,00	91,80		91,80	91,80	91,80
ITA-CJUS	97,70	100,00	98,60	100,00	99,90	95,10	99,40
ITA-CONC	87,10	100,00	87,10		86,70	87,10	87,10
MED-FISC	99,70	100,00	99,70		99,70	99,70	99,70
MED-LAYE	93,70	100,00	93,70		93,70	93,80	93,80

Estaciones	P	PPT	T	RG	HR	V V	DV
MED-MIRA	96,10	100,00	96,10		96,00	96,30	96,30
MED-PJIC	97,20	100,00	97,20		97,20	97,30	97,30
MED-SELE	96,00	100,00	96,00		96,00	96,00	96,00
MED-UDEM	99,00	100,00	99,00		99,00	99,20	99,20
SAB-RAME	99,00	100,00	99,90		99,90	99,90	99,90
SUR-TRAF	51,20	52,20	51,20		51,20	51,30	51,30

Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.19. Radiación solar, temperatura y humedad relativa

Los ciclos diurnos muestran la fuerte relación que existe entre las diferentes variables, la temperatura depende esencialmente de la radiación solar, es por esto que la estación CAL-LASA se observa claramente como el pico de ambas variables se encuentran cerca del mediodía. La variación de la humedad relativa se puede asociar a su vez a la temperatura del aire, dado que a mayor temperatura se provoca una disminución de la humedad relativa, que al final da cuenta del nivel de saturación del aire, por lo que la humedad relativa presenta un mínimo cerca del mediodía.

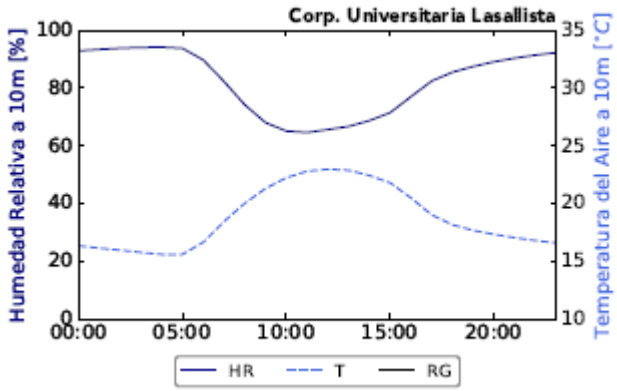


Ilustración 20. Ciclo diurno de radiación solar, temperatura y humedad relativa para el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

En una escala de tiempo mensual, las variables radiación incidente y temperatura poseen una relación directa entre ellas e inversa a la humedad relativa, en el año 2021 se presentó un ciclo anual con mayores temperaturas en el segundo semestre del año donde su máximo de temperatura en la estación CAL-LASA se ubica en el mes de febrero y julio, en cuanto a la humedad relativa los meses con mayores magnitudes fueron marzo, abril, mayo, junio, octubre y noviembre.

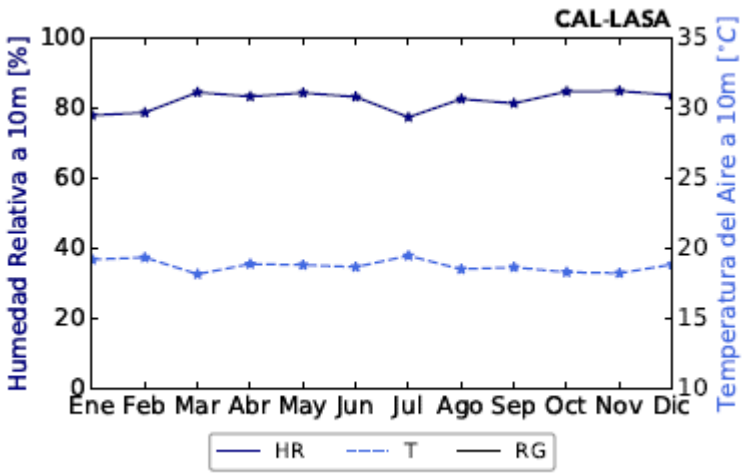


Ilustración 21.Ciclo anual de temperatura y humedad relativa en el segundo semestre del año 2021.Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.20. Precipitación

A continuación, se presentan el ciclo diurno de la frecuencia de la precipitación horaria para la estación meteorología del municipio de Caldas CAL-LASA que opero durante el año 2021, se presenta un mínimo de lluvias cerca de las 7:00 las 9:00 y a su vez, la noche y la madrugada presentan el máximo de precipitación alrededor de las 14:00 y 15:00 horas.

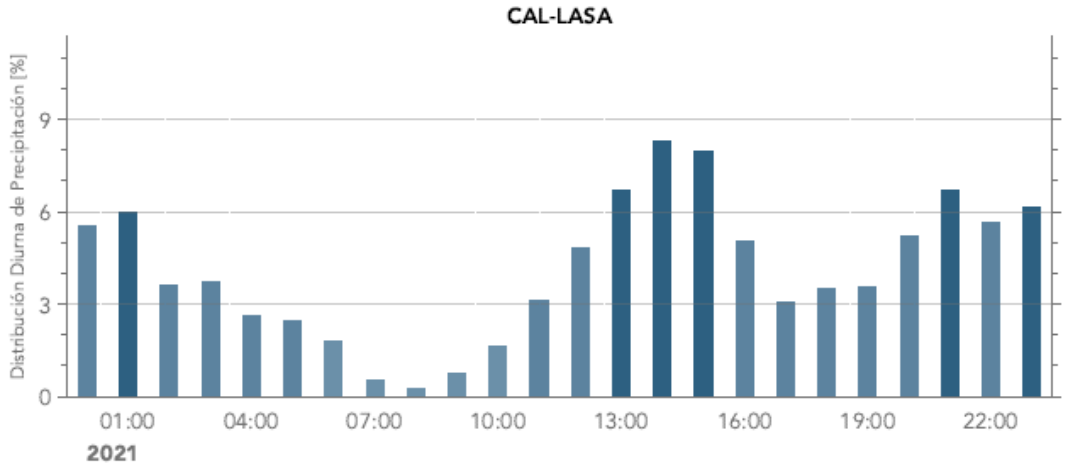


Ilustración 22. Precipitación horaria y acumulada para la estación meteorológica de Caldas durante el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

En la siguiente ilustración se muestra el ciclo anual de precipitación acumulada para el año 2021 en las diferentes estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire, según los resultados obtenidos el mes de marzo fue el mes con mayor acumulación de precipitación y los meses de enero, febrero y diciembre fueron los meses con menor acumulado.

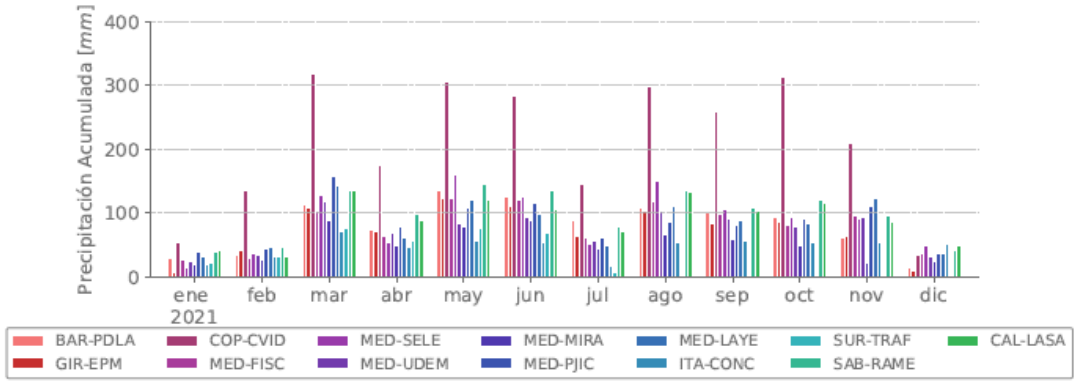


Ilustración 23. Ciclo anual de precipitación acumulada para el año 2021 en las diferentes estaciones de monitoreo. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021)

2.2.9.6.21. Vientos

A continuación, se presentan las rosas de vientos diurnas, nocturnas y totales para las diferentes estaciones meteorológicas, estas brindan información acerca de la distribución de las magnitudes de la velocidad de los vientos y de la frecuencia con la que estos presentan con determinada dirección en los diferentes periodos del día. La velocidad del viento horizontal en superficie ayuda a desplazar y dispersar los contaminantes al interior del Valle, sin ser este su principal condición metrológico. La estación correspondiente al municipio de Caldas es la numero 31. La velocidad del viento puede ser resultado de forzamiento térmico o mecánico que logra influencias el sensor de medición, que puede ser de una escala de tan solo algunos metros o kilómetros, en una cuenca hidrológica, un patrón en la velocidad del viento esperado son direcciones aguas arriba (norte sur para el caso del Valle de Aburrá) durante el día y aguas abajo (sur – norte) durante la noche, aunque el nivel de urbanización de la cuenca, así como la geomorfología modifican los resultados esperados.

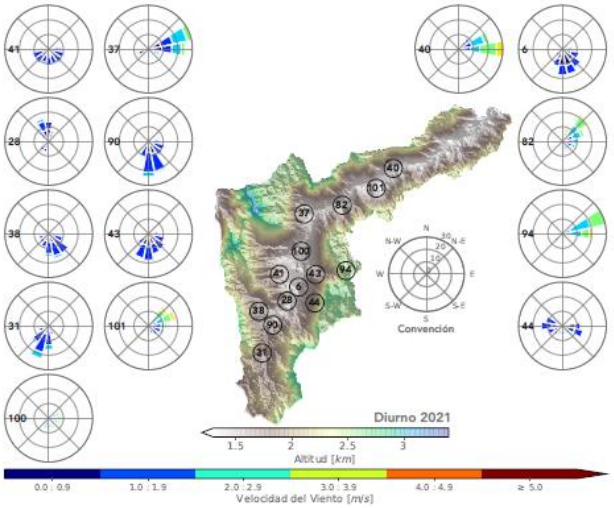


Ilustración 24.Rosas de viento diurnas para las distintas estaciones meteorológicas en el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

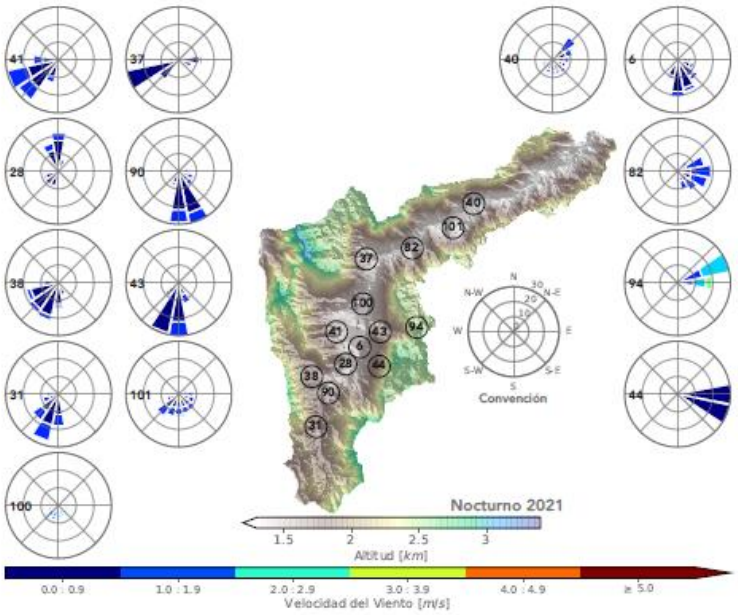


Ilustración 25.Rosas de viento nocturno en las diferentes estaciones meteorológicas en el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

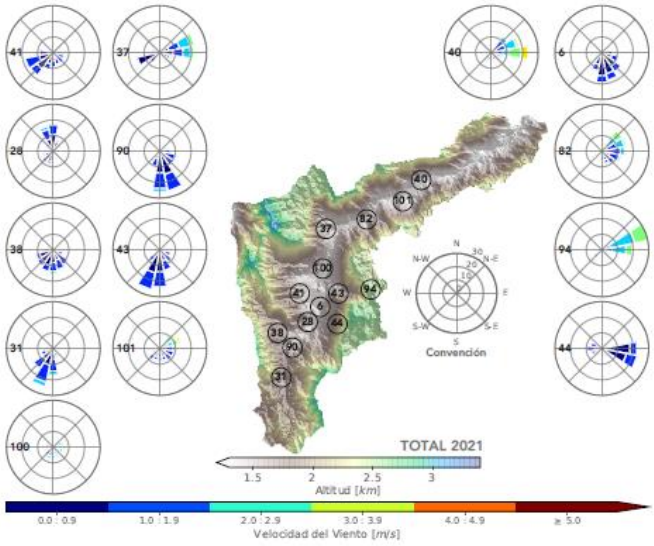


Ilustración 26.. Rosas de viento totales en las diferentes estaciones meteorológicas en el año 2021. Fuente: (Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA, 2021).

2.2.9.6.22. Reportes de la calidad del aire en la zona rural

Corantioquia realizó una campaña de monitoreo de la calidad del aire, los cuales fueron registrados durante el mes de junio de 2016, donde se midió el contaminante material particulado de 10 micras (PM10). Las características generales de la estación y los resultados obtenidos en el periodo de monitoreo se presentan a continuación:

Tabla 72. Campaña de monitoreo de calidad del aire 2016-Corantioqua.

Nombre Estación	CA.CALDAS 2016
Tipo de Estación	Indicativa
Periodo de Monitoreo	02/07/2016 – 25/07/2016
Municipio/Departamento/Vereda	Caldas – Antioquia – La Valeria

Coordenadas	Latitud_ 6.10124 Longitud: - 75.666404
Variable evaluada	PM10

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

De acuerdo con los resultados del Índice de Calidad del Aire – ICA se encontró que el contaminante criterio de material particulado PM10, estuvo en categoría buena (ICA color verde) durante el 100% del tiempo, lo que indica que durante el periodo de monitoreo prevaleció la calidad del aire buena.

Tabla 73. Resultados obtenidos en el periodo de monitoreo 2016- PM10 (µg/m3)

Estación	Fecha	PM10 (µg/m³)
CA. CALDAS 2016	2016-07-25	24,48
CA. CALDAS 2016	2016-07-24	23,46
CA. CALDAS 2016	2016-07-23	24,65
CA. CALDAS 2016	2016-07-22	26,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-21	28,16
CA. CALDAS 2016	2016-07-20	24,17
CA. CALDAS 2016	2016-07-19	24,68
CA. CALDAS 2016	2016-07-18	27,26
CA. CALDAS 2016	2016-07-17	19,11
CA. CALDAS 2016	2016-07-16	21,49
CA. CALDAS 2016	2016-07-15	21,44
CA. CALDAS 2016	2016-07-14	28,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-13	28,06
CA. CALDAS 2016	2016-07-12	25,63
CA. CALDAS 2016	2016-07-11	32,44
CA. CALDAS 2016	2016-07-10	28,33
CA. CALDAS 2016	2016-07-09	27,65
CA. CALDAS 2016	2016-07-08	24,46
CA. CALDAS 2016	2016-07-07	24,00
CA. CALDAS 2016	2016-07-06	18,03
CA. CALDAS 2016	2016-07-05	22,15
CA. CALDAS 2016	2016-07-04	20,70
CA. CALDAS 2016	2016-07-03	17,87
CA. CALDAS 2016	2016-07-02	38,94

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

Además, Corantioquia realizo una campaña de monitoreo de la calidad del aire, donde se midió el material particulado PM2,5, los cuales fueron registrados durante el mes de marzo y mayo de 2018. Las características generales de la estación y los resultados obtenidos en el periodo de monitoreo se presentan a continuación:

Tabla 74. Campaña de monitoreo de calidad del aire 2018-Corantioquia

Nombre Estación	CA. CALDAS-SENA2018
Tipo de Estación	Indicativa
Periodo de Monitoreo	08/03/2018 – 09/05/2018
Municipio/Departamento/Vereda	Caldas – Antioquia
Coordenadas	Latitud_ 6.044 Longitud: - 75.6265
Variable evaluada	PM2.5

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que 48% del tiempo estuvo con un Índice de Calidad del Aire – ICA buena (color verde) y el 52%% del tiempo estuvo con un ICA moderado o aceptable (color amarillo).

Tabla 75. Resultados obtenidos en el mes de mayo de 2018 (PM2.5) (µg/m^3)

Estación	Fecha	PM2.5 (µg/m^3)	ICA Según Resolución 2254 de 2017
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-09	13,95	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-12	16,58	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-13	29,75	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-14	24,96	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-16	29,58	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-17	19,14	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-18	22,58	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-19	22,46	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-20	30,83	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-21	28,38	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-22	32,58	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-23	23,87	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-24	12,92	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-25	16,21	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-26	20,63	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-27	21,88	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-28	30,88	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-29	19,04	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-30	11,42	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-03-31	7,96	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-01	6,88	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-02	10,83	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-03	12,04	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-04	9,89	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-05	7,67	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-06	5,88	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-07	10,34	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-08	16,75	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-09	17,84	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-10	6,13	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-11	9,03	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-12	2,96	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-13	9,43	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-14	5,52	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-15	9,70	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-16	16,92	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-17	23,30	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-18	22,79	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-19	12,10	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-20	14,92	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-21	12,45	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-22	17,87	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-23	9,69	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-24	12,77	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-25	9,40	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-26	12,55	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-27	7,97	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-28	8,66	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-04-29	9,10	Buena

Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-03	4,71	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-04	10,13	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-05	9,80	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-06	14,87	Moderada
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-07	10,53	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-08	9,76	Buena
Ca. Caldas CAL-SENA 2018	2018-05-09	12,72	Buena

Fuente: (IDEAM-SISAIRE, 2017)

2.2.9.7. Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire – PIGECA:

Con el objetico de frenar la problemática de la calidad del aire y disminuir los niveles de contaminación, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) implementó el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá (PIGECA), el cual fue adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano 16 de 2017 " *por el cual se adopta el PIGECA en el Valle de Aburrá y se toman otras determinantes*" Es un plan de carácter estratégico para la disminución a corto, mediano y largo plazo de la contaminación atmosférica, el cual establece unos ejes temáticos transversales y estructurales, unas medidas y metas de reducción de emisiones y de calidad del aire, además, esta articulado con la Ley 1931 de 2019 (Cambio Climático), la cual debe ser tenida en consideración en los instrumentos regionales como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Las estrategias ambientales integradas que se proponen para mejorar la calidad el aire en relación con la prevención y reducción de contaminantes criterio de efecto local también son aplicables a la prevención y mitigación de gases efecto invernadero causantes del cambio climático, toda vez que las principales fuentes de emisión de ambos tipos de contaminantes en la zona urbana del valle de Aburrá son las fuentes móviles y las fuentes fijas.

Es un instrumento que presenta una visión integral de las medidas y acciones, que están debidamente soportadas con evidencia científica, y que con su implementación conducirían al cumplimiento de las metas de reducción de la contaminación atmosférica por sectores, trazadas en el documento para cada periodo de gobierno. Ha sido construido con aportes de todos los actores y plantea un trabajo articulado permanente, con el objetivo de salvaguardar la salud pública y proteger el ambiente, sin afectar la competitividad ni la productividad de la región.

La revisión del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Caldas, debe aplicar y concretar las medidas del PIGECA con criterios de sostenibilidad, asociándolas al modelo de ocupación, a la movilidad sostenible y a la movilidad activa, a espacios públicos verdes, a la zonificación de usos del suelo y criterios de ubicación, entre otros que posibiliten una mejor calidad del aire en el municipio y la región. El PIGECA cuenta con 10 ejes temáticos que agrupan cincuenta y ocho (58) medidas, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 76. Medidas temáticas del PIGECA - AMVA.

Eje temático	Medidas
Eje Temático 1: Fortalecimiento, generación y aprovechamiento del conocimiento científico y la tecnología.	A1. Diseño e implementación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica. A2. Fortalecimiento agenda de investigación científica y escenarios de intercambio de experiencias. A3. Mejora continua de la red de monitoreo, pronostico y alertas de la calidad del aire.

	A4. Mejora del inventario de emisiones. A5. Política de Ciudad – Metrópoli inteligente A6. Fortalecimiento del acceso público e información. A7. Fomento a iniciativas y procesos de co-creación local y/o Nacional. A8. Establecimiento e implementación de un sistema integral de gestión integral de la calidad del aire.
Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad.	B1. Establecimiento de lineamientos de zonificación con criterios de calidad del aire. B2. Incorporación en el PEMOT de lineamientos para una planeación integral del uso del suelo y el transporte dirigida a favorecer una movilidad sostenible en el Valle de Aburrá. B3. Articulación de los Planes de Ordenamiento Territorial. B4. Planificación para una movilidad activa. B5. Construcción Sostenible y Eco eficiente. B6. Incorporación de una estrategia integral de mejora logística en la planeación territorial.
Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos motorizados y promover un modelo de movilidad sostenible y de bajas emisiones	C1. Mejora de la calidad de diésel y gasolina. C2. Estándares de emisiones más estrictos C3/C4. Expansión, fortalecimiento, fomento y modernización del transporte público C5. Ajustar los requerimientos de emisiones para las motocicletas que se comercializanen el Valle de Aburrá y el resto del país. C6. Políticas para reducir el impacto ambiental de carga y volquetas C7. Acciones pedagógicas para generar conciencia y corresponsabilidad sobre la acerca reducción de emisiones de fuentes móviles. C8. Diseño e implementación de un programa de incentivos para la modernización de laflota de automóviles y motocicletas en circulación. C9. Programa Integral de inspección de emisiones y mantenimiento vehicular C10. Diseño e implementación de un programa masivo de capacitación en conducción coeficiente. C11. Introducción acelerada de vehículos de ultra bajas emisiones y emisiones cero.

	C12. Requerimiento de instalación de filtros de partículas (FDP) y otras tecnologías certificadas de pos tratamiento de emisiones C13. Obras de infraestructura con alto y positivo impacto ambiental y en la movilidad. C14.Fomento a la renovación el parque vehicular mediante el Pico y Placa Ambiental y el POECA. C15. Política de gestión de la demanda. C16. Gestión Integral de la Logística del Transporte de Carga y volquetas en el Valle de Aburrá.
Eje Temático 4: Trasformar e modelo de movilidad hacia la promoción y priorización de modos de transporte activo y de bajas emisiones	D1. Políticas y programas orientados a mejorar las condiciones de caminablidad del Valle de Aburrá. D2. Ampliación, conectividad e interacción de la red de infraestructura para la bicicleta. D3. Mejoras en equipamiento de la ciudad para la movilidad activa. D4. Promoción dl uso de la bicicleta mediante la disponibilidad un sistema de bicicletas públicas integrado al SITVA. D5. Promoción, educación y cultura e la movilidad activa. D6.Desestimul al uso de vehículo particular
Eje Temático 5: Industria y servicios competitiva y de bajas emisiones	E1. Establecimiento de una Estrategia de Desarrollo de Bajas Emisiones E2. Optimización de Sistemas de Control de Emisiones. E3. Estándares de emisión más estrictos para fuentes fijas. E4. Mejorar del desempeño ambiental y energético de la industria. E5a. Control de emisiones en procesos de no combustión. E5b. Instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina a lo largo delproceso de almacenamiento, transporte y suministro. E6. Restringir la instalación nuevas fuentes fijas en zonas sensibles. E7. Mejorar proceso de Legalización y control de extracción manejo y disposición dematerialesd construcción.

	E8. Requerimiento de Instalación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones enfuentes fijas. E9. Implementación de Planes Empresariales de Movilidad Sostenible.
Eje Temático 6: Incremento de espacios verdes y arbolado urbano y protección de ecosistemas regionales	F1. Protección y ampliación del arbolado urbano. F2. Espacio público verde, corredores verdes y cinturón verde. F3. Ampliación del perímetro urbano para efectos ambientales. F4. Parque Central de Antioquia F5. BANCO2 Metropolitano
Eje Temático 7: Efectividad y cobertura en el control y sanciones a agentes contaminantes	G1. Incrementar la capacidad de control de fuentes móviles. G2. Implementar un programa de detección remota de emisiones (DRE) vehiculares en vía. G3. Fortalecer acciones de prevención y control de emisiones generadas por fuentes fijas.
Eje Temático 8: Atención oportuna y eficaz a episodios de contaminación del aire.	H1. Fortalecimiento de los mecanismos de actuación del POECA. H2. Inclusión del escenario de riesgo por contaminación atmosférica en los Planes Municipales de Gestión de Riesgo.
Eje Temático 9: Protección y transformación de zonas sensibles a la contaminación.	I1. Creación de zonas de baja emisión y zonas de circulación restringida en áreas estratégicas del Valle de Aburrá. I2. Creación de zonas protegidas para reducir la exposición a la contaminación atmosférica.
Eje Temático 10: Sistema de cargas y beneficios a agentes en función de su aporte positivo o negativo a la calidad del aire	J1. Establecimiento de beneficios y cargas

Fuente: PIGECA. (AMVA, Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire - PIGECA, 2017).

2.2.9.8. Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (POECA)

El POECA es un protocolo que contiene las medidas de conflicto dentro del plan general de acciones por el aire, para reducir los contaminantes en el corto plazo cuando se presenta un periodo de contingencia atmosférica, con el fin de prevenir la exposición de la población a altos índices de contaminación debido a los riesgos para la salud, el cual establece roles y actividades de los actores involucrados en su actuación,

también define los canales de comunicación y el procedimiento de actuaciones de la comunidad ante un episodio de contaminación para prevenir los efectos adversos al ambiente y a la salud de la población por la emisión y exposición a altos índices de contaminación.

Este Plan fue adoptado mediando el Acuerdo Metropolitano 04 de 2018 "*por el cual se deroga el Acuerdo Metropolitano N° 15 de 2016 y se adopta el nuevo protocolo del Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá*". Con el fin de garantizar la implementación del protocolo durante los periodos de gestión de episodios por contaminación atmosférica, se hace necesario elaborar un Plan de Acción como herramienta de planeación para establecer las actividades, asignar responsables y definir los recursos necesarios para llevar a cabo las medidas contempladas en el Acuerdo, orientando de esta manera los esfuerzos y propiciando el alistamiento de las diferentes dependencias del municipio y sectores involucrados en la gestión de episodios.

Así mismo establece que *los municipios deberán elaborar un Plan de Acción para la implementación anual del protocolo, con el acompañamiento y asesoría del AMVA, el cual deberá ser adoptado mediante acto administrativo. Este Plan de Acción debe incluir la articulación con el Plan de Comunicaciones. Así mismo, los municipios enviarán dicho Plan de Acción al AMVA, entre los meses de septiembre y octubre de cada año y a partir de esta información el AMVA elaborará un Plan de Acción Metropolitano, el cual publicará anualmente en su página WEB, antes del inicio regular de gestión de episodios de contaminación atmosférica. Adicionalmente, al final de cada período, los municipios deberán enviar reporte al AMVA que resuma los resultados obtenidos de la implementación del Plan de Acción.*

El Plan de Ordenamiento Territorial debe aplicar las acciones que se derive del POECA, en temas de ordenamiento territorial, acorde a sus competencias, donde debe incluir el escenario de riesgo por contaminación atmosférica en los Planes Municipales de Gestión del Riesgo, en articulación con acciones identificadas en el POT. (AMVA, Un Protocolo en Epocas de Contingenia Ambiental, s.f.)

2.2.9.9. Plan Estratégico para la Gestión de la Calidad del Aire en la jurisdicción de Corantioquia

Se encuentra enmarcado en el Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR 2020-2031 en la LÍNEA 3: CONSOLIDACIÓN DE UN ENTORNO SALUDABLE Y SEGURO, específicamente en el COMPONENTE 10: Saneamiento ambiental - RETO 26 (Mejoramiento de la calidad del aire en centros poblados rurales y urbanos) y COMPONENTE 11: Movilidad sostenible- RETO 28 (Promover la movilidad sostenible). En el Plan de Acción 2016 – 2019, CORANTIOQUIA definió como asunto prioritario el control de las emisiones atmosféricas y los planes de descontaminación urbana y rural, por lo que mediante el convenio 040-COV1705-94 de 2017 con la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), definió lineamientos que se centren en reducir las emisiones de material particulado, los olores y los vapores de mercurio, fundamentado en los impactos a la salud que se asocian a estos contaminantes, con la finalidad de alcanzar los estándares definidos para el año 2030 por la norma de calidad del aire (Resolución 2254 de 2017), expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Además, es un Plan que debe permitir la articulación de medidas y estrategias contenidas en el PIGECA y POECA del AMVA, con el fin de atender las necesidades conjuntas de la región del Valle de Aburrá. Debido a que es un instrumento que requiere actualización temporal y espacial, en el año 2019 se desarrolla el Contrato 110-CNT1907-96 de 2019 con la Universidad Pontificia Bolivariana.

Los lineamientos principales del Plan de Gestión Ambiental Regional – PGRA 2020-2031 de Corantioquia son los siguientes:

1. Control de fuentes de emisión
2. Fortalecimiento institucional

3. Gestión de recursos financieros
4. Planes y organizaciones del territorio
5. Articulación PIGECA en el Valle de Aburrá
6. Niveles de prevención, alerta o emergencia.

2.2.9.10. Plan + Aire Puro:

El Plan + Aire Puro tienen por objeto disminuir las concentraciones de contaminantes, olores, ruido y contaminantes tóxicos atmosféricos, con la finalidad de alcanzar los estándares definidos para el año 2030, de conformidad con lo establecido en la norma de calidad del aire – Resolución No. 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dicho Plan fue adoptado a través de la Resolución N° 040-RES2002-756 de 2020, y a través de la Resolución N° 040-RES2003-1099 de 2020 se adoptan unas medidas establecidas en el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá – PIGECA y en el Protocolo Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica – POECA del Área Metropolitana del Valle de Áburrá, para su aplicación en la zona rural de los diez (10) municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA.

Tabla 77. Ejes temáticos/lineamientos, medidas y objetivos de los planes para la revisión y ajuste del PBOT.

Plan	Eje Temático / Lineamiento	Medidas	Objetivos/Acciones recomendadas	Articulación de las estrategias del municipio con el Eje Temático o Lineamiento
PIGECA	Eje Temático 1: Fortalecimiento, generación y aprovechamiento del conocimiento científico y la tecnología.	A5. Política de Ciudad-Metrópoli Inteligente	Acelerar el tránsito hacia una Ciudad Metrópoli del Valle de Aburrá Inteligente, basada en inteligencia de datos, para elevar su eficiencia, productividad y competitividad, así como para reducir la brecha de pobreza, contribuir a un desarrollo sostenible y, específicamente, al combate de la contaminación	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad	B1. Establecimiento de lineamientos de zonificación con criterios de calidad del aire.	Establecer lineamientos de zonificación en el Valle de Aburra que incluya criterios de calidad del aire	Incorporar medidas ambientales para establecer un control en las emisiones atmosféricas en las licencias de construcción.
PIGECA	Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad	B2. Incorporación en el PEMOT de lineamientos para una planeación integral del uso del suelo y el transporte dirigido a favorecer una movilidad sostenible en el Valle de Aburrá	Establecer un marco integral de ordenamiento territorial que propicie una ciudad compacta, dinámica, policéntrica, equitativa y de bajas emisiones	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos
PIGECA	Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad	B4. Planificación para una movilidad activa.	Establecer lineamientos metropolitanos de ordenamiento territorial dirigidos a mejorar las condiciones de caminabilidad y de desarrollo e integración de la red de infraestructura para bicicletas.	El municipio de Caldas ha implementado estrategias para mejorar las condiciones de caminabilidad para peatones. Además, busca mejorara partir de nuevos espacios públicos las condiciones de esparcimiento y hábitat, enfocado en la movilidad activa y segura incorporando proyectos con señalización vial ambiental, priorización de peatones y ciclistas.
PIGECA	Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad	B5. Construcción Sostenible y Ecoeficiente.	Implementar la política pública metropolitana de construcción sostenible y su relación con el desarrollo territorial, usos del suelo y acceso a alternativas de movilidad sostenible.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 2: Planeación y Ordenamiento Territorial con Criterios de Sostenibilidad.	B6. Incorporación de una estrategia integral de mejora logística en la planeación Territorial.	Incorporación de lineamientos de zonificación y desarrollo de infraestructura para optimizar	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las

			los procesos de distribución urbana de mercancías en la planeación territorial del área metropolitana.	medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos Motorizados.	C3/C4. Expansión, fortalecimiento, fomento y modernización del transporte público.	Mejorar integralmente el transporte público tanto para satisfacer la demanda como para propiciar el cambio modal.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos Motorizados.	C6. Políticas para reducir el impacto ambiental de carga y volquetas.	Reducir emisiones generadas por camiones y volquetas y la edad promedio de la flota en circulación mediante la renovación acelerada de la flota.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos Motorizados.	C13. Obras de infraestructura con alto y positivo impacto ambiental y en la movilidad.	Priorizar el desarrollo de infraestructura vial que favorezca la movilidad sostenible en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	El municipio de Caldas ha implementado estrategias para mejorar las condiciones de caminabilidad para peatones. Además, busca mejorara partir de nuevos espacios públicos las condiciones de esparcimiento y hábitat, enfocado en la movilidad activa y segura incorporando proyectos con señalización vial ambiental, priorización de peatones y ciclistas.
PIGECA	Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos motorizados.	C15. Política de gestión de la demanda.	Mejorar de manera integral la movilidad en el Valle de Aburra mediante una política de gestión de la demanda.	Medida de pico y placa para vehículos particulares, motos de 2 y 4 tiempos, y transporte de carga y volquetas. Esta medida lleva seguimiento con personal de movilidad y cámaras de foto detección.
PIGECA	Eje Temático 3: Reducir el impacto sobre la calidad del aire de los modos motorizados.	C16. Gestión Integral de la Logística del Transporte de Carga y volquetas en el Valle de Aburra.	Reducir emisiones generadas por camiones y volquetas y la edad promedio de la flota en circulación mediante la mejora integral de la logística del sector.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PIGECA	Eje Temático 4: Trasformar el modelo de movilidad hacia la promoción y priorización de modos de transporte activo y de bajas emisiones.	D1. Políticas y programas orientados a mejorar las condiciones de caminabilidad del Valle de Aburrá.	Fomentar la caminabilidad y el transporte activo en el Valle de Aburrá.	El municipio de Caldas ha implementado estrategias para mejorar las condiciones de caminabilidad para peatones. Además, busca mejorara partir de nuevos espacios públicos las condiciones de esparcimiento y hábitat, enfocado en la movilidad activa y
		D2. Ampliación, conectividad e interacción de la red de infraestructura para la bicicleta.	Mejorar la seguridad vial y física para el uso de la bicicleta en el Valle de Aburrá.	

		D3. Mejoras en equipamiento de la ciudad para la movilidad activa.	Mejorar el equipamiento urbano para ofrecer mayor seguridad a los ciudadanos en sus desplazamientos en modos de transporte activo.	segura incorporando proyectos con señalización vial ambiental, priorización de peatones y ciclistas.
PIGECA	Eje Temático 5: Industria y servicios competitiva y de bajas emisiones.	E4. Mejorar del desempeño ambiental y energético de la industria.	Mejorar el desempeño ambiental y energético de la industria en conformidad con los objetivos de la Resolución 912 de 2017	El municipio tiene como iniciativa la estructuración de buenas prácticas ambientales para trabajar en conjunto con otros municipios y empresa para asesorar y realizar acompañamiento para la conversión industrial. Además, apoyar a la autoridad ambiental en el desarrollo de visitas de control y vigilancia en las zonas urbanas y rurales.
PIGECA	Eje temático 5: Industria y servicios competitiva y de bajas emisiones.	E6. Restringir las instalaciones nuevas fuentes fijas en zonas sensibles.	Incentivar el desarrollo industrial bajo en emisiones y restringir el establecimiento de nuevas fuentes de emisión de contaminantes en zonas sensibles a la contaminación del aire.	El municipio como iniciativa de incorporar medidas ambientales para el control de emisiones atmosféricas en las licencias de construcción. Las actividades que cuentan con equipos de combustión o fuentes fijas de emisión, la obligatoriedad de cumplir las normas ambientales correspondientes. Como lo es el Decreto 1076 de 2015, la Resolución 909 de 2008 (y todas aquellas que las modifique o derogue)
PIGECA	Eje temático 6: Incremento de espacios verdes y arbolado urbano y protección de ecosistemas regionales.	F1. Protección y ampliación del arbolado urbano.	Reducir las emisiones de fuentes de área por erosión en el Valle de Aburrá y crear un entorno más saludable y ambientalmente amable.	El municipio de Caldas trabaja en conjunto con el municipio de La Estrella, Envigado, Sabaneta e Itagüí en la elaboración de "La mesa por la conservación del sur del Valle de Aburrá", la cual es un mecanismo a partir del cual se pretende estructurar y poner en marcha la protección de las áreas protegidas de cada uno de los municipios que la integran. Se adelantan gestiones por la biodiversidad y cada uno de los municipios aportará a la conservación regional.
		F2. Espacio público verde, corredores verdes y cinturón verde.	Mejorar la calidad ambiental en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	

		F3. Ampliación del perímetro urbano para efectos ambientales.	Regular con criterios ambientales la expansión urbana.	
		F4. Parque Central de Antioquia.	Consolidar un sistema de áreas protegidas que posibilite una gestión regional más eficaz, salvaguardar la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales necesarios para su sostenibilidad.	
		F5. BANCO2 Metropolitano protección del medio ambiente, a través de la compensación económica a familias vinculadas, por medio del pago por servicios ambientales.	Proteger las áreas verdes y zonas arbóreas de los municipios el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	
PIGECA	Eje temático 9: Protección y Transformación de zonas sensibles a la Contaminación.	I1. Creación de zonas de baja emisión y zonas de circulación restringida en áreas estratégicas del Valle de Aburra.	Reducir la contaminación en zonas prioritarias e incentivar los procesos de modernización vehicular en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
		I2. Creación de zonas protegidas para reducir la exposición a la contaminación atmosférica.	Reducir la exposición de la población vulnerable a la contaminación del aire.	

PIGECA	Eje temático 10: Sistema de cargas y beneficios a agentes en función de su aporte positivo o negativo a la calidad del aire.	J1. Establecimiento de beneficios y cargas Incentivos tributarios.	Establecer un proyecto de modificación al Estatuto Tributario y otros instrumentos locales para el fortalecimiento de las disposiciones relativas a beneficios y cargas aplicables a la mejora de la calidad del aire, así como un programa de bonos de emisión.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 5. Cooperación interinstitucional. Programa 2. Articulación al PIGECA en el Valle de Aburra - Planeación y Ordenamiento territorial con criterios de sostenibilidad.	Establecimiento de lineamientos de zonificación con criterios de calidad del aire.	Establecer lineamientos de zonificación en el Valle de Aburrá que incluya criterios de calidad del aire.	El municipio como iniciativa de incorporar medidas ambientales para el control de emisiones atmosféricas en las licencias de construcción. Las actividades que cuentan con equipos de combustión o fuentes fijas de emisión, la obligatoriedad de cumplir las normas ambientales correspondientes. Como lo es el Decreto 1076 de 2015, la Resolución 909 de 2008 (y todas aquellas que las modifique o derogue).
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 1. Control de fuentes de emisión. Programa 4. Transporte regional sostenible.	3. Programas de autorregulación en las empresas de transporte.	Promover en las empresas de transporte público y de carga una cultura más amigable con el medio ambiente.	El PBOT en elaboración y revisión busca desarrollar una mejor articulación con las medidas del eje temático y sus lineamientos.
		4. Apoyo en la modernización de la flota vehicular de transporte público.	Participar en las discusiones para el fortalecimiento, mejoramiento y modernización del sistema de transporte público.	
		5. Apoyo en el mejoramiento de Combustibles disponibles para la región.	Participar de las discusiones para el mejoramiento de los combustibles Vehiculares.	

PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 1. Control de fuentes de emisión. Programa 4. Transporte regional sostenible.	1. Control integral de inspección de emisiones.	Ejercer un mayor control sobre los concesionarios y CDA´s, con el fin de garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en la normatividad aplicable (Resolución 910 de 2008).	El municipio de Caldas ha implementado estrategias para mejorar las condiciones de caminabilidad para peatones. Además, busca mejorara partir de nuevos espacios públicos las condiciones de esparcimiento y hábitat, enfocado en la movilidad activa y segura incorporando proyectos con señalización vial ambiental, priorización de peatones y ciclistas. Apoyo al Área Metropolitana del Valle de Aburrá en la ejecución de operativos en vía, para el control de emisiones vehiculares.
	Lineamiento 2. Fortalecimiento institucional. Programa 1. Fortalecimiento técnico.	1. Ampliar y fortalecer las capacidades técnicas de los funcionarios en el tema de control y vigilancia a fuentes de emisión.	Aumentar la eficacia y eficiencia de las actividades de control y vigilancia.	
	Lineamiento 5. Cooperación interinstitucional. Programa 4. Efectividad y cobertura en el control y sanciones a agentes contaminantes.	Incrementar la capacidad de control de fuentes móviles.	Fortalecer las herramientas de verificación del Cumplimiento a los programas para el control de emisiones de fuentes móviles.	
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 1. Control de fuentes de emisión. Programa 4. Transporte regional sostenible.	1. Control integral de inspección de emisiones.	Ejercer un mayor control sobre los concesionarios y CDA´s, con el fin de garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en la normatividad aplicable (Resolución 910 de 2008).	
	Lineamiento 2. Fortalecimiento institucional. Programa 1. Fortalecimiento técnico.	1. Ampliar y fortalecer las capacidades técnicas de los funcionarios en el tema de control y vigilancia a fuentes de emisión.	Aumentar la eficacia y eficiencia de las actividades de control y vigilancia.	

	Lineamiento 5. Cooperación interinstitucional. Programa 4. Efectividad y cobertura en el control y sanciones a agentes contaminantes.	Incrementar la capacidad de control de fuentes móviles.	Fortalecer las herramientas de verificación del Cumplimiento a los programas para el control de emisiones de fuentes móviles.	
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 1. Control de fuentes de emisión. Programa 4. Transporte regional sostenible.	2. Programas de educación ambiental.	Sensibilizar y capacitar a los conductores en las ventajas ambientales, económicas y sociales que genera la conducción coeficiente.	El Municipio deberá informar las recomendaciones dirigidas a la comunidad para minimizar las emisiones de los contaminantes. Informar sobre el inicio, evolución y finalización del periodo y niveles de gestión de episodios de contaminación atmosférica.
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 1. Control de fuentes de emisión. Programa 2. Desarrollo industrial y agroindustrial sostenible.	1. Desempeño ambiental y energético de la industria.	Regular las medidas en el sector industrial que contribuyan al desarrollo de una gestión integral de la calidad del aire.	El municipio tiene como iniciativa la estructuración de buenas prácticas ambientales para trabajar en conjunto con otros municipios y empresa para asesorar y realizar acompañamiento para la conversión industrial. Además, apoyar a la autoridad ambiental en el desarrollo de visitas de control y vigilancia en las zonas urbanas y rurales.

	Lineamiento 2. Fortalecimiento institucional. Programa 2. Herramientas para la Calidad del Aire.	2. Control y seguimiento a las fuentes de emisión.	Fortalecer el control y seguimiento a las fuentes de emisión.	
PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 5. Cooperación interinstitucional. Programa 3. Articulación al PIGECA en el Valle de Aburra – Industria y servicios competitiva y bajas emisiones.	Restringir la instalación nuevas fuentes fijas en zonas sensibles.	Incentivar el desarrollo industrial bajo en emisiones y restringir el establecimiento de nuevas fuentes de emisión de contaminantes en zonas sensibles a la contaminación del aire.	El municipio como iniciativa de incorporar medidas ambientales para el control de emisiones atmosféricas en las licencias de construcción. Las actividades que cuentan con equipos de combustión o fuentes fijas de emisión, la obligatoriedad de cumplir las normas ambientales correspondientes. Como lo es el Decreto 1076 de 2015, la Resolución 909 de 2008 (y todas aquellas que las modifique o derogue)

PLAN + AIRE PURO	Lineamiento 2. Fortalecimiento institucional. Programa 2. Herramientas para la Calidad del Aire.	1. Revisión permanente del y sistema de vigilancia de calidad del aire (SVCA) que incluya análisis meteorológico y medición de contaminantes.	Asegurar la confiabilidad y precisión de los datos generados por la red de monitoreo de calidad del aire y el inventario de emisiones.	El municipio busca informar a la población sobre la evolución del ICA, sus recomendaciones orientadas a reducir la exposición de los grupos sensibles a la contaminación atmosférica. Y, sobre todo informar sobre el inicio, evolución y finalización del periodo y niveles de gestión de episodios de contaminación atmosférica. Realizar difusión de los comunicados oficiales, cuando se declare un nivel de PREVENCION, brindar información de la ocurrencia del episodio y las medidas que se aplicaran.

Fuente: Plan de Acción Caldas

La gestión que el municipio de Caldas realiza de manera integral en las diferentes dependencias de la admiración (espacio público, movilidad, planeación y por medio de trabajos articulados con las autoridades ambientales con presencia en el territorio), se hace participe en la construcción de los diferentes planes para mejorar la calidad del aire, por medio de acuerdos y mesas de trabajo para la adecuada gestión del ruido y olores ofensivos.

El Plan de Acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2019-2030 – PAC&VC- (AMVA- Universidad Nacional de Colombia (IDEA),2018) contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire, las cuales se mencionan a continuación:

- Disminuir el número de viajes y las distancias recorridas por vehículos impulsados por combustibles fósiles, a causa de procesos empresariales y corporativos.
- Generar transición y renovación de vehículos de servicio público que consumen combustibles fósiles hacia vehículos impulsados por energía eléctrica
- Optimizar los procesos logísticos del sector del transporte de carga e incentivar la renovación tecnológica de la flota vehicular
- Mejorar el desempeño energético de los procesos industriales y cadenas productivas en la ciudad.

2.2.9.11. Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2015

Para las agencias ambientales y sanitarias a nivel mundial, regional y nacional es prioridad valorar los impactitos en salud asociados a factores del riesgo ambiental. Según el Índice de Desempeño ambiental de 2018, la mala calidad del aire es la mayor amenaza ambiental para la salud pública y el mayor reto político para los países de medianos y bajos ingreso.

Actualmente existe una amplia evidencia sobre los efectos negativos de la contaminación atmosférica para la salud de la población, asociada a exposiciones de corta duración (horas o días) y exposiciones de larga duración (durante años).

La agencia de gobierno de Colombia ha asumido la contaminación del aire como una de sus mayores preocupaciones. El Ministerio de Salud y Protección Social ha considerado la salud ambiental como una de las dimensiones prioritarias para el logro de la salud como derecho humano de los colombianos. Por medio del documento CONPES 3550 de 2008, se establecieron lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental, siendo de máxima prioridad la intervención sobre la calidad del aire, reconociendo su efecto poblacional, particularmente en los grupos con mayor vulnerabilidad como son menores de 5 años, las gestantes, adultos mayores y la población trabajadora en condición de informalidad. Además, se ha incluido esta dimensión en el Plan Decenal de Salud Publica 2012 – 2021, donde se establecen acciones para materializar el derecho a un ambiente sano (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

El Área Metropolitana del valle de Aburrá ha liderado en el marco de sus funciones misionales de planeación del territorio, autoridad ambiental y de movilidad en los diez municipios asociados, estrategias e instrumentos de gestión, orientados al mejoramiento de la calidad del aire. En el Plan de Gestión 2016 – 2019 se establecen como líneas estratégicas:

1. Planeación y gestión territorial para la equidad
2. Calidad ambiental y desarrollo sostenible
3. Movilidad sostenible, segura y amable
4. Seguridad, convivencia y paz

En el Área Metropolitana y la ciudad de Medellín se han registrado en los años 2015 y 2016 episodios críticos de contaminación atmosférica, agravados por las condiciones ambientales particulares debida a su

topografía y cima, requiriendo que AMVA adoptara mediante el Acuerdo Metropolitano N°15 de 2016, el protocolo para enfrentar episodios críticos de contaminación atmosférica, el cual establece las acciones y procesos de los actores para intervenir en los momentos de contingencia ambiental.

En los municipios del AMVA (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Caldas) se han reconocido un deterioro en la calidad del aire durante las últimas dos décadas, sustentado no solo en el incremento de las concentraciones de PM10 y PM2.5, sino también en la mayor amplitud y duración de los eventos críticos de contaminación observados semestralmente (febrero-marzo y octubre – noviembre).

En el periodo de análisis 2008 – 2015 fue necesario establecer un panorama que describa los principales indicadores de la morbilidad y mortalidad en los eventos centinela que se estudiaron. Para la morbilidad se tuvieron en cuenta los datos de las instituciones prestadoras de servicios de salud del Valle de Aburrá, las cuales registraron 42.411.665 atenciones en salud en general, distribuidas en los servicios de hospitalización, consulta externa y urgencias. El municipio de Caldas registro el 2.1 % de casos, relacionados con infecciones agudas de las vías respiratorias.

La enfermedad respiratoria asociada al contaminante PM10: en un efecto acumulado de 15 días (rezago 0 -15), el municipio de Caldas no supero el 30% de la población infantil menor a 5 años que presento enfermedad respiratoria, por incremento de 10 µg/m3 en la concentración de PM10.

Enfermedad respiratoria asociada al contaminante PM2.5: en un efecto acumulado de 15 días (rezago 0-15), Caldas presento un 29.6% de la población infantil menor a 5 años que presento enfermedad respiratoria, por incremento de 10 µg/m3 en la concentración de PM2.5.

Enfermedad respiratoria asociada al contaminante O_3: la relación entre el O_3 y la enfermedad respiratoria en un acumulado de 15 días de exposición (regazo 0 -15) se evidencio únicamente en los municipios de Medellín, Caldas, Envigado e Itagüí.

En el municipio de Caldas se incrementó en 0.91% en el riesgo, debido a un aumento de 10 µg/m3, en la concentración de O_3. A continuación, se resumen todos los hallazgos presentado en morbilidad respiratoria para el regazo 0-15 en todos los municipios.

Tabla 78. Magnitud del riesgo para enfermedad respiratoria, asociada al incremento de 10 µg/m3 en el promedio diario de PM10, PM2,5 y O_3 por municipios del AMVA 2008- 2015 (rezago 0-15).

Municipio	Población	PM10		PM2.5		O_3	
		Eβ (IC)	% Incremento del riesgo	Eβ(IC)	% incremento del riesgo	Eβ(IC)	% incremento del riesgo
Medellín	Menores de 5 años	1,13 (1,06;12)	13,00	1,18(1,09;1,29)	18,30	1,10 (1,06;1,1)	8,30
	Hombres de 65 o más años	S,A		1,30 (0,91;1,74)	27,70	1,01 (0,98;104)	1,00
	Mujeres de 65 o más años	1,00 (0,95;1,06)	0,40	1,13 (1,04;1,21)	12,60	1,02 (0,99;104)	1,60
Barbosa	Menores de 5 años	1,22 (0,1;13,41)	21,70	SA		1,60 (0,89;1,5)	15,50
	Hombres de 65 o más años	1,02 (0,63;1,65)	1,80	SA		SA	

Bello	Menores de 5 años	1,23 (1,15;155)	33,50	SA		SA		
Caldas	Menores de 5 años	1,23 (0,92;1,64)	23,10	1,30 (0,98;1,72)	29,60	1,07 (0,99;1,16)	7,20	
Copacabana	Menores de 5 años	1,34 (1,13;1,59)	23,10	1,30 (0,98;1,72)	29,60	1,07 (0,99;1,16)	7,20	
Envigado	Menores de 5 años	SA		1,43 (0,83;2,47)	43,30	1,388 (1,01;1,9)	38,80	
	Hombres de 65 o más años	1,04 (0,87;1,24)	3,5	1,20 (0,74;1,96)	19,90	SA		
Girardota	Menores de 5 años	1,06 (0,81;1,39)	6,2	1,37(0,18;6,72)	37,20	SA		
Itagüí	Menores de 5 años	1,23 (1,02;1,48)	22,5	1,14 (0,88,1,49)	14,40	1,12(1,07;1,18)	12,30	
	Hombres de 65 o más años	SA		1,02 (0,85,122)	25,20	SA		
La Estrella	Menores de 5 años	1,33 (1,13;1,57)		33,10	1,30 (0,95,1,65)	25,20	SA	
Sabaneta	Menores de 5 años	1,04 (0,77,14)		4,00	SA		SA	
	Mujeres de 65 o más años	1,04 (0,71;1,51)		3,90	SA		SA	

Fuente: (AMVA, contaminacion atmosferica y sus efectos de la salud de los habitantes , 2008 - 2015)

Los impactos en enfermedad respiratoria derivados de la exposición a O_3 se evidenciaron en cinco de los diez municipios del AMVA, de los los cuales el municipio de Caldas registro 7.2% de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años.

En el proceso de revisión y elaboración del PBOT del municipio, se acogen los planes y sus respectivos lineamientos en pro de disminuir el riesgo de impactos de enfermedad respiratoria de la población del municipio, además de realizar buenas prácticas ambientales para reducir la concentración de PM10, PM2,5 y O_3 y un seguimiento constante y efectivo de las zonas más afectadas por dichos contaminantes.

2.2.10. Ruido Ambiental

El ruido es un contaminante físico del aire, aunque no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como los otros contaminantes, se encuentra presente en los entornos urbanos. El término “contaminación acústica” hace referencia al ruido, el cual es entendido como sonido excesivo y molesto, provocado por las actividades humanas como lo son el tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, barcos, entre otros, los cuales causan efecto en la salud, la tranquilidad y la calidad de vida de la población, por tanto, la importancia que se tomen medidas para abordar de una manera adecuada la problemática de contaminación acústica, buscando mejorar la calidad de vida y la tranquilidad de la población.

2.2.10.1. Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación por Ruido en el Valle de Aburrá (2020 – 2030):

Fue adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano N° 24 de 2019, con el objetivo de establecer un enfoque estratégico para mitigar el impacto del ruido ambiental a través de acciones diseñadas para gestionar los problemas y efectos del ruido, prevenir y preservar la calidad acústica, reducir progresivamente la contaminación por ruido del Valle de Aburrá, protegiendo la salud pública y el ambiente.

La implementación de los Planes de acción está a cargo de la Autoridad Ambiental, es fundamental que el municipio de Caldas reconozca su problemática alrededor de la emisión de ruido e incorpore en el proceso de actualización de ordenamiento territorial medidas o acciones para la mejora de la afectación de los niveles de presión sonora a la población y al medio ambiente.

A continuación, se muestran los ejes temáticos del presente Plan de Acción:

Tabla 79. Ejes temáticos del Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido en el valle de Aburra 2020- 2030.

EJES TEMÁTICOS	LÍNEAS DE ACTUACIÓN
I. Coordinación y Gestión Institucional	Establecimiento de un mecanismo interinstitucional de gestión integral de la contaminación acústica.
	Normatividad aplicable a la contaminación acústica.
	Fortalecimiento y expansión de la red de monitoreo de la contaminación acústica.
	Fortalecimiento al acceso público de la información para el conocimiento de la problemática de ruido ambiental y de la gestión de la contaminación acústica.
	Fortalecimiento de una agenda de investigación científica, innovación y transferencia de conocimiento sobre contaminación acústica.
	Desarrollo de campañas de educación, sensibilización y participación ciudadana sobre contaminación acústica.
II. Planeación y Ordenamiento territorial con criterios de sostenibilidad.	Incorporación en el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial (PEMOT) de una propuesta integral del uso de suelo y transporte con criterios de reducción de ruido.
	Definición de lineamientos de zonificación acústica como herramienta de ordenamiento territorial en los municipios del Valle de Aburrá.
III. Reducción del impacto del ruido en la salud pública.	Diseño e integración al Sistema de vigilancia en Salud Ambiental del componente aire implementado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para calidad del aire, para evaluar los efectos del ruido en la salud.
	Definición e implementación de medidas orientadas en reducir el impacto del ruido en la salud pública.
IV. Reducción de la contaminación acústica de los medios de transporte y promoción de un modelo de movilidad sostenible y de bajas emisiones de ruido.	Evaluación y control de ruido generado por el transporte rodado.
	Desarrollo de estrategias para la reducción de la contaminación acústica generada por el transporte público y de carga.
	Campañas de educación y sensibilización sobre la contaminación acústica para conductores y transportadores.
V. Industrias, comercios y servicios competitivos y de bajas emisiones de ruido.	Desarrollo de una Política Integral de Prevención y Control de ruido industrial.
	Incorporación de criterios acústicos para la operación de comercios y establecimientos.
	Evaluación, control y vigilancia de la contaminación acústica generada por fuentes fijas de industria, comercio y establecimientos.
VI. Edificabilidad y obras públicas con menor impacto acústico.	Evaluación de la incidencia del ruido ambiental en el confort acústico en edificaciones de mayor sensibilidad al ruido.
	Fortalecimiento de los criterios de confort acústico en la edificación sostenible.
	Evaluación acústica de métodos, procesos constructivos y criterios de confort acústico en la edificación.
	Evaluación acústica y reducción de ruido de la infraestructura vial y el espacio público en el Valle de Aburrá.
VII. Criterios acústicos en aeronáutica, mantenimiento aeronaves, y operación de aeronaves no tripuladas.	Evaluación acústica y reducción de ruido en procesos y operaciones aeroportuarias.
	Evaluación acústica de escuelas de pilotaje, helipuertos y aeronaves no tripuladas.

Fuente: Acuerdo Metropolitano N°24 de 2019.

El ruido como determinante ambiental dentro de la planificación del territorio se aborda desde la elaboración de mapas de ruido tal como lo especifica la normativa ambiental Decreto 1076 de 2015 y Resolución 0627 de abril de 2006 en los siguientes artículos:

- Artículo 7. Aplicabilidad de la emisión de ruido: los resultados de las medidas de la emisión de ruido son utilizados para la verificación de los niveles de emisión de ruido por parte de las fuentes. La medición de la emisión de ruido se realiza en un intervalo unitario de tiempo de medida de acuerdo con lo establecido en el Articulo 5 y con el procedimiento descrito en el Capito I del anexo 3 de dicha resolución.
- Artículo 14. Aplicabilidad del ruido ambiental: los resultados de las mediciones de ruido ambiental deben ser utilizados para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido. Los resultados deben ser llevados a mapas de ruido donde se permiten visualizar la realidad en la que concierne a ruido ambiental, identificar las zonas críticas y posibles contaminadores por emisión de ruido, entre otros. Las mediciones de ruido ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en los Capítulos II y III del Anexo 3 de dicha resolución. En este diagnóstico se incorporan los resultados de los mapas de ruido para el municipio de Caldas, no se considera pertinente incluir resultados particulares de medición de emisión de ruido, ya que no son fáciles de verificar y deducir un diagnóstico definitivo de la problemática del ruido, además, en el municipio a la fecha no se han reportado quejas por ruido.

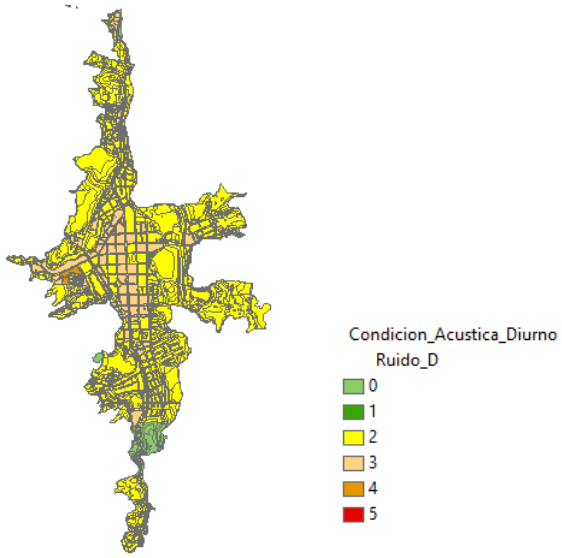
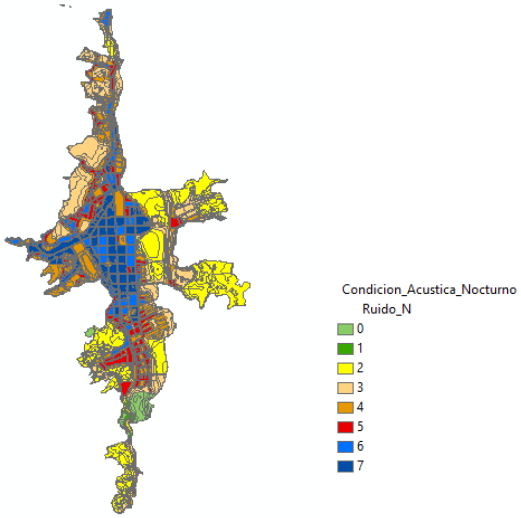
El Área Metropolitana del Valle de Aburrá realizó una actualización de los mapas de ruido ambiental en el municipio de Caldas, los cuales fueron elaborados el 12 de mayo de 2023, a continuación, se muestran los mapas de ruido automotor diurno y mapa de ruido automotor nocturno a una altura de cuatro (4) metros.

2.2.10.2. Valoración de condición acústica:

El mapa de valoración de condición acústica nos permite identificar las zonas donde se presenta menor calidad acústica, a continuación, se presentan los mapas de valoración acústica diurna y nocturna del municipio de Caldas.

Tabla 80. Valoración de condición acústica diurna y nocturna de Caldas.

Valoración de condición acústica diurna	Conclusiones

	En la mayor parte del área urbana de Caldas, se presenta una valoración de condición acústica diurna buena. Únicamente, en la zona central se logra alcanzar una condición acústica aceptable, el cual está asociado a Locería por cargue y descargue de mercancía y operación.
Valoración de condición acústica nocturna	**conclusiones**
	En el área urbana de Caldas, la valoración de condición acústica nocturna predomina la condición grave y medianamente grave en la zona central y su alrededor, relacionado con la actividad comercial desarrollada en horas nocturnas.

Fuente: AMVA,2023.

2.2.10.3. Mapa de ruido automotor diurno a 4 metros de altura

Como se puede observar en el mapa de ruido automotor diurno, las zonas que presentan niveles de presión sonora superiores a 60 dB están asociadas a las vías, flujo vehicular y a las zonas industriales. La zona con mayor presión sonora corresponde a la Autopista conexión con Pacifico 1 y la carrera 50 (vía principal del municipio), las zonas con menor presión sonora se encuentran localizadas a las zonas aleñadas a zonas verdes o cercanas al borde rural del municipio.

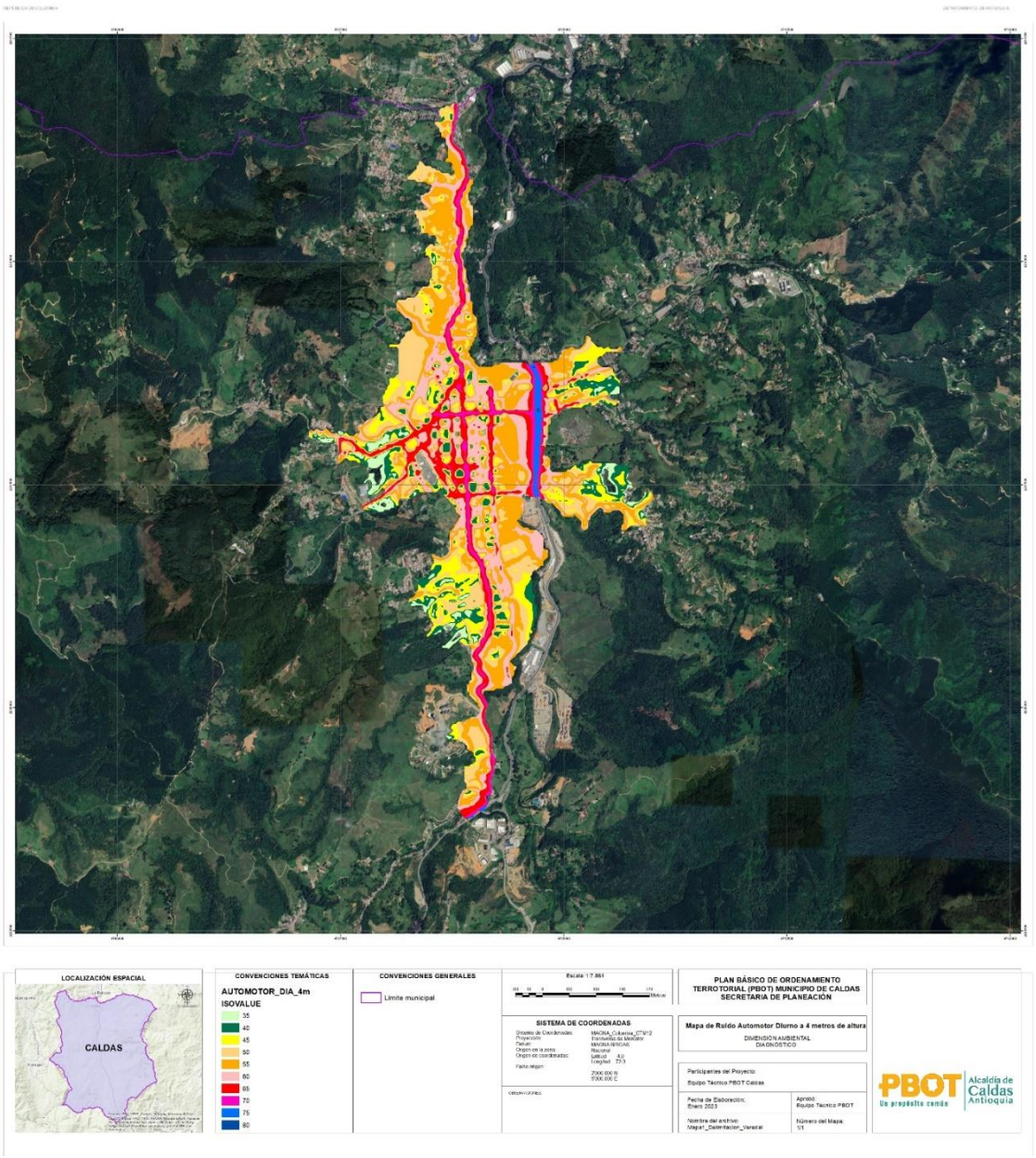


Ilustración 27. Mapa de ruido automotor diurno a 4 metros de altura. Fuente: AMVA,2023.

2.2.10.4. Mapa de ruido automotor nocturno a 4 metros de altura

En el mapa de ruido automotor nocturno muestra las zonas que presentan niveles de presión sonora superiores a 60 dB están asociadas a las vías, flujo vehicular y a las zonas industriales. La zona con mayor presión sonora corresponde a la Autopista conexión con Pacifico 1 y la carrera 50 (vía principal del municipio), las zonas con menor presión sonora se encuentran localizadas a las zonas aleñadas a zonas verdes o cercanas al borde rural del municipio. es decir, presenta similitud con los niveles de presión sonora registrados en el mapa automotor diurno.

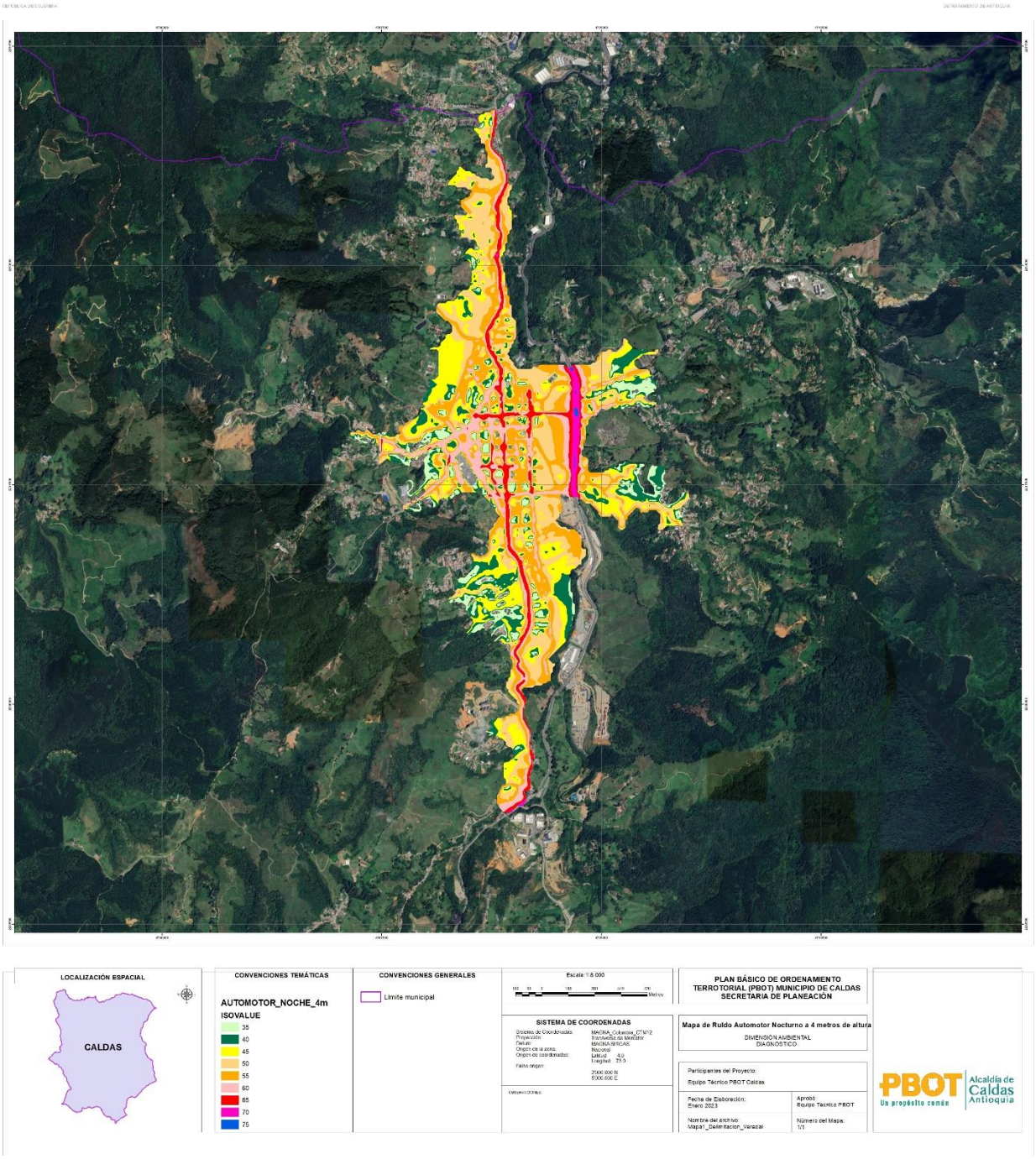


Ilustración 28. Mapa de ruido automotor nocturno a 4 metros de altura. Fuente: AMVA,2023.

En la actualización de los mapas de ruido total en el Valle de Aburrá en el año 2023 para la zona urbana se obtuvo los siguientes resultados para el municipio de Caldas.

- **Ruido total diurno a 4 metros de altura:** los niveles de ruido provocados por el tráfico vehicular para la jornada diurna oscilan entre los 70 y 75 dB (A), específicamente sobre la variante de Caldas y la calle 50, siendo la mayor fuente de ruido del municipio. Las industrias llegan a niveles por encima de 80 dB (A), específicamente Locería Colombiana, pero se encuentran en puntos focalizados. En el resto del área urbana del municipio, se presentan niveles de ruido óptimos por debajo de 50 dB.

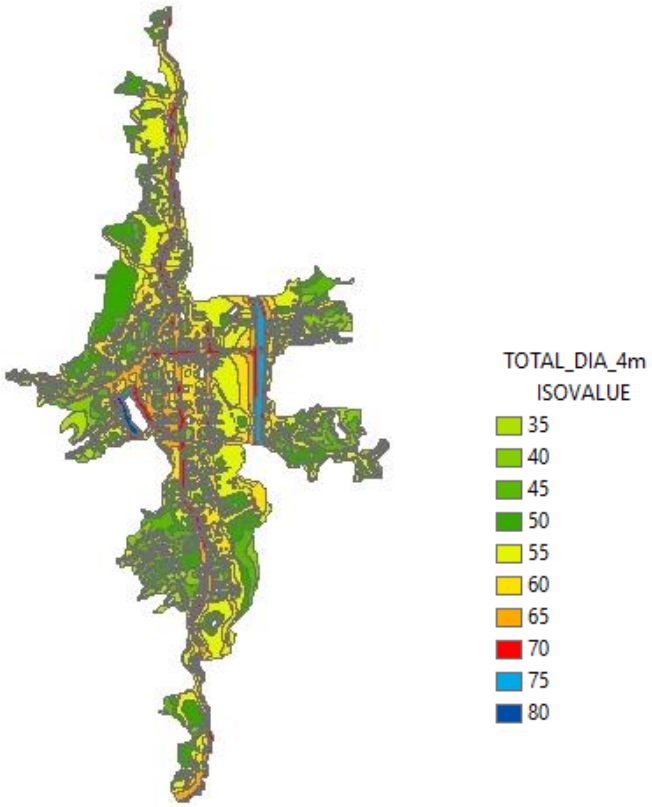


Ilustración 29. Ruido total diurno a 4 metros de altura zona urbana Caldas.
Fuente: AMVA;2023.

- **Ruido total nocturno a 4 metros de altura**: para la jornada nocturna los niveles por tráfico vehicular oscilan entre 65 y 70 dB(A), mientras que los niveles de ruido generado por la industria se mantienen por encima de los 80 dB (A), específicamente Locería Colombiana.

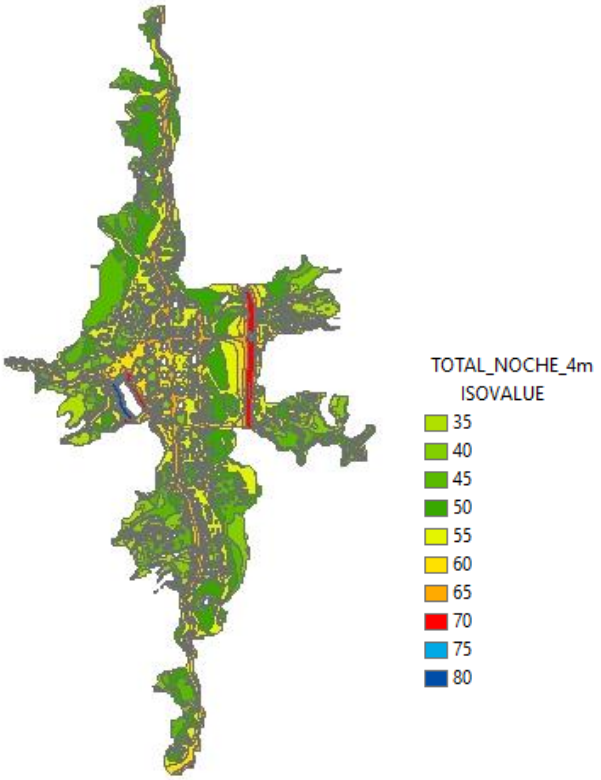
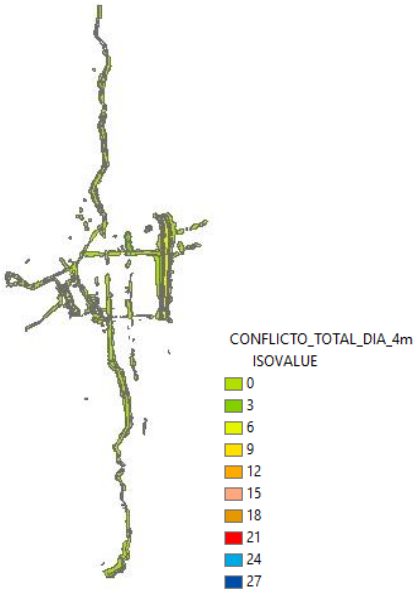


Ilustración 30. Ruido total nocturno a 4 metros de altura en zona urbana de Calda. Fuente: AMVA,2023

- **Mapas de conflicto total para Caldas año 2023.**

Tabla 81. Conflictos totales diurnos y nocturnos a 4 metros de altura en zona urbana de Caldas.

•	Mapa	Conclusiones
Mapa de Conflicto Total Diurno a 4 metros de altura		El conflicto total diurno, alcanza valores mayor a 18 dB en la zona industrial Locería Colombiana, para el tráfico vehicular se presentan

		valores menores a 9 dB (A).
Mapa de Conflicto Total Nocturno a 4 metros de altura		El conflicto total nocturno, conserva los valores mayores a 18 dB en la zona industrial Locería colombiana, y para el tráfico vehicular valores menores 9 dB(A).

Fuente: AMVA,2023.

2.2.10.5. Indicadores de población afectada

El Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU), evalúa la sostenibilidad ambiental de las áreas urbanas a través de indicadores que permiten medir y hacer seguimiento a diferentes variables. El ruido se valora en términos de porcentaje de población urbana expuesta a ruido por encima del nivel de referencia (%PUAR).

Se adoptó la metodología del Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Versión 2. agosto 2016. El valor de referencia son 65 dB(A) correspondiente al cálculo de Nivel equivalente de ruido ambiental día-noche (LAeq,dn), el municipio de Caldas presenta los siguientes valores.

Tabla 82. Resumen %PUAR de Caldas.

Municipio	Total población (cabecera urbana)	Población en conflicto	%PUAR Diurno-Nocturno	%PUAR Diurno (65 dB)	%PUAR Nocturno (55dB)
Caldas	61.504	5.766	9.4	13.3	44.8

Fuente: (AMVA, Análisis de indicadores de ruido ambiental para los barrios de los 10 municipios del Valle de Aburrá, 2020).

En los resultados de los mapas de ruido ambiental, se determinó que 9,4% del municipio está expuesta a niveles de ruido por encima de 65 dB(A) recomendación de la OMS, lo cual significa que se encuentra en una escala de calificación de “Muy –baja”, según el índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU).

2.2.10.6. Índice de contaminación acústica per cápita (ATNEM)

Es un indicador que estima el efecto acumulado que el ruido tiene en las personas dependiendo del sector urbano donde estas se encuentren. Es útil para identificar zonas donde hay un gran número de personas expuestas a niveles de ruido muy altos debido a todas las actividades humanas, de transporte o industriales.

2.2.10.7. Índice grupal de ruido (Gdn y Gnight)

Son indicadores que agrupan datos y distribuciones de exposición en un solo valor facilitando su análisis. Son útiles para identificar áreas de contaminación acústica que tengan un alto número de habitantes.

2.2.10.8. Indicadores de molestia (%A, %HA, %SD y %HSD)

Son indicadores que permiten correlacionar el grado de molestia de la población respecto al ruido en los dos periodos de los mapas de ruido.

El indicador G_{dn} indica que el municipio de Caldas tiene un nivel de 62.8 dBA lo que significa que tiene buena calidad acústica para todo el municipio en general. Así mismo, en el periodo nocturno l indicador G_{night} es de 65 dBA, lo que supera lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. En términos de indicadores de molestia los resultados indican que el 24.4% de la población se encuentra con perturbación de sueño (%SD), el 12.40% con alta perturbación del suelo (%HSD), el 33.4% con molestia por ruido (NS%A) y el 10.5% con alta molestia por ruido (NS%HA). Acorde al indicador A_{TNEM}, para el periodo diurno y nocturno, el municipio se encuentra en un Nivel II de calidad del ambiente

acústico que corresponde a una contaminación ligera. A continuación, se presentan los diferentes resultados obtenidos para el municipio de Caldas.

Tabla 83. Resumen de indicadores y descriptores acústicos totales para Caldas.

Municipio	Gdn (dBA)	Gnight (dBA)	%SD(%)	%HSD(%)	NS%A(%)	NS%HA(%)	ATNEM Día	ATNEM Noche
Caldas	62.8	65	24.40%	12.40%	33.40%	10.50%	2.06	0.85

Fuente: (AMVA, Análisis de indicadores de ruido ambiental para los barrios de los 10 municipios del Valle de Aburrá, 2020).

La priorización de barrios del municipio permitió el siguiente análisis:

El análisis del indicador Gdn indica que 29 de los 33 barrios del municipio de Caldas cuentan con buena calidad acústica, los demás exceden los valores recomendados. A su vez, en el periodo nocturno el indicador Gnight solo se encuentra por debajo de los 55 dBA en 3 barrios.

Acorde al indicador ATNEM, para el periodo diurno, 14 de los 33 de los barrios se encuentran en un nivel II de calidad del ambiente acústico que corresponde a una contaminación ligera. A su vez, 16 barrios se clasifican en nivel I (sin contaminación) y 3 barrios en nivel III (levemente contaminado). En el periodo nocturno, 5 barrios se clasifican en nivel II y 28 barrios en nivel I.

Para la priorización de las intervenciones en términos de ruido para el municipio de Caldas debe ser en su zona céntrica, ya que, debido a las actividades asociadas al transporte y actividades económicas existen altos niveles de presión sonora, además del sector de la Locería Nacional, debido a sus actividades industriales continuas; y los sectores con mejor calidad acústica son La Gaitana y Vitcúa.

Para el municipio de Caldas la priorización de barrios se muestra en la siguiente tabla. El orden fue dado gracias a la correlación que tienen todos los indicadores de ruido ambiental.

Tabla 84. Priorización de barrios para el municipio de Caldas.

No.	Barrio	Gdn (dBA)	Gnight (dBA)	%SD (%)	%HSD (%)	NS%A (%)	NS%HA (%)	ATNEM Día	ATNEM Noche
1	Centro	67	67	31,20%	16,80%	39,29%	18,90%	0,48	0
2	Barrios Unidos	66,9	66,3	29,60%	15,70%	38,96%	18,70%	2,86	0
3	Cristo Rey, EL SOCORRO Y SECTOR LOCERIA	66,8	66,6	30,10%	16,10%	38,29%	18,30%	2,63	0,11
4	Ciudadela Real	65,4	69,7	29,40%	15,80%	32,21%	14,90%	8,58	4,65
5	Bellavista y Buena Esperanza	63,1	61	21,80%	10,70%	29,86%	12,90%	1,33	0
6	Andalucía y San Judas	62,8	59,5	21,10%	10,20%	28,58%	12,30%	0	0
7	Felipe Echavarría (I y II), Juan XXIII	62,4	63,8	25,80%	13,20%	29,93%	12,70%	1,11	0
8	La Aguacatala, El	60,5	60,4	21,00%	10,20%	24,51%	10,00%	1,06	0

N°	Barrio	Gdn (dBA)	Gnight (dBA)	% SD (%)	% HSD (%)	NS% A (%)	NS % HA (%)	ATNEM Día	ATNEM Noche
1	Centro	67,00	67,00	31,20%	16,80%	39,29%	18,90%	0,48	0
2	Barrios Unidos	66,90	66,30	29,60%	15,70%	38,96%	18,70%	2,86	0
3	Cristo Rey, El Socorro Y Sector Loceria	66,80	66,60	30,10%	16,10%	38,29%	18,30%	2,63	0,11
4	Ciudadela Real	65,40	69,70	29,40%	15,80%	32,21%	14,90%	8,58	4,65
5	Bellavista y Buena Esperanza	63,10	610	21,80%	10,70%	29,86%	12,90%	1,33	0
6	Andalucía y San Judas	62,80	59,50	21,10%	10,20%	28,58%	12,30%	0	0

N°	Barrio	Gdn (dBA)	Gnight (dBA)	% SD (%)	% HSD (%)	NS% A (%)	NS % HA (%)	ATNEM Día	ATNEM Noche
7	Felipe Echavarría (I y II), Juan XXIII	62,40	63,80	25,80%	13,20%	29,93%	12,70%	1,11	0
8	La Aguacatala, El Cano y El Pombal	60,50	60,40	21,00%	10,20%	24,51%	10,00%	1,06	0
9	El Cano, La Raya – cr50	60,0	56,20	18,30%	8,50%	22,90%	9,20%	0	0
10	El Porvenir	59,70	61,70	21,30%	10,40%	23,18%	9,30%	0	0
11	La Docena y Goretti	57,50	68,60	33,30%	18,20%	21,31%	8,10%	5,73	2,69
12	La Corrala Parte Baja	57,30	63,90	22,80%	11,40%	20,92%	8,00%	0	0
13	La Chuscala	55,70	54,00	16,20%	7,20%	16,74%	6,20%	0	0
14	La Corrala, el Hoyo	52,60	52,60	15,30%	6,70%	14,15%	5,00%	0	0
15	Locería Colombiana	52,50	71,00	35,30%	19,60%	14,03%	4,90%	7,03	3
16	La Planta, Villlacapari y La Chuscala	52,50	66,40	27,10%	14,20%	14,03%	4,90%	4,99	1,58
17	Olaya Herrera	52,5	65,6	28,10%	14,80%	14,03%	4,90%	1,32	0
18	La Inmaculada 1	52,5	65,2	28,00%	14,70%	14,03%	4,90%	2,08	0
19	Las Margaritas y Fundadores	52,5	64,8	27,70%	14,40%	14,03%	4,90%	1,37	0
20	La Salle	52,5	64,1	26,90%	13,90%	14,03%	4,90%	2,23	0
21	Zona Industrial Sur	52,5	63,8	27,00%	14,00%	14,03%	4,90%	0	0
22	Los Cerezos y Centenario	52,5	63,7	26,10%	13,40%	14,03%	4,90%	1,63	0
23	La Raya Norte	52,5	63,1	22,70%	11,30%	14,03%	4,90%	0,8	0
24	Mandalay Parte Media y Baja	52,5	61,6	23,90%	12,00%	14,03%	4,90%	1,02	0
25	La Inmaculada 2	52,5	60,7	21,60%	10,50%	14,03%	4,90%	0	0
26	La Rivera y La Acuarela Río	52,5	60,3	22,60%	11,10%	14,03%	4,90%	0	0
27	Primavera	52,5	59,9	19,50%	9,30%	14,03%	4,90%	0	0
28	Zona de Desarrollo Tres Aguas	52,5	59,7	20,90%	10,10%	14,03%	4,90%	0	0
29	Mandalay Parte Alta y La Mansión	52,5	59,4	19,10%	9,00%	14,03%	4,90%	0	0
30	La Playita	52,5	57,5	20,10%	9,60%	14,03%	4,90%	0	0
31	Los Cerezos la Bombonera	52,5	57,5	20,10%	9,60%	14,03%	4,90%	0	0
32	La Gitana	52,5	52,5	15,20%	6,60%	14,03%	4,90%	0	0
33	Vitcúa	52,5	52,5	15,20%	6,60%	14,03%	4,90%	0	0

Fuente: (AMVA, Análisis de indicadores de ruido ambiental para los barrios de los 10 municipios del Valle de Aburrá, 2020).

Para el suelo rural se indagó con la administración municipal sobre reportes o quejas de ruido, asociadas a establecimientos para la venta de bebidas alcohólicas y demás establecimiento de esparcimiento, sin embargo, no se encontraron reportes asociados a la problemática de ruido en el suelo rural.

2.2.10.9. Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido en el Valle de Aburrá.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá elaboró en el año 2012 Planes para la Descontaminación por Ruido para cada municipio, y en el año 2018 se formuló el Plan de Acción para la Prevención y Control del Ruido que corresponde

a un documento que contempla medidas orientadas a la prevención, mitigación, corrección y seguimiento de los impactos generados por el ruido adoptado por el Acuerdo Metropolitano No. 24 de 2019. A continuación, se presentan los ejes temáticos de este plan de acción.

Tabla 85. Eje temático del Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido en el Valle de Aburrá

Ejes temáticos	Líneas de actuación
I. Coordinación y Gestión Institucional	Establecimiento de un mecanismo interinstitucional de gestión integral de la contaminación acústica.
	Normatividad aplicable a la contaminación acústica.
	Fortalecimiento y expansión de la red de monitoreo de la contaminación acústica.
	Fortalecimiento al acceso público de la información para el conocimiento de la problemática de ruido ambiental y de la gestión de la contaminación acústica.
	Fortalecimiento de una agenda de investigación científica, innovación y transferencia de conocimiento sobre contaminación acústica.
	Desarrollo de campañas de educación, sensibilización y participación ciudadana sobre contaminación acústica.
II. Planeación y Ordenamiento territorial con criterios de sostenibilidad.	Incorporación en el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial (PEMOT) de una propuesta integral del uso de suelo y transporte con criterios de reducción de ruido.
	Definición de lineamientos de zonificación acústica como herramienta de ordenamiento territorial en los municipios del Valle de Aburrá.
III. Reducción del impacto del ruido en la salud pública.	Diseño e integración al Sistema de vigilancia en Salud Ambiental del componente aire implementado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para calidad del aire, para evaluar los efectos del ruido en la salud.
	Definición e implementación de medidas orientadas en reducir el impacto del ruido en la salud pública.
IV. Reducción de la contaminación acústica de los medios de transporte y promoción de un modelo de movilidad sostenible y de bajas emisiones de ruido.	Evaluación y control de ruido generado por el transporte rodado.
	Desarrollo de estrategias para la reducción de la contaminación acústica generada por el transporte público y de carga.
	Campañas de educación y sensibilización sobre la contaminación acústica para conductores y transportadores.
V. Industrias, comercios y servicios competitivos y de bajas emisiones de ruido.	Desarrollo de una Política Integral de Prevención y Control de ruido industrial.
	Incorporación de criterios acústicos para la operación de comercios y establecimientos.
	Evaluación, control y vigilancia de la contaminación acústica generada por fuentes fijas de industria, comercio y establecimientos.
VI. Edificabilidad y obras públicas con menor impacto acústico.	Evaluación de la incidencia del ruido ambiental en el confort acústico en edificaciones de mayor sensibilidad al ruido.
	Fortalecimiento de los criterios de confort acústico en la edificación sostenible.
	Evaluación acústica de métodos, procesos constructivos y criterios de confort acústico en la edificación.
	Evaluación acústica y reducción de ruido de la infraestructura vial y el espacio público en el Valle de Aburrá.
VII. Criterios acústicos en aeronáutica mantenimiento aeronaves, y operació de aeronaves no tripuladas.	Evaluación acústica y reducción de ruido en procesos y operaciones aeroportuarias.
	Evaluación acústica de escuelas de pilotaje, helipuertos y aeronaves no tripuladas.

Fuente: (Acuerdo Metropolitano N° 24, 2019).

La implementación de los Planes de acción está a cargo de la Autoridad Ambiental, es fundamental que el municipio de Caldas reconozca su problemática alrededor de la emisión de ruido e incorpore en el proceso de actualización de ordenamiento territorial medidas o acciones para la mejora de la afectación de los niveles de presión sonora a la población y al medio ambiente.

2.2.11. Olores Ofensivos.

Según la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), define el olor ofensivo como el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio que produce fastidio, aunque no cause daña la salud humana.

Los olores ofensivos son considerados contaminantes de difícil medición en el aire, ya que estos pueden estar compuestos por más de 60 gases a su vez, reacciona y se mezclan de tal forma, que se crean características que hacen que el olfato de los individuos lo identifiquen en primera instancia como agradable o desagradable.

En la actualidad, para determinar el olor ofensivo se han desarrollado una serie de técnicas que han resuelto el problema de identificación e intensidad de manera satisfactoria y que se han convertido en la forma de solucionar las quejas que cada día llegan a las corporaciones encargadas de control ambiental en las diferentes ciudades del mundo.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá como autoridad ambiental en su ejercicio de control y vigilancia en cumplimiento de la Resolución 1541 de 2013: "por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones" y dando cumplimiento a la norma, evalúa y analiza las quejas por parte de la población referente a olores ofensivos.

En la Resolución 1541 de 2013, se exponen las sustancias de olores ofensivos emitidos por diferentes actividades industriales, los niveles permisibles de calidad del aire o inmisión para sustancias de olores ofensivos acondiciones de referencia (25°C y 760 mmHg), los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos y el procedimiento para evaluar el nivel de emisión y para reducir el impacto por olores ofensivos.

Las sustancias generadoras de olores ofensivos por actividad se presentan a continuación:

Tabla 86. Sustancias de olores ofensivos por actividad

Actividad	Sustancia
Procedimiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.	Azufre Total Reducido (TRS)
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)
Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón	Azufre Total Reducido (TRS)
Curtido y recurtido de cueros, recurtido y teñido de pieles	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)
Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos y estaciones de transferencia	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)
Planta de tratamiento de aguas residuales	Sulfuro de hidrogeno (H2S)
Actividades que capten agua de cuerpos de aguas receptores de vertimientos	Sulfuro de hidrogeno (H2S)
Tratamiento térmico de subproductos de animales	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)
Unidad de producción pecuaria	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)
Otras actividades	Sulfuro de hidrogeno (H2S) Amoniaco (NH3)

Fuente: Resolución 1541 de 2013, MADS

Los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg) son los siguientes:

Tabla 87. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión para sustancias de olores a condiciones de referencia (25C y 760 mmHg).

Sustancia	Nivel máximo permisible	
	$\frac{\mu g}{m^3}$	Tiempo de exposición
Sulfuro de hidrogeno (H_2S)	7	24 horas
	30	1 hora
Azufre total reducido (TRS)	7	24 horas
	40	1 hora
Amoniaco (NH_3)	91	24 horas
	1400	1 hora

Fuente: Resolución 1541 de 2013, MADS.

En el tiempo de exposición, cuando se utilicen muestreadores pasivos para la medición de las sustancias de esta tabla, el tiempo de exposición podrá estar entre 2 y 4 semanas.

Los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos se presentan a continuación:

Tabla 88. Niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos.

Actividad	Nivel Permisible
Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos	$3\ {OU_E}/{m^3}$
Fabricación de productos de la refinación de petróleo	
Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel y cartón	
Cutido y recurtido de cueros, recurtido y teñido de pieles	
Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos y estaciones de transferencia	
Planta de tratamiento de subproductos de animales	
Unidad de producción pecuaria	$5\ {OU_E}/{m^3}$
Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal	
Descafeinado, tostión y molienda de café	$7\ {OU_E}/{m^3}$
Otras actividades	

Fuente: Resolución 1541 de 2013, MADS.

Para la reducción del impacto por olores (PRIO), es una herramienta para la prevención de la generación de olores, el cual contiene metas cualitativas o cuantitativas, está fundamentado en la implementación de buenas prácticas o mejores técnicas disponibles, está sujeto a evaluación, aprobación y seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente, donde el cumplimiento de las metas define el requerimiento de mediciones. El PRIO deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Localización y descripción de la actividad
- Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las Buenas Practicas o las Mejores Técnicas Disponibles a implementar en el proceso generador del olor ofensivo
- Metas específicas del plan para reducir el impacto por olores ofensivos
- Cronograma para la ejecución
- Plan de contingencia

Cuando exista incumplimiento del PRIO, la autoridad ambiental competente solicitará que se realice la evaluación de los niveles de calidad del aire o de inmisión de olores ofensivos por sustancias o mezclas de sustancias de que trata el Capítulo IV de la resolución 1541 de 2013, sin perjuicio del inicio del proceso sancionatoria a que haya lugar.

2.2.11.1. Quejas por olores ofensivos

La Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia), por medio del Convenio N° 1609 -177 de 2016 AMVA – Corantioquia, convenio de asociación N° 1105 de 2016 AMVA – UPB, realizaron un estudio de las quejas por olores ofensivos que se registren en la autoridad siguiendo la norma técnica colombiana NTC 6012-1. Con la finalidad de evaluar la molestia generada en la población circundante por efecto de las emisiones olorosas generadas por las diferentes empresas ubicadas en el Valle de Aburrá. Se realizaron encuestas en los diferentes municipios del Valle de Aburrá, siendo el municipio de Caldas participe de dicho estudio, debido a que dentro del municipio se encuentra empresas identificadas como generadoras de olores ofensivos. A continuación, se presenta la zona de estudio en el municipio de Caldas, para las cuales, se eligió un radio de acción de 1 kilómetro como área de influencia directa de las empresas:

Tabla 89. Empresas identificadas como generadores de olores ofensivos en Caldas.

Nombre de la empresa	Sector productivo	Fecha de encuestas	Número de encuestas	Zona de estudio	Zona de control	Autoridad Competente	Conclusiones y recomendaciones
Conservas Abad	Industrial	Junio 14	66	El Rosario, La Terraza y La Carrilera (Caldas y la Estrella)	Caldas	Corantioquia	El 85% de los encuetados sienten molestias, el 61% tienen sensación de olor a gallinaza, el 12% a abono, el 3% a alcantarilla y lixiviado y el 6% a podredumbre.
Abonamos	Industrial	Junio 2	66	Los Sauces y Tablacita	Caldas	Corantioquia	Se presenta la contaminación por olores ofensivos periódicamente y dentro de las diferentes escalas de grado de molestia, se recomienda tomar medidas inmediatas y plasmar las medidas de control en el PRIO

Fuente: Convenio 1105 de 2016, AMVA-UPB-Corantioquia

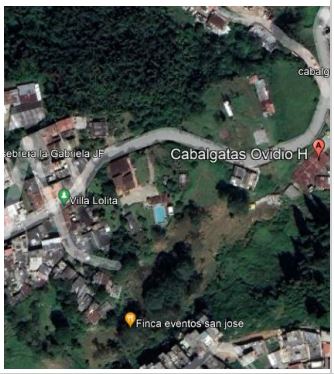
La Resolución 2087 de 2014 adopta el protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos y por medio de la Resolución 1541 de 2013, evalúan las actividades que generen olores ofensivos los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión. Además, por medio de la resolución metropolitana 2380 de 2015, se adoptan los parámetros para la evaluación de las quejas por olores ofensivos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para identificar aquellas empresas que, como resultado del desarrollo de su actividad, generan emisiones de olores ofensivos que

afectan a los habitantes y que para su mitigación y control deben implementar un Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos – PRIO.

Dentro de las 14 actividades industriales en el suelo urbano identificadas como generadoras de olores ofensivos en el Valle de Aburrá, ninguna de estas se encuentra identificadas en el municipio de Caldas, de acuerdo con los registros del AMVA, es decir, que con base en la información que se tiene de las actividades industriales generadoras de olores ofensivos en el Valle de Aburrá no están asentadas en el suelo urbano del municipio de Caldas.

Sin embargo, en el suelo rural del municipio se han registrado quejas por olores ofensivos en el año 2020 y 2021, a los cuales se le dio su respectiva respuesta y traslado a la autoridad ambiental competente. A la fecha no se han presentado nuevas quejas por olores ofensivos asociadas a dichas empresas, a continuación, se presenta de manera detallada las quejas realizadas en el municipio.

Tabla 90. Reporte de quejas asociadas a olores ofensivos en la zona rural de Caldas.

Fecha	Empresa	Radicado	Origen de las quejas por olores ofensivos	Ubicación	Proceso
2 de marzo 2020	REFINAL S.A.S	20202000784	Planta de transferencia de desecho y/o excedentes de cárnicos	 Polígono industrial La Tolva, vereda la Quiebra.	Se realizó visita técnica de verificación, donde se detectó presencia de gallinazos, malos olores y vertimientos líquidos, además, la infraestructura física no cumple con las mínimas condiciones para el desarrollo de dicha actividad. Se solicitó a la Inspección Segunda sellar dicho establecimiento de comercio e impedir el desarrollo de la actividad.
16 de marzo 2020	Cabalgatas de Ovidio h.	20201003128	Malos olores por presencia de pesebreras, donde las aguas negras son depositados a la Quebrada La Chuscala	Barrio El Raizal 	La Secretaría de Salud realizó visita técnica de verificación y debido a lo observado se concluyó una nueva visita con el acompañamiento de Planeación – área ambiental.

22 de julio 2021	Coprofercol S.A.S.	20211006796	Empresa de reciclaje Hay presencia de roedores y malos olores.	 Calle 128 sur N° 57-09, barrio la Planta.	Se realizó visita técnica de verificación y al momento de la visita no fue posible verificar la presencia de roedores y malos olores, sin embargo, se le solicita a la Secretaría de Salud realizar visita para verificar lo relacionado con salubridad al interior de las instalaciones.

Fuente: Elaboración propia,2023.

Por otro lado, por medio la Corporación Autónoma Regional – Corantioquia se realizaron reportes de quejas por olores ofensivos en la dependencia (Oficina Territorial Aburrá Sur – 160AS) en el año 2022 y 2023.a continuación, se presenta de manera detallada las quejas registradas:

Tabla 91. Quejas por olores ofensivos registrados en Corantioquia.

Radicado	Fecha Radicado	Localización	Ubicación	Asunto	Empresa y/o Persona generadora de olores ofensivos	Descripción
160AS-COE2202-5490	15/02/2022	Rural	Paraje la Lejía, en la entrada a la vereda la Tolva	Afectación por olores ofensivo, vertimientos y presencia de plagas, moscas y roedores	Refinadora Nacional de Grasas y Aceites S.A.S.	Desde el año 2017 se vienen presentando quejas relacionadas especialmente con el tema de olores ofensivos, vertimientos y presencia de plagas en el sector aledaño a la empresa Refinadora Nacional de Grasas y Aceites S.A.S ¿REFINAL, Adicional, la comunidad manifiesta presencia de plagas, moscas y roedores, que se atraen por el tema de descomposición de los huesos, grasas y demás cuerpos que se manipulan dentro de la empresa. Por parte de la secretaria de salud del municipio de Caldas se han realizado varias visitas e incluso suspensión de la actividad de manera reiterativa.
160AS-COE2202-6081	18/02/2022	Rural	Vereda la Tolva	seguimiento expediente as4-2020-176 Refinal archivado/solicitud visita para evaluar posible	Refinadora Nacional de Grasas y Aceites S.A.S.	solicitud visita para evaluar posible afectación vereda la tolva por presencia de olores

Radicado	Fecha Radicado	Localización	Ubicación	Asunto	Empresa y/o Persona generadora de olores ofensivos	Descripción
				afectación vereda la tolva por presencia de olores/caldas		
160AS-COE2202-7480	28/02/2022	Rural	vereda cardalito a 500 metros de la escuela rural sobre la vía que conduce a Fredonia	vertimiento de aguas residuales de explotación porcícola	Finca el Trapiche	explotación porcícola que desde hace mucho tiempo viene generando aguas residuales del lavado de la misma y vertiendo estas a la vía pública y a su vez estas por escorrentía caen a un nacimiento de agua que se encuentra a un costado de la vía y que a su vez desemboca en la quebrada la sinifana afectando considerablemente dicha fuente y generando molestias a la población cercana por los fuertes olores y proliferación de mosquitos y sancudos
160AS-COE2206-22492	30/06/2022	Rural	Vereda el Comino km 60 autopista caldas hacia la pintada/vereda el comino/caldas/bospina	contaminación del aire y emisión de olores por quema de plástico		queja ambiental porcontaminación del aire y emisión de olores por quema de plástico
160AS-COE2207-23380	07/07/2022	Rural	Aproximadamente en el kilómetro 60 de la autopista Caldas hacia la pintada, jurisdicción del Municipio de Caldas, Antioquia, en la Vereda el Comino, por la autopista	Quemas de plastico		se presentan quemas por diferentes personas o empresas asentadas en la zona, todo este humo llega hasta las instalaciones de la institución CARDYNAL IPS afectando la salud del personal y de los pacientes. Los domingos en las noches, aproximadamente a las 7 pm, se realizan quemas al lado de la institución, al parecer estas quemas son de plástico, ya que tienen un olor muy fuerte, produciendo tos e irritación, sumado a esto generando gran contaminación al medio ambiente y al paisaje del sector
160-COE2208-29988	29/08/2022	Rural	Vereda La Tolva, Vía Piedra Verde, Retorno antes del Túnel Kachotis de la Vía a Amagá	Afectación a la salud y el medio ambiente	Mina La Margarita S.A.S	la empresa Mina La Margarita S.A.S con NIT 8002118834, realiza actividades relacionadas con carbón. dichas actividades están afectando la salud, los bienes y el medio ambiente de los

Radicado	Fecha Radicado	Localización	Ubicación	Asunto	Empresa y/o Persona generadora de olores ofensivos	Descripción
						vecinos, pobladores y transeúntes de la zona. Son realizadas sin acato a la legislación vigente y normativas, sin tomar ninguna medida de mitigación frente a la afectación del material particulado a la salud, al medio ambiente y frente a los bienes ajenos.
160AS-COE2210-36872	21/10/2022	Rural	Vereda la tolva sector urapanes	Afectación por quemas	Flavio Claver Arredondo Arboleda	A través de la Línea WhatsApp de Corantioquia se recibe la siguiente queja ambiental que se transcribe textualmente así: "Caldas Antioquia vereda la tolva sector urapanes El q está provocando está contaminación es el señor Flavio Claver Arredondo Arboleda este humo es día y noche ya q Quema toda clase de basura y carbón para hace pólvora y carbón vegetal muchas gracias espero una pronta solución ya que esta contaminación nos está enfermando continuamente de muchas alergias respiratorias"
160-COE2212-42964	9/12/2022	Rural	En unas bodegas ubicadas metros más adelante de la Ye de primavera, vía hacia el Alto de Minas, en el costado izquierdo,	Denuncia		se evidencia la presencia de icopor para la realización o destrucción del material en dichas bodegas. La chimenea por la cual presuntamente se expulsa el humo de lo que aparentemente es la quema del material, expele olores que parecieran ser tóxicos para la salud humana. El inmueble donde está la bodega ubicada no tiene ningún letrero, pero se puede evidenciar en su parte exterior la chimenea activa y el icopor que tienen en la misma, además de un tanque de almacenamiento de sustancias tipo industrial. Cuando la chimenea se encuentra activa el humo es denso y de color negro y de olor fuerte como a disolvente derivado del petróleo.
160AS-COE2212-43691	14/12/2022	Rural	km 1 variante caldas primavera	presencia de polvo, residuos de hilaza de traperas producto de la	Hilazas y traperos la colombiana S.A.S	presencia de polvo, residuos de hilaza de traperas producto de la producción de pabilo afectando la salud de empleados de tanques y

Radicado	Fecha Radicado	Localización	Ubicación	Asunto	Empresa y/o Persona generadora de olores ofensivos	Descripción
				producción de pabilo		camiones provenientes de hilazas y traperos la colombiana S.A.S.
160AS-COE2302-5798	09/02/2023	Rural	Caldas predio la elegía/vereda primavera/sector Asturias/caldas/bospina	uso pozo séptico para actividades agropecuarias	Jair de Jesús Aguirre	uso pozo séptico para actividades agropecuarias generando alta carga de residuos de estiércol y olores fuertes.
160AS-COE2302-6770	16/02/2023	Rural	Tala de árboles nativos	Tala y quema de árboles nativos		Hace varios días he notado como queman y talan arboles de forma indiscriminada y muy temprano en la mañana. Fines de semana y en semana. Solicito de parte de ustedes revisión en el sector para evaluar la situación y evitar que se siga presentando.
160AS-COE2302-8351	27/02/2023	Rural	Vereda La Miel Caldas, Sector de la escuela Pedro Luis Álvarez Correa	queja por descarga de residuos líquidos de explotación porcícola	Finca el Carmelo	se realiza explotación porcícola, y en el momento de la descarga de los residuos líquidos generados por dicha actividad se generan malos olores que llegan hasta las viviendas aledañas a la finca e incluso teniendo incidencia sobre la misma escuela que está a escasos metros, lo que ha traído como consecuencia la presencia de plagas y vectores de enfermedades como moscas y mosquitos.
160AS-COE2303-12115	21/03/2023	Rural	vereda la Miel de Caldas Antioquia en la margen izquierda de la Y de los pajones	Relleno de tierra sin control		desde la pandemia disponen indiscriminadamente de tierra a las laderas del rio la Miel, sin calcular los daños a la fuente hídrica, cambios de cauce, material particulado, ahuyenta miento de fauna entre otros. Solicito amablemente revisar los permisos para realizar esta actividad, además del acopio de carros chatarrizados que se depositan en este mismo terreno y solicitar los controles ambientales y sociales pertinentes a la actividad.
160AS-COE2307-29169	18/07/2023	Rural	vereda La Salda Parte Baja km 47	hallazgos encontrados en vertimientos del proceso productivo	Indunnova	Al realizar visita a la empresa Indunnova se evidencia que genera vertimientos directamente a la quebrada sin contar con un permiso de vertimientos otorgado por la autoridad ambiental, estos

Radicado	Fecha Radicado	Localización	Ubicación	Asunto	Empresa y/o Persona generadora de olores ofensivos	Descripción
						vertimientos se están realizando aguas de la bocatoma de un acueducto veredal que cuenta por concesión de aguas, viéndose afectada toda la comunidad por la mala calidad del agua (malos olores, residuos, afectaciones en la salud)
160AS-COE2308-32121	08/08/2023	Rural	Vereda la Miel	malos olores marranera	Humberto Arango y Tulio	malos olores marranera vereda la miel / caldas / bospina
160AS-COE2309-36423	01/09/2023	Rural	La Aguacatala parte baja	traslado queja por competencia ¿presunta contaminación por caldera de carbón en el sector rural del municipio de caldas		presunta contaminación por caldera de carbón en el sector rural del municipio de caldas

Fuente: PQR de quejas por olores ofensivos en Caldas – Corantioquia.

En el municipio de Caldas se han reportado 22 PQR por quejas en la calidad del aire, de los cuales se identificó que 14 reportes son por olores ofensivos, de los cuales 3 se deben a actividad porcícola, 3 a actividad de proceso de grasas de origen animal, 4 por quema de residuos, plásticos e icopor, también se identificaron 4 quejas de material particulado por uso de carbón, un reporte de tala y quema de árboles nativos del municipio y 7 quejas por vertimientos de aguas residuales no domésticas.

Del total de los reportes por quejas 19 se encuentran ubicados en el área rural del municipio, siendo competencia de la Corporación Autónoma Regional – Corantioquia y 3 ubicados en el área urbana, competencia del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA.

2.2.11.2. Residuos Sólidos.

Los subsectores que componen el sector residuos son: disposición de residuos sólidos en tierra ($III_{.1}$), tratamiento biológico ($III_{.2}$), incineración ($III_{.3}$), quema de residuos ($III_{.4}$), aguas residenciales domesticas ($III_{.5}$), y vertimientos industriales ($III_{.6}$).

Para el subsector disposición de residuos sólidos en tierra, se tuvo en cuenta los desechos generados en cada uno de los municipios del Valle de Aburrá y dispuestos en el relleno sanitario La Pradera ubicado en el municipio de Donmatias, en la subregión norte del departamento de Antioquia.

El subsector incineración, considero la quema de residuos peligrosos por un gestor autorizado ubicado en el municipio de Itagüí, y se asumió que todos los residuos incinerados son generados en Medellín, pues no se contó con información suficiente para distribuirlos por origen de procedencia.

El subsector quema de residuos, considero la quema de residuos de origen residencial asumiendo que los hogares que no contaban con servicio de recolección de residuos sólidos quemaban sus residuos, pues no se encuentro in formación sobre métodos de disposición final de residuos en hogares sin servicio de aseo.

El subsector aguas residenciales domésticas, tuvo en cuenta las emisiones asociadas al tratamiento y eliminación de este tipo de afluentes, considerando si había conexión de alcantarillado, en cuyo caso se consideró la descarga a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) San Fernando, ubicada en el municipio de Itagüí pero que atiende varios municipios del Valle de Aburrá, y la descarga directa al rio. Si no contaban con la conexión a alcantarillado se supuso que la descarga iba directa al rio, pues no se encontró información sobre uso de pozos sépticos y letrinas en los municipios. Las emisiones de CH_4 en la PTAR son aprovechadas para generar electricidad (aproximadamente el 90%) y el volumen restante es quemado en antorcha, convirtiendo el CH_4 en CO_2. Debido a que las emisiones generadas por antorcha son de origen biogenico, no se contabilizan de acuerdo a lo estipulado en las directrices de la IPCC del año 2006.

Las emisiones del subsector tratamiento biológico - fabricación de abono orgánico (compost) y digestión anaeróbica de desechos orgánicos y vertimientos industriales, no fueron emitidas debido a que no se contó con información suficiente para hacerlo.

A continuación se muestran las emisiones totales de CO_2eq del municipio de Caldas, las cuales fueron de 12.183, 12.95 y 16.840 toneladas para los años 2016 a 2019.

Ilustración 31. Reporte de emisiones del sector Residuos en el municipio de Caldas, 2016-2019 ($Ton\ CO_2eq$).

Año	Código	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III
	Subsector/ Alcance	Disposición de residuos sólidos en tierra	Tratamiento biológico	Incineración	Quema de residuos	Aguas residuales domésticas	Vertimientos industriales	Total Residuos
2016	Alcance 1	0	NE	IE	139	1.921	NE	2.060
	Alcance 3	10.122	NE	IE	0	0	NE	10.122
	Total	10.122	NE	IE	139	1.921	NE	12.183
2017	Alcance 1	0	NE	IE	139	1.925	NE	2.064
	Alcance 3	10.861	NE	IE	0	0	NE	10.861
	Total	10.861	NE	IE	139	1.925	NE	12.925
2018	Alcance 1	0	NE	IE	156	2.085	NE	2.241
	Alcance 3	13.562	NE	IE	0	0	NE	13.562
	Total	13.562	NE	IE	156	2.085	NE	15.803
2019	Alcance 1	0	NE	IE	159	2.140	NE	2.299
	Alcance 3	14.541	NE	IE	0	0	NE	14.541
	Total	14.541	NE	IE	159	2.140	NE	16.840

NE: no estimado, IE: incluido en otro lugar.

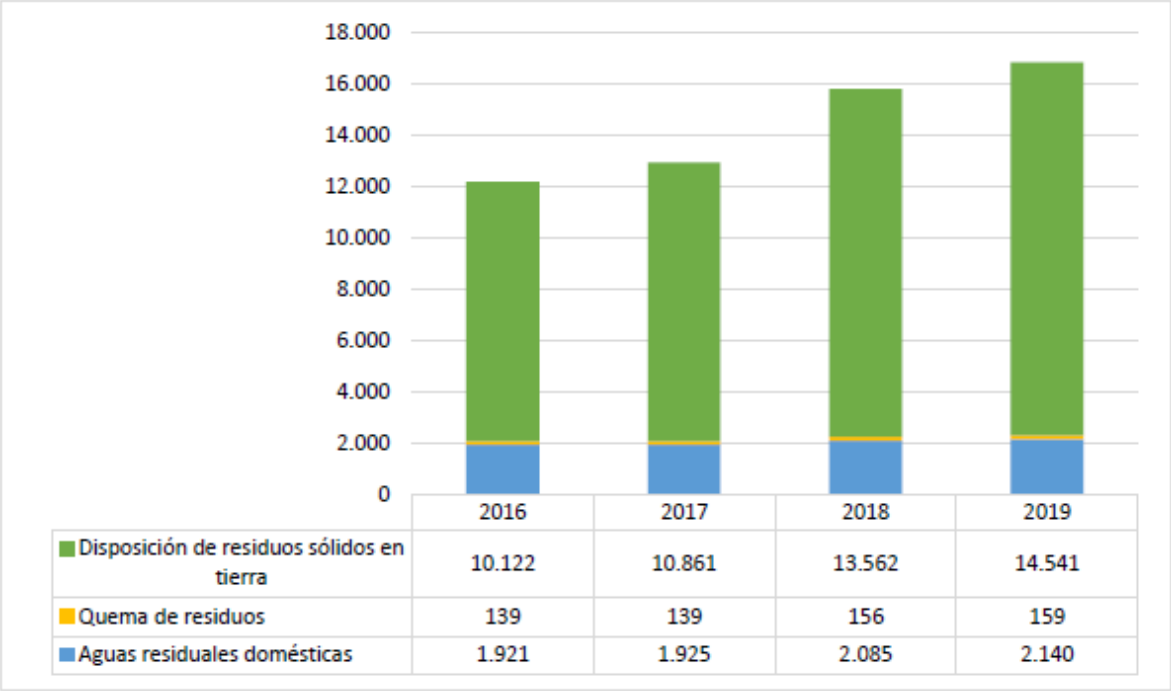
Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Las emisiones tuvieron un crecimiento sostenido, aumento a tasas anuales del 6%, 22% y 7%, en relación a la contribución de los subsectores se observó que la disposición de residuos sólidos en tierra contribuyó con el 85% de las emisiones, la quema de residuos con el 1% y el tratamiento de aguas residuales domésticas con el 14% aproximadamente, todo esto en promedio para los cuatro años de estudio.

Es importante añorar que durante el periodo 2016- 2019 el municipio no contaba con sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y se asumió que descargaba todos sus afluentes en el río Aburrá Medellín.

El análisis de la distribución de emisiones por alcance, muestra que el 100% de las emisiones del subsector disposición de residuos sólidos en tierra son de Alcance 3, mientras el 100% de las emisiones producida por la quema de residuos y el tratamiento de aguas residuales domésticas son de Alcance 1.

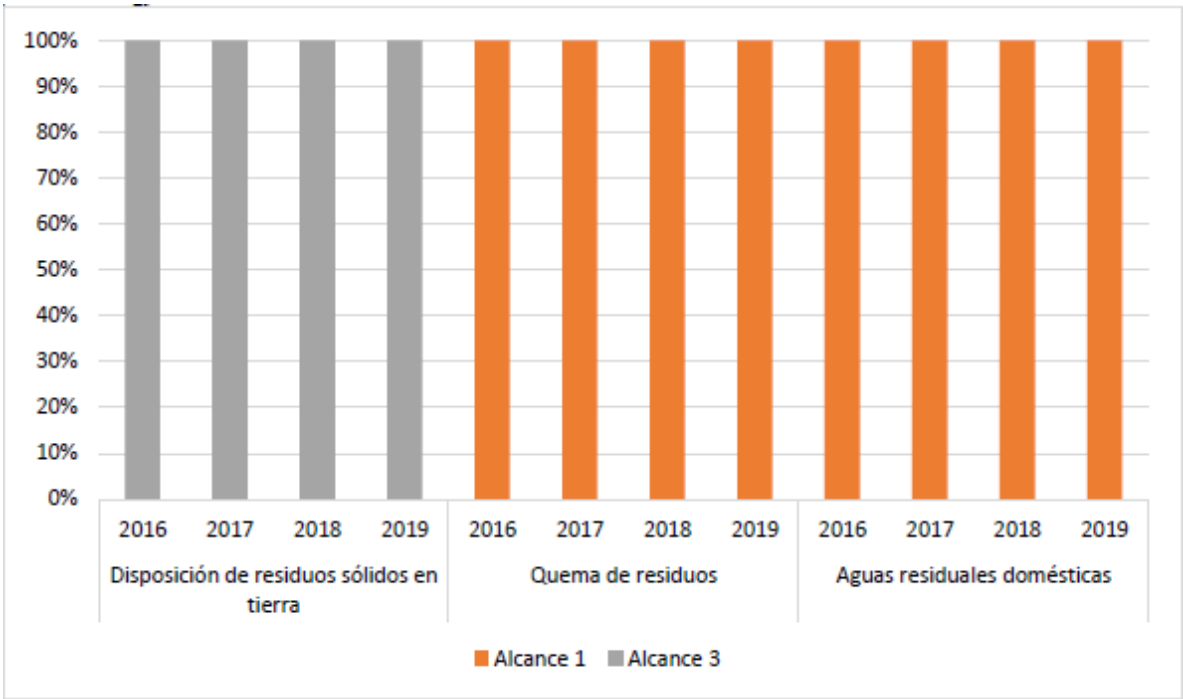
Ilustración 32. Histórico de emisiones por subcategoría del sector Residuos en el municipio de Caldas, 2016-2019.($Ton\ CO_2eq$).



	2016	2017	2018	2019
Disposición de residuos sólidos en tierra	10.122	10.861	13.562	14.541
Quema de residuos	139	139	156	159
Aguas residuales domésticas	1.921	1.925	2.085	2.140

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

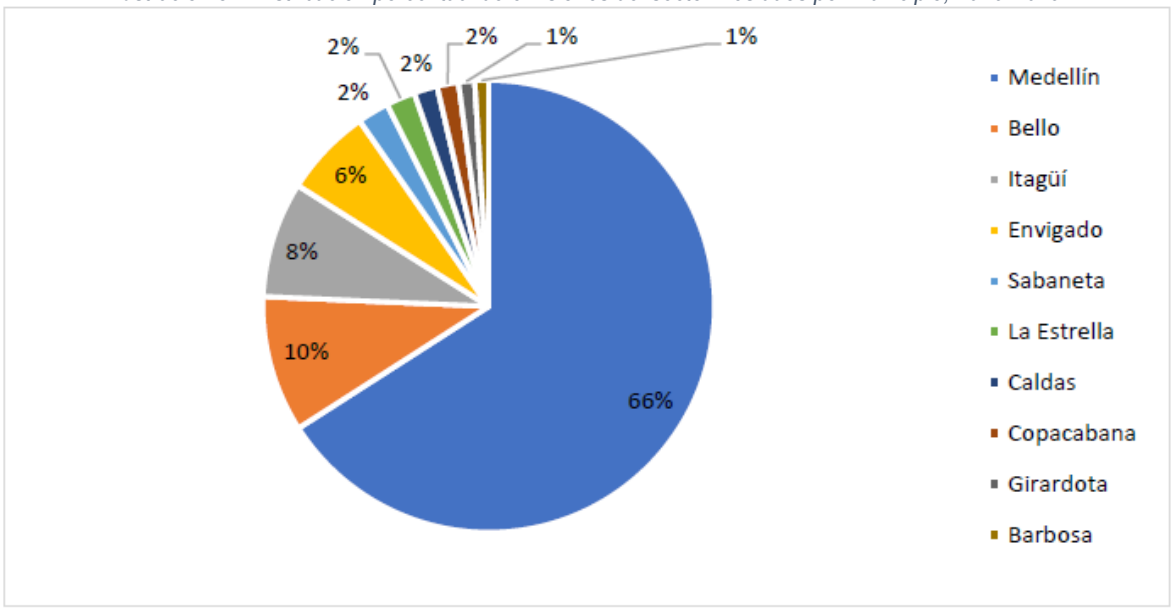
Ilustración 33. Distribución porcentual de emisiones por alcance del sector Residuos en el municipio de Caldas, 2016-2019. .($(Ton\ CO_2eq)$.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

A continuación, se muestra la contribución de cada municipio al total de las emisiones del sector residuos en el Valle de Aburrá. Se observa que el municipio de Caldas aporta el 2% de las emisiones.

Ilustración 34. Distribución porcentual de emisiones del sector Residuos por municipio, 2016-2019.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

2.2.11.3. AFOLU

Reporte de emisiones de CO_{2eq} para cada uno de los subsectores que componen el sector AFOLU (agricultura, silvicultura y otros usos del suelo), ellos son: fermentación entérica (v.1), gestión de estiércol (v.2.), leña (v.3.), deforestación (v.4.), incendios (v.5), tierras inundadas (v.6.), fertilizantes (v.7.), frutales (v.8.), plantaciones (v.9.), sistemas arbóreos (v.10), arbolado urbano (v.11.), restauración (v.11b.) y arroz (v.12.), es importante anotar que todas las emisiones del sector AFOLU son de Alcance 1.

El subsector fermentación entérica tuvo en cuenta los procesos que tienen lugar en el apartado digestivo de las siguientes especies animales: bovinos, búfalos, equinos, mulas y asnos, caprinos, ovinos, porcinos, aves ponedoras y conejos. El subsector gestión de estiércol considero los sistemas de gestión de orina y excretas solidas de los animales mencionados anteriormente, como pastura, corral de engorde, distribución diaria, manejo de sólidos y otros.

El subsector leña tuvo en cuenta el consumo de este combustible en hogares rurales de Medellín, asumiendo que toda la población rural usa leña para cocinar. El subsector deforestación considero la conservación de bosques naturales hacia otras coberturas y usos.

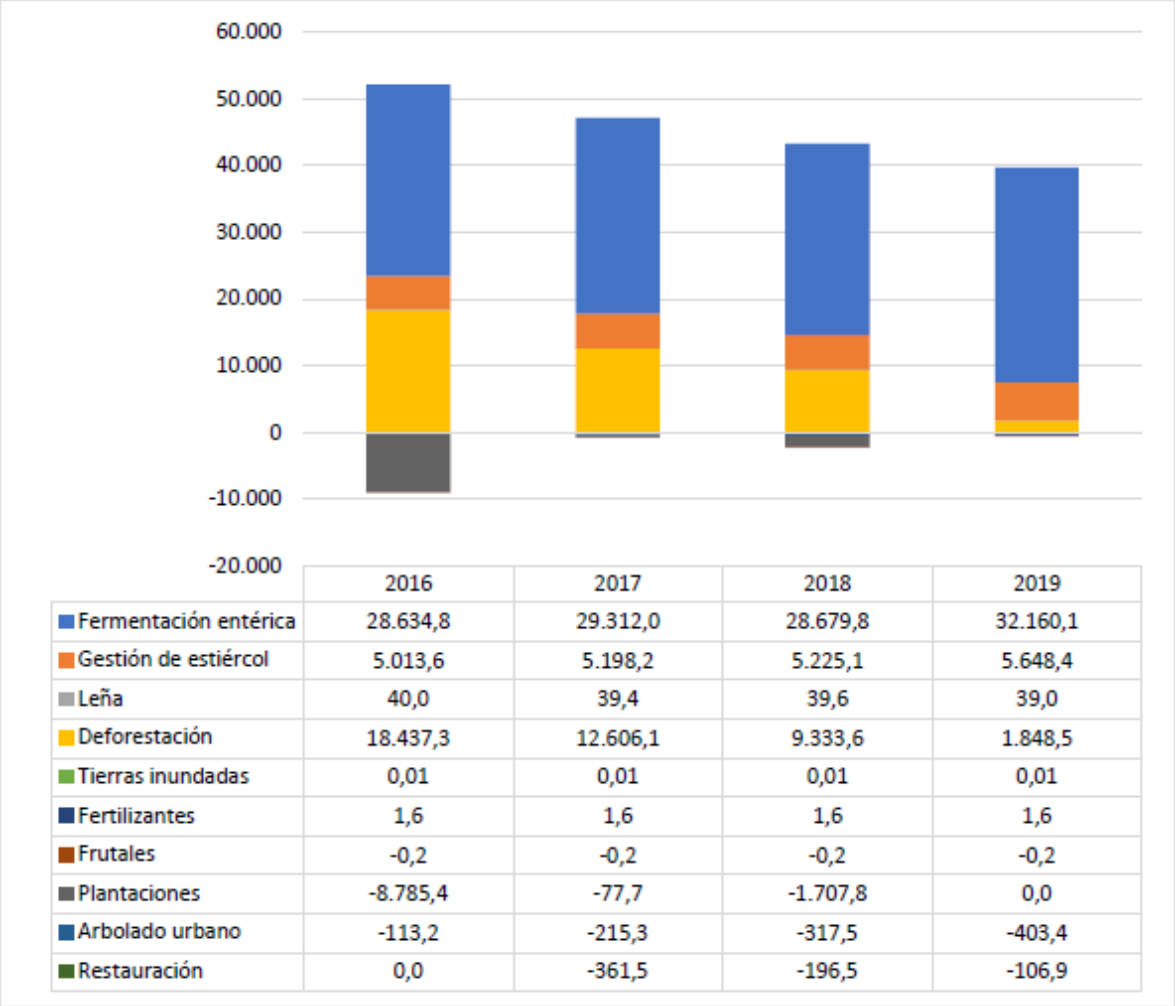
El subsector tierras inundadas tuvo en cuenta lagos de pesca y el embalse Piedras Blancas ubicado en el corregimiento de Santa Elena. El subsector fertilizantes y frutales consideraron los cultivos de naranja, mango, mandarina, limón, aguacate, yuca, plátano, papa, maíz, caña panelera, café y hortalizas en el municipio de Medellín. El subsector plantaciones conserva el cultivo de especias forestales como Eucalyptus grandis, Pinus patula, Cupressus lusitánica, entre otros.

Los subsectores arbolado urbano y restauración consideraron los individuos arbóreos sembrados y en pie en cada uno de los años de estudio en áreas urbanas y en zonas de restauración ecológica. Las emisiones asociadas al subsector incendios no fueron estimadas (NE) ya que no se contó con información suficiente pues la información no está adecuadamente sistematizada, las emisiones del subsector sistemas arbóreos fueron incluidas (IE) en el subsector arbolado urbano y las emisiones producto del cultivo de arroz no ocurren (NO) en el municipio.

Las emisiones de CO_{2eq}de la categoría AFOLU las producen los subsectores fermentación entérica, gestión de estiércol, leña, deforestación, tierras inundadas y deforestación, mientras las absorciones se dan por los subsectores frutales, plantaciones, arbolado urbano y restauración. Se observó de manera general que se presentaron leves variaciones durante el periodo de análisis debido a que no hubo procesos de emisión importantes asociados a la deforestación (nivel de ocupación del suelo con mosaicos urbanos y sistemas productivos), ni aumento significativo del hato ganadero.

A continuación, se muestra el reporte de emisiones y absorciones de CO_{2eq} del sector para el municipio de Caldas, donde las emisiones fueron 52.127, 47.157,43.280 y 39.690 toneladas de CO_{2eq} para los años 2016 a 2019, mientras las absorciones fueron de -8.899, -655, -2.222 y -511 toneladas de CO_{2eq}. De esta manera, las emisiones netas del sector AFOLU fueron de 43.228,46.503,41.050 y 39.187 toneladas.

Ilustración 35. Histéricos de emisiones por subcategoría del sector AFOLU en el municipio de Caldas, 2016 -2019. .($Ton\ CO_2eq$).



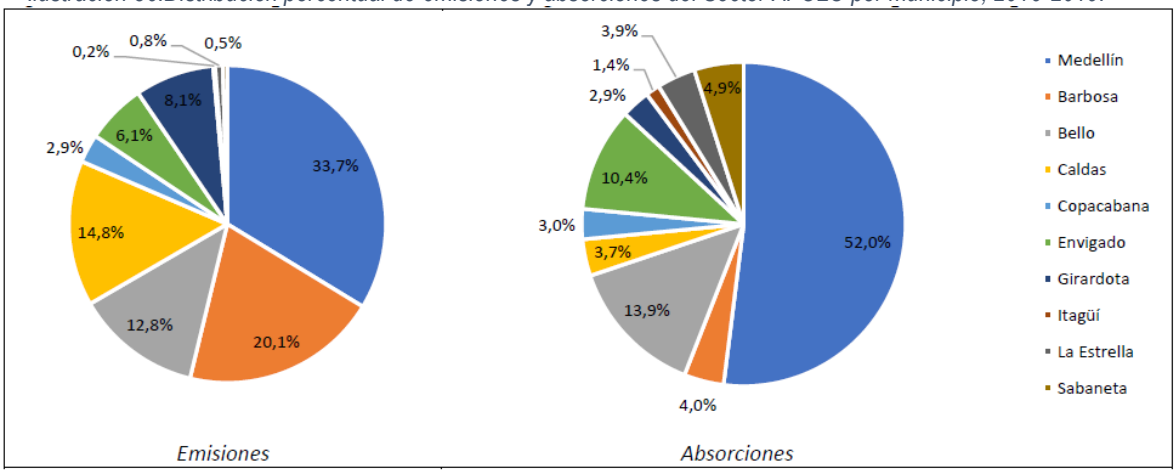
	2016	2017	2018	2019
Fermentación entérica	28.634,8	29.312,0	28.679,8	32.160,1
Gestión de estiércol	5.013,6	5.198,2	5.225,1	5.648,4
Leña	40,0	39,4	39,6	39,0
Deforestación	18.437,3	12.606,1	9.333,6	1.848,5
Tierras inundadas	0,01	0,01	0,01	0,01
Fertilizantes	1,6	1,6	1,6	1,6
Frutales	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Plantaciones	-8.785,4	-77,7	-1.707,8	0,0
Arbolado urbano	-113,2	-215,3	-317,5	-403,4
Restauración	0,0	-361,5	-196,5	-106,9

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

En relación con la contribución de los subsectores a la producción de emisiones durante el periodo de estudio, se encontró que el 66% son responsabilidad de la fermentación entérica, el 12% de las emisiones se producen por la gestión de estiércol y el 22% por la deforestación, mientras las contribuciones de la quema de leña, las tierras inundadas y el uso de fertilizantes es mínima. En cuanto a las absorciones, el 50% se dan por el arbolado urbano y la restauración, y el 50% restante por plantaciones de especies forestales (la contribución de los frutales es muy baja).

La contribución del municipio de Caldas al total de las emisiones fue el 14,8% y el aporte en absorciones fue de 3,7%. A continuación, se muestra la distribución porcentual de emisiones y absorciones del sector AFOLU por municipio.

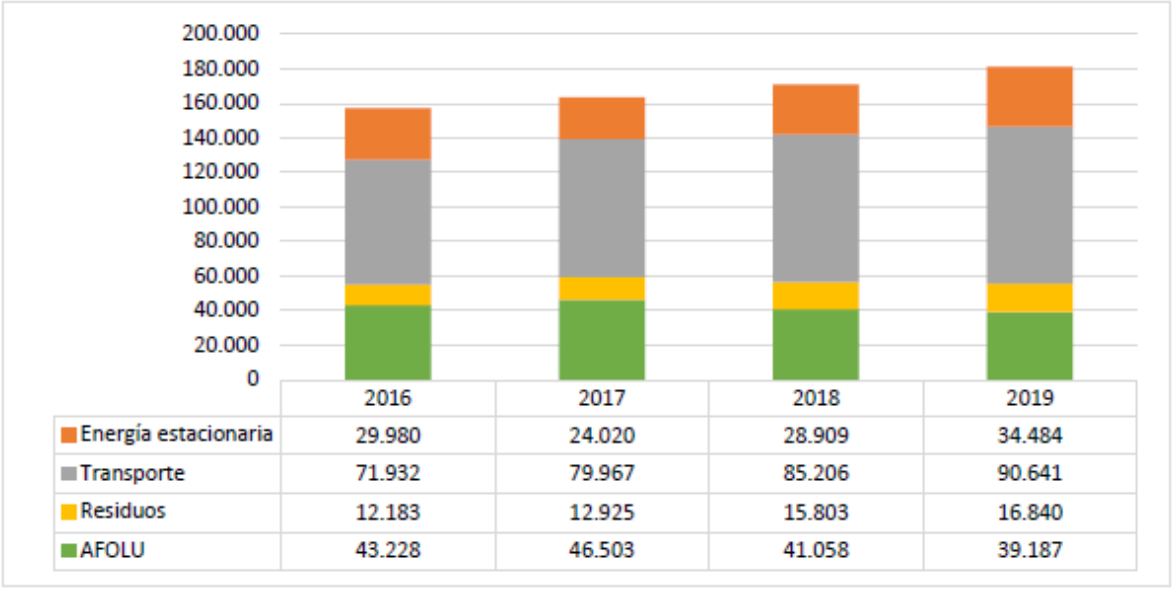
Ilustración 36.Distribucion porcentual de emisiones y absorciones del Sector AFOLU por municipio, 2016-2019.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

Como resultado general, en el municipio de Caldas las emisiones – absorciones o emisiones netas de CO_{2eq} fueron de 157.324, 163.414,170.975 y 181.152 toneladas para los años 2016,2017,2018 y 2019, respectivamente. A continuación, se muestra el aumento de las emisiones en el periodo de análisis.

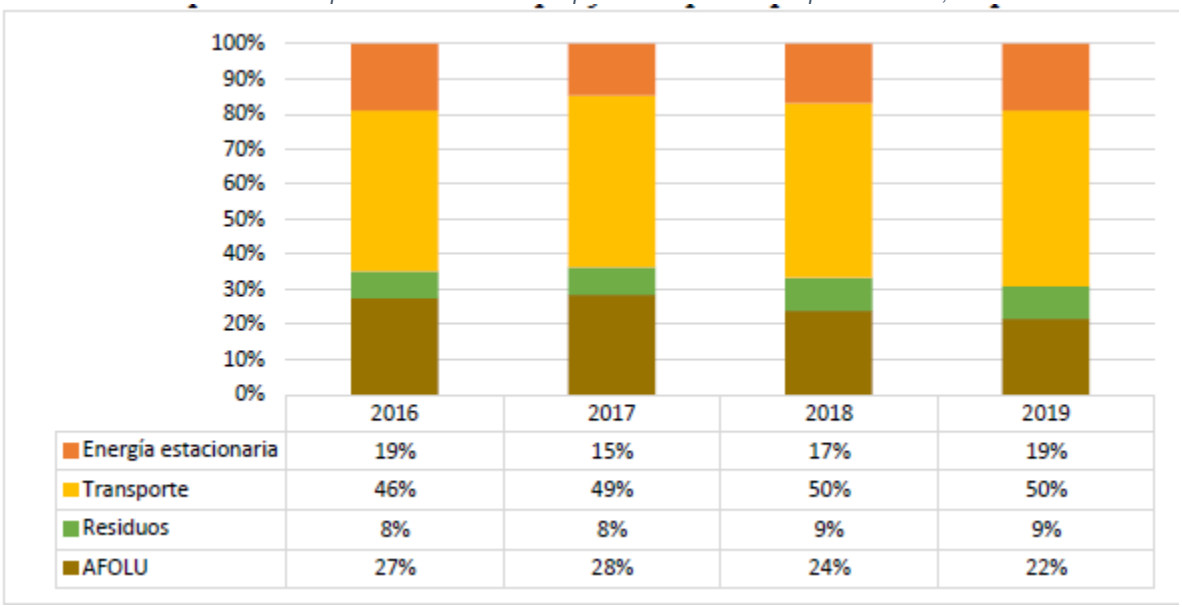
Ilustración 37. Distribución porcentual de emisiones por fuente principal en el municipio de Caldas,2016-2019.



	2016	2017	2018	2019
Energía estacionaria	29.980	24.020	28.909	34.484
Transporte	71.932	79.967	85.206	90.641
Residuos	12.183	12.925	15.803	16.840
AFOLU	43.228	46.503	41.058	39.187

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

Ilustración 38. Distribución porcentual de emisiones por alcance en el municipio de Caldas, 2016-2019.



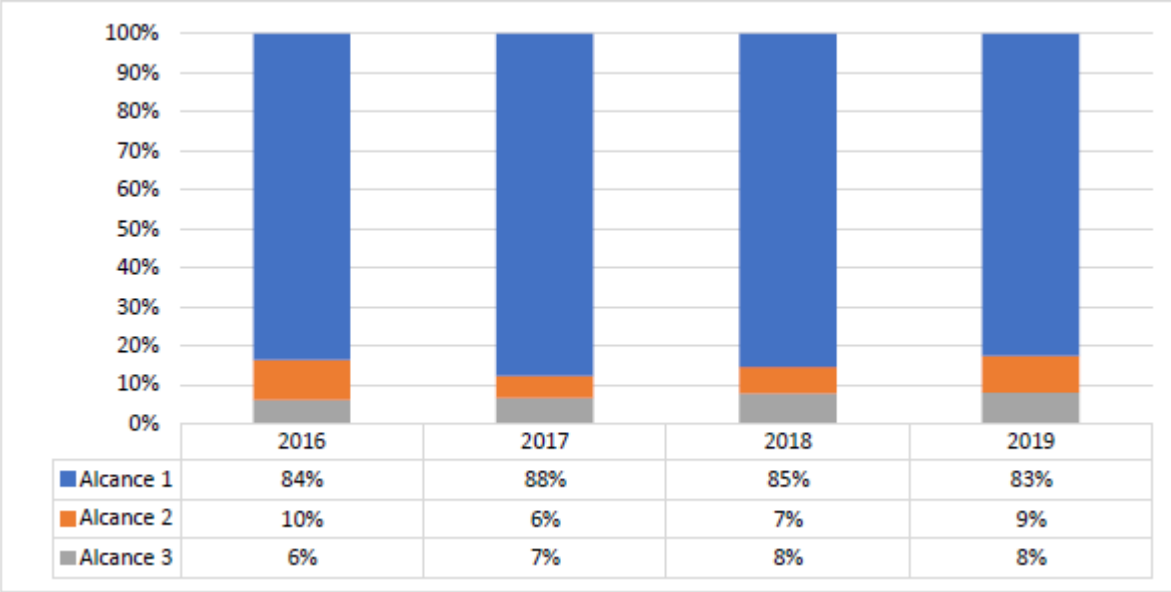
	2016	2017	2018	2019
Energía estacionaria	19%	15%	17%	19%
Transporte	46%	49%	50%	50%
Residuos	8%	8%	9%	9%
AFOLU	27%	28%	24%	22%

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

Los sectores transporte y residuos mostraron un crecimiento constante, mientras los sectores energía estacionaria y AFOLU presentaron comportamientos variables en el periodo de análisis. En cuanto a la distribución porcentual de emisiones por sector principal, se observa que el sector transporte se mantiene como la principal fuente de emisión de GEI con un aporte promedio durante el periodo de estudio del 49%, seguido del sector AFOLU con un aporte promedio del 25%, después el sector energía estacionaria con una contribución promedio del 17% y residuos con un aporte del 9%.

En relación a la distribución porcentual de emisiones pro alcance, se puede ver que en el periodo de análisis aproximadamente el 85% de las emisiones fueron de Alcance 1 (se produjeron dentro de los límites de la ciudad), mientras un 8% fueron de Alcance 2 (se dieron como consecuencia de la utilización de energía eléctrica suministrada en red) y otro 7% fueron de Alcance 3 (se dieron por fuera de los límites de la ciudad, como resultado de actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad).

Ilustración 39. Distribución porcentual de emisiones por alcance en el municipio de Calds,2016-2019.



	2016	2017	2018	2019
Alcance 1	84%	88%	85%	83%
Alcance 2	10%	6%	7%	9%
Alcance 3	6%	7%	8%	8%

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

Ilustración 40. Reporte de emisiones de GEI para el municipio de Caldas, años 2016 y 2017 ($Ton\ CO_2eq$).

Código	Sector	2016 Toneladas CO_2 e						2017 Toneladas CO_2 e					
		Emisiones			Emisiones totales	Absorciones total	Emisiones netas	Emisiones			Emisiones totales	Absorciones total	Emisiones netas
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3				Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3			
TOTAL		139.122	16.978	10.122	166.223	-8.899	157.324	143.905	9.302	10.861	164.069	-655	163.414
I	ENERGIA ESTACIONARIA	13.002	16.978	0	29.980	0	29.980	14.718	9.302	0	24.020	0	24.020
II	TRANSPORTE	71.932	0	0	71.932	0	71.932	79.967	0	0	79.967	0	79.967
III	RESIDUOS	2.060	0	10.122	12.183	0	12.183	2.064	0	10.861	12.925	0	12.925
V.	AFOLU	52.127	0	0	52.127	-8.899	43.228	47.157	0	0	47.157	-655	46.503

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021).

Ilustración 41. Reporte de emisiones de GEI para el municipio de Calda, años 2018 y 2019 .($Ton\ CO_2eq$).

Código	Sector	2018 Toneladas CO_2 e						2019 Toneladas CO_2 e					
		Emisiones			Emisiones totales	Absorciones total	Emisiones netas	Emisiones			Emisiones totales	Absorciones total	Emisiones netas
		Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3				Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3			
TOTAL		147.964	11.671	13.562	173.197	-2.222	170.975	150.131	16.990	14.541	181.662	-511	181.152
I	ENERGIA ESTACIONARIA	17.237	11.671	0	28.909	0	28.909	17.494	16.990	0	34.484	0	34.484
II	TRANSPORTE	85.206	0	0	85.206	0	85.206	90.641	0	0	90.641	0	90.641
III	RESIDUOS	2.241	0	13.562	15.803	0	15.803	2.299	0	14.541	16.840	0	16.840
V.	AFOLU	43.280	0	0	43.280	-2.222	41.058	39.698	0	0	39.698	-511	39.187

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

2.2.12. Cambio climático

Según la Ley 1931 del 2018, la Gestión del Cambio Climático debe ser incorporada como determinante ambiental de los planes de ordenamiento territorial, dicha ley genera orientaciones para que simultáneamente al conocimiento y gestión del riesgo, se trabaje desde el PBOT en la gestión del cambio
Climático, entendida dicha gestión como: "el proceso coordinado de diseño, implementación y evaluación de acciones de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y adaptación al cambio climático orientado a reducir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y ecosistemas a los efectos del cambio climático. También incluye las acciones orientadas a permitir y aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera".

Las autoridades municipales y distritales deberán incorporar dentro de sus planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial, la gestión del cambio climático teniendo como referencia los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales: de su departamento y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales. Asimismo, podrán incorporar la gestión del cambio climático en otros instrumentos de planeación con que cuente la respectiva entidad territorial".

El Municipio de Caldas, deberá incorporar en todos sus componentes, la gestión del cambio climático
Conforme con la normatividad vigente. Adicionalmente, deberá contener los siguientes aspectos:

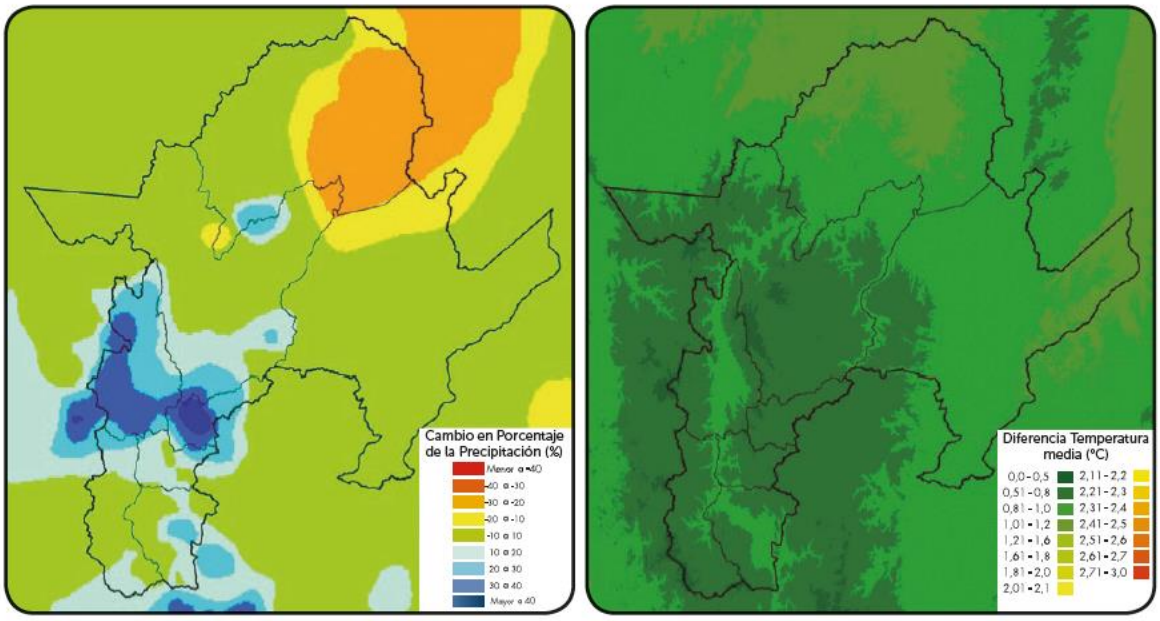
- Medidas habilitantes establecidas en el PAC&VC.
- Medidas/acciones que contribuyan a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y a la gestión del riesgo a través de la adopción de programas de adaptación al cambio climático, incorporadas en el componente estratégico y de inversión y que estén articuladas desde el ordenamiento con los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales y Sectoriales (PICCA, PRCC y PAC&VC).
- Proyectos de ciencia, tecnología e innovación referentes a la acción del cambio climático.
- Esquemas de formación, sensibilización y divulgación de la gestión del cambio climático en las diferentes instancias de la educación.
- Fortalecimiento de sistemas de alerta y detección temprana en articulación con el Área Metropolitana y su Proyecto SIATA.
- Medidas para mitigar los efectos de las islas de calor identificadas en el municipio y con ello los impactos generados sobre el territorio y los habitantes, lo anterior amparado bajo proyectos asociados al sistema de espacio público, la estructura ecológica principal y complementaria.
- Acciones acordes con los escenarios presentes y futuros de cambio climático identificados en la síntesis del clima y el IDEAM.
- Acciones desde el ordenamiento territorial para contribuir con el cumplimiento de los compromisos y metas pactados por Colombia en los diferentes convenios y tratados internacionales, P.E. (la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático –CMNUCC, los objetivos del milenio –ODM, etc.); además de la política y lineamientos nacionales.
- Programas y proyectos de corto, mediano y largo plazo en temas que ayuden a mitigar los impactos ambientales, el efecto invernadero y el cambio climático y sus efectos.

Los escenarios de cambio climático para la precipitación y temperatura en Colombia, los cuales fueron desarrollados por el IDEAM, en el marco de la construcción de la Tercera Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), realizaron el cálculo de los cambios esperados en estas dos variables climáticas en los periodos 2011 – 2040 (corto plazo), 2041 -2070 (mediano plazo) y 2071 – 2100 (largo plazo), en base a esto se espera que los efectos del cambio climático se manifiesten en el territorio de Corantioquia con efectos directos sobre el territorio debido a los cambios esperados tanto en el corta plazo como mediano plazo y los cambios esperadnos en las lluvias de las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena, también sobre las poblaciones y actividades ribereñas.

En el caso de la lluvia acumulada anual se espera un incremento de hasta un 20 – 30 % en el sector Aburrá Sur; para la temperatura promedio anual se esperan incrementos generalizados en todo el territorio.

Los cambios esperados en la lluvia y en la temperatura en el periodo 2011 – 2040, se logra observar que el sector Aburrá Sur pueda presentar un cambio en la precipitación del 10 al 20%, y en la temperatura presenta una diferencia entre 0,81 a 1,0 °C. A continuación, se muestra los cambios esperados en la lluvia y temperatura en el periodo de 2011 – 2040, donde el sector Aburrá Sur comprende el municipio de Caldas.

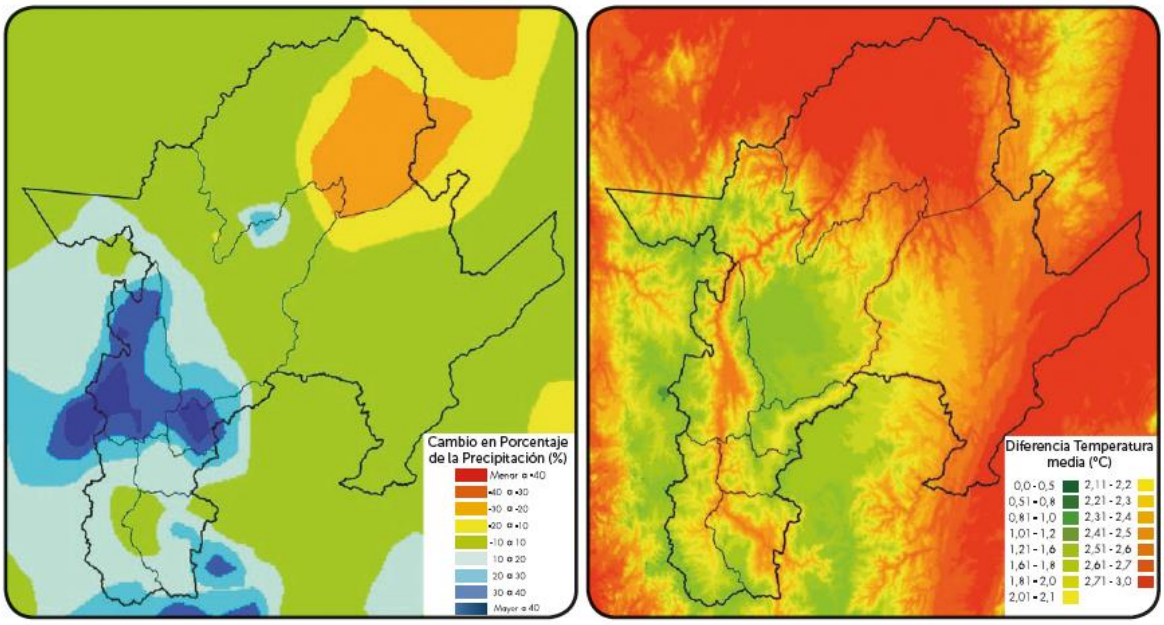
Ilustración 42.Cambios esperados en la lluvia (izquierda) y en la temperatura (derecha) para la jurisdicción de Corantioquia en el periodo 2011 - 2040. Fuente: PCCR (citar bien



Fuente: (PRCC, 2017)

Los cambios esperados en la lluvia y la temperatura en el periodo 2071 – 2100 se puede observar que en el sector Aburrá Sur, el cual comprende el municipio de Caldas, presentaría un cambio en el porcentaje de la precipitación en 10 a 20% y la diferencia de la temperatura desde 2,01 ° C hasta 2,3 °C. A continuación, se muestra los cambios esperados para el periodo 2071 – 2100.

Ilustración 43.Cambios esperados en la lluvia (izquierda) y en la temperatura (derecha) para la jurisdicción de Corantioquia en el periodo 2071 - 2100. fuente: citar bien PCCR.



Fuente: (PRCC, 2017)

Los cambios mencionados anteriormente exigen que las instituciones, la población y los actores del territorio se preparen para diferentes tipos de impactos que pueden incrementar la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa, deslaves, erosión, acidificación del suelo y otros efectos asociados a la mayor disponibilidad de agua en zonas de alta pendiente en los sitios donde se espera que aumente la precipitación anual, también cambios en los tipos de ecosistemas y de coberturas vegetales (forestales y cultivos).

2.2.12.1. Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática PAC&VC -2019-2030

El Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del valle de Aburrá 2019-2030 es un plan estratégico que contiene las acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo para la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la adaptación frente al cambio y la variabilidad climática del Valle de Aburrá. El municipio de Caldas presenta los siguientes análisis y resultados para la síntesis del clima.

El Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática fue adoptado mediante el Acuerdo Metropolitano N° 4 el 07 de febrero del año 2019. Es un plan estratégico que contiene las acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo para la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la adaptación frente el cambio y variabilidad climática. El plan se cuenta estructurado bajo dos ejes temáticos y seis líneas estratégicas:

- **Ejes Temáticos:**
  1. Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
  2. Adaptación frente al cambio y la variabilidad climática.
- **Líneas estratégicas habilitantes**
  1. Educación, formación y sensibilización de público.

2. Ciencia, tecnología e innovación
3. Gobernanza e institucionalidad
4. Ordenamiento territorial y planificación urbana
5. Instrumentos financieros y económicos
6. Seguimiento, evaluación y reporte.

- Medidas de Mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI):
  Se identificaron seis (6) sectores: Agropecuario, forestal y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en ingles), transporte, saneamiento, industria manufacturera y residencial – comercial, que representan las mayores emisiones de Gases Efecto Invernadero en la regional y para cada uno de ellos se plantearon medidas y acciones.

El PAC&VC contiene (18) medidas de mitigación orientadas a siete de los ocho sectores económicos generadores de GEI en Colombia: agropecuario, forestal, transporte, saneamiento, industrias manufactureras, residencial y comercial. El sector de minar y energía no se considera dado que sus actividades no generan emisiones de GEI importantes en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. A continuación, se presentan las medidas de mitigación para cada sector económico.

Tabla 92.Medidas de mitigación orientadas a los sectores económicos generadores de GEI en Colombia.

Sector Económico	Medida	Acciones
Agropecuario	1. Gestión de tierras de cultivo. 2. Gestión del ganado y pastizales	20
Forestal y usos de la tierra	3. Conservación de reservorios de carbono existentes 4. Silvicultura de bosques y urbana	20
Transporte	5. Introducción acelerada de vehículos de ultra bajas emisiones y emisiones cero en la flota de transporte público. 6. Incremento de la demanda de vehículos de ultra bajas emisiones y emisiones cero en el sector privado. 7. Disminuir el flujo vehicular y la congestión por medio de una gestión adecuada de la demanda 8. Gestión integral del transporte de carga y volquetas en el Valle de Aburrá. 9. Diseño e implementación de un programa masivo de capacitación en conducción ecoeficiente. 10. Sustitución por combustibles más limpios para vehículos 11. Infraestructura para la movilidad sostenible y para la expansión del sistema de transporte público.	22
Saneamiento	12. Gestión adecuada del metano por la disposición y tratamiento	

	de residuos sólidos y las aguas residuales. 13. Impulsar esquemas de disminución, aprovechamiento y valorización de residuos	4
Industrias manufactureras	14. Mejora del desempeño ambiental y energético de la industria del Valle de Aburrá 15. Implementación de tecnologías limpias y mejores procesos industriales	9
Residencial y comercial	16. Promover la eficacia energética y las energías renovables a nivel residencial y comercial 17. Implementar prácticas y tecnologías para la eficiencia energética en infraestructura pública y edificaciones publicas 18. Promover la construcción de edificaciones bajas en carbono.	13

A continuación, se presentan las metas de reducción en las emisiones de GEI por cada sector económico:

Tabla 93. Metas de mitigaciones de las emisiones de GEI por sector.

Sector Económico	$CO_2eq\ (G_g)$ (INGEI 2011)	Participación	Emisión proyectada (2030)	Reducción	% Reducción
Minas y Energía	29,00	1%	43,00	9,00	20%
Industria manufacturera	1,18	24%	2,14	182,00	8,5%
Transporte	3,073	62%	6,30	3,00	47,5%
Residencial	330,00	7%	502,00	100,00	20%
Comercial	77,00	2%	117,00	23,00	20%
Agropecuario	160,00	3%	244,00	49,00	20%
Forestal	48,00	1%	73,00	15,00	20%
Saneamiento	45,00	1%	68,00	14,00	20%
Total, sin absorciones	4,94	100%	9,48	3,40	35.7%

Fuente: Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática , 2019

Además, se plantean medidas de adaptación frente al cambio climático y la variabilidad climática, el cual consisten en 14 programas estratégicos, cada uno con un objetivo y medidas asociadas. A continuación, se presentan los programas planteados, los cuales puedan tener influencia directa al municipio de Caldas.

1. Programa dinámico de actualización periódica del conocimiento sobre las posibles alteraciones de variables hidroclimáticas, debidas al cambio y la variabilidad climática.
2. Programa integral de gestión del riesgo.
3. Programa regional integral de saneamiento básico.
4. Programa de seguridad alimentaria.
5. Programa de Salud y ambiente.
6. Programa de vivienda segura, digna y sostenible.
7. Programa de movilidad sostenible.

8. Programa de educación para el cambio y variabilidad climática.
9. Programa de recreación sana, segura y accesible.
10. Programa de restauración o conservación de ecosistemas y biodiversidad.
11. Programa de instrumentos de planificación desarrollo y ordenamiento para el cambio climático
12. Programa de productividad y competitividad sostenible.
13. Programa para la apropiación tecnológica, investigación, innovación y desarrollo
14. Programa de gobernanza, gobernabilidad, convivencia y seguridad ciudadana.

2.2.12.1.2. Síntesis del clima para el municipio

El sistema climático terrestre es muy dinámico y se caracteriza por fluctuaciones a diferentes escalas temporales y espaciales, determinando la disponibilidad del recurso hídrico en una región. En Colombia y en particular la región Andina y el departamento de Antioquia enfrentan retos de consideración en la planificación y gestión del recurso hídrico y la gestión de riesgos, asociados a la alta variabilidad climática e hidrometeorológica natural de la región. La variabilidad se debe a la ubicación geográfica en la franja tropical, al ingreso de humedad, a la modulación de la circulación regional por la cercanía de dos océanos y a las condiciones topográficas y geomorfológicas del territorio nacional y regional. En general, el clima y en particular la precipitación sobre Colombia, la zona Andina y el Valle de Aburra están relacionados con el comportamiento de la convección en el trópico, a su vez determinados por características topográficas a nivel regional, local y a efectos forzadores globales.

El Valle de Aburrá está directamente influenciada por cambios en los patrones espacio-temporales de precipitación, puesto que la disponibilidad del recurso hídrico, la gestión de riesgos, la calidad del aire, las condiciones ecológicas para los diferentes ecosistemas, entre otros, dependen directa e indirectamente de la variabilidad de la precipitación. La gestión medioambiental en la región supone un reto desde el punto de vista hidroclimatico dada la alta variabilidad espaciotemporal de la precipitación en Colombia y las diferentes fuentes externas de modulación de la misma en diferentes regiones del territorio.

2.2.12.1.3. Precipitación

La precipitación en el Valle de Aburrá ese caracteriza de acuerdo con sus variaciones en el ciclo anual y su variabilidad interanual. La precipitación en el Valle de Aburrá evidencia una característica bimodal asociada a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y una variabilidad interanual significativa asociada a forzamiento externo. Para caracterizar la precipitación en estos ciclos se usa información de las estaciones pertenecientes a EPM, teniendo en cuenta que algunos registros cuentan con más de 40 años de información, permitiendo una estimación robusta de un ciclo anual y la variabilidad interanual. La base de los datos usada en esta caracterización proviene de 18 estaciones de precipitación que es analizada con una resolución mensual; las estaciones de precipitación analizadas ubicadas dentro del municipio de Caldas son las siguientes:

Tabla 94. Estación de precipitación analizada en el municipio de Caldas.

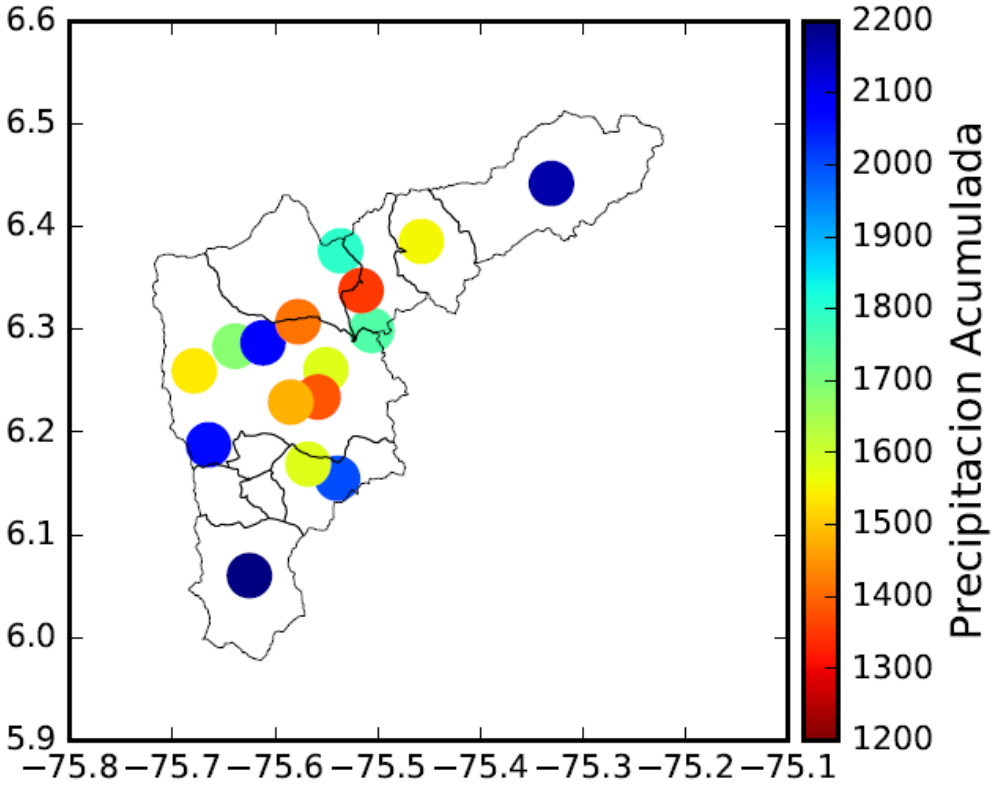
Código	Longitud de años	Nombre	Longitud decimal	Latitud decimal	Elevación	Municipio
2701036	20	CALDAS	-75.6251	6.0605	1930	Caldas

Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

La precipitación en el Valle de Aburrá esta modulada tanto por procesos locales como forzadores externos, a escala mensual la migración de la ZCIT sobre la zona andina colombiana domina las variaciones en la precipitación regional. A continuación, se muestran los acumulados anuales y la media mensual multianual (ciclo anual) de los acumulados de precipitación para cada estación, donde se logra observar con facilidad que el régimen bimodal con mayores acumulados en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre.

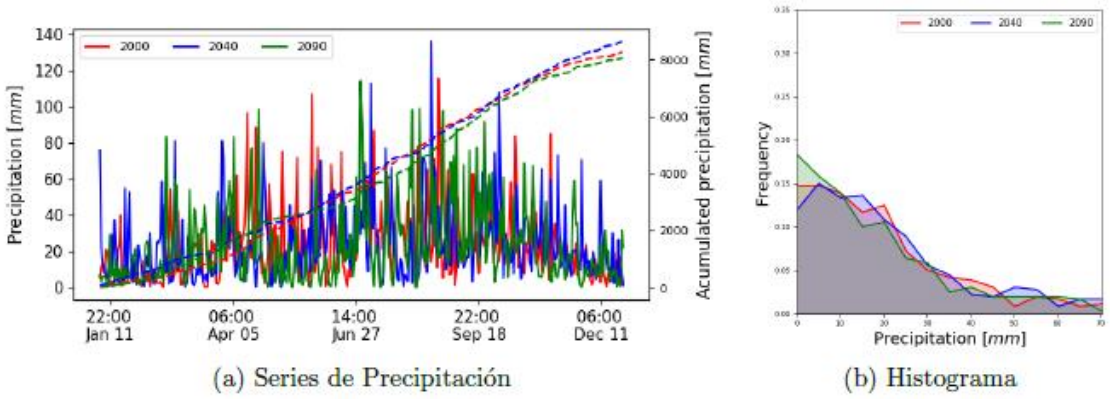
Para el municipio de Caldas, se logra evidenciar que para los meses de enero y febrero presentan baja precipitación y en relación con los otros meses del año se presenta alta precipitación. En cuanto al análisis realizado para las décadas 2000,2040 y 2090, se observa que en el municipio presenta una acumulación de precipitación constante.

Ilustración 44. Acumulado promedio de precipitación sobre el Valle de Aburrá.



Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

Ilustración 45.Serie de precipitación e histograma de precipitación para las décadas 2000,2040 y 2090 del municipio de Caldas.



(a) Series de Precipitación (b) Histograma

Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

En busca de caracterizar la dinámica de los vientos y la variabilidad de la temperatura en el Valle de Aburrá de acuerdo a sus variaciones en el ciclo anual y su variabilidad en el ciclo diurno. Con este objetivo se analizan los registros de las estaciones de SIATA, las cuales suman 15 estaciones meteorológicas que será analizada con una resolución minutal, a continuación, se presenta la información descriptiva de la localización, código y nombre de la estación del municipio de Caldas.

Tabla 95. Estación meteorológica SIATA analizada en Caldas.

Nombre	Longitud decimal	Latitud decimal	Municipio
Parque 3 Aguas	-75.6353	6.0962	Caldas

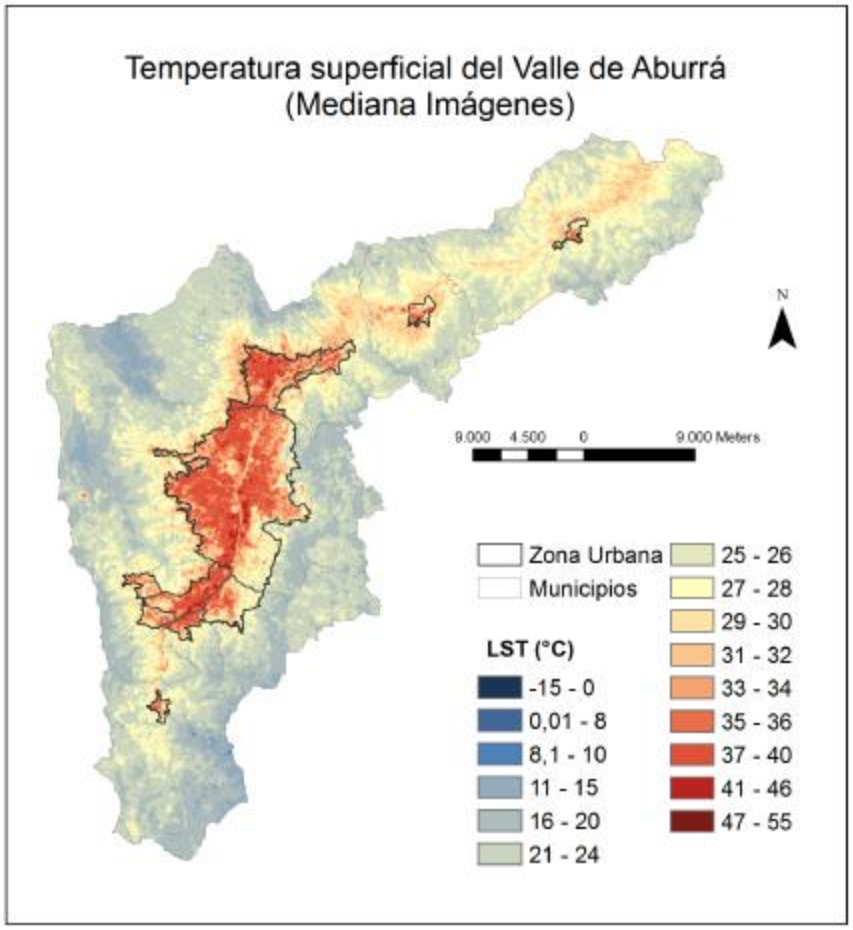
Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

En la escala regional, el Valle de Aburrá está influenciado por los vientos alisios, los cuales describen una estacionalidad, los alisios del noreste presentan altas intensidades entre noviembre y febrero e ingresan al Valle por la zona norte y se encauzan en la base, siguiendo su trayectoria hasta salir por el sur, en los meses de abril a mayo esa intrusión es débil.

2.2.12.1.4. Temperatura

La temperatura superficial del Valle de Aburrá obtuvo los siguientes resultados, por medio de imágenes Landsat, donde se muestra que existe una variabilidad intra anual de esta variable, dada principalmente por la variación del ángulo de declinación del sol a lo largo del año y la interacción de la radiación con la topografía del Valle. En las siguientes imágenes se observa que para las imágenes tomadas en diciembre y enero cuando el sol está en su posición más al sur respecto al eje ecuatorial de la tierra, las laderas con orientación hacia el sur alcanzan temperaturas más altas respecto a los otros meses del año.

Ilustración 46. Composición de temperatura superficial del Valle de Aburrá, a partir de la mediana obtenida con las ocho imágenes de Satélite.

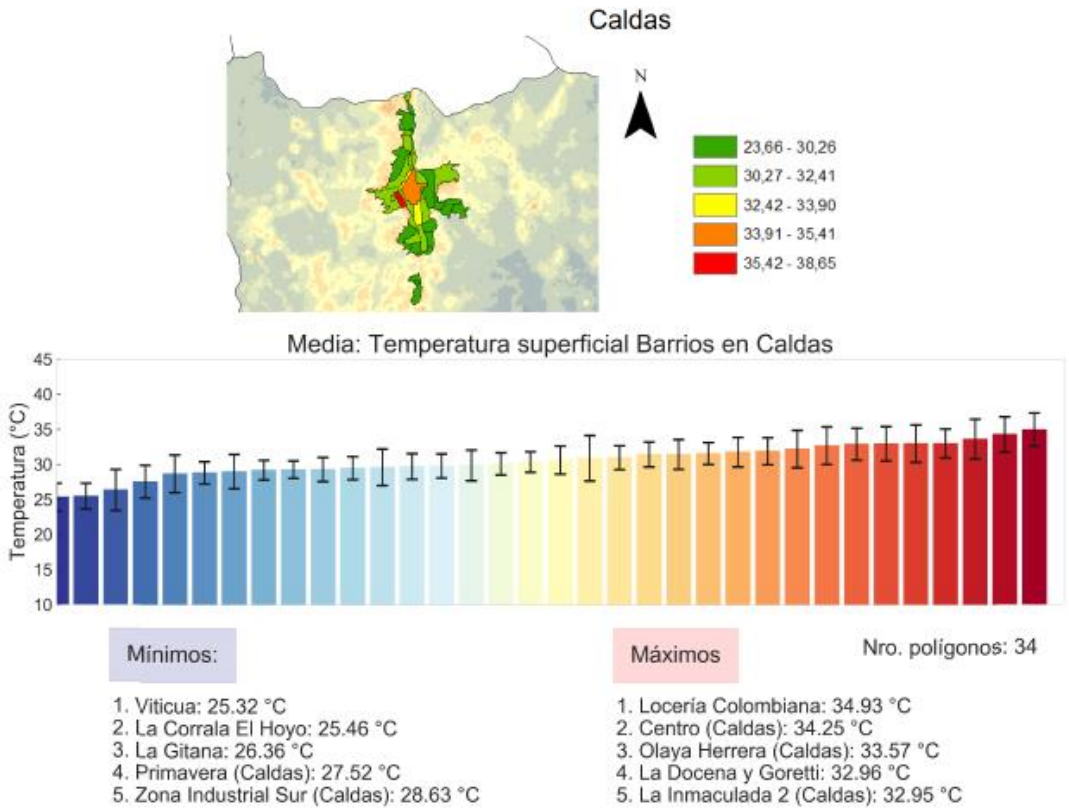


Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

Para explorar la variabilidad de la temperatura superficial en el Valle se propone utilizar los polígonos de los barrios como unidad mínima territorial, ya que muchos de estos presentan características homogéneas de geometría urbana y vegetación, además de que estos se constituyen así mismos como unidades político administrativas reconocidas dentro de cada uno de los municipios.

Para el municipio de Caldas se evaluaron 34 barrios, en las imágenes analizadas la superficie del municipio muestra menores temperaturas respecto al resto de los municipios, sin embargo, como factor común al resto, se observa que la zona más cercana al parque central presenta las temperaturas más altas, siendo esta una zona que presenta infraestructura de baja altura y mediana altura de carácter heterogéneo, donde se observan calles de 1 a 3 carriles con edificios entre 1 y 4 pisos.

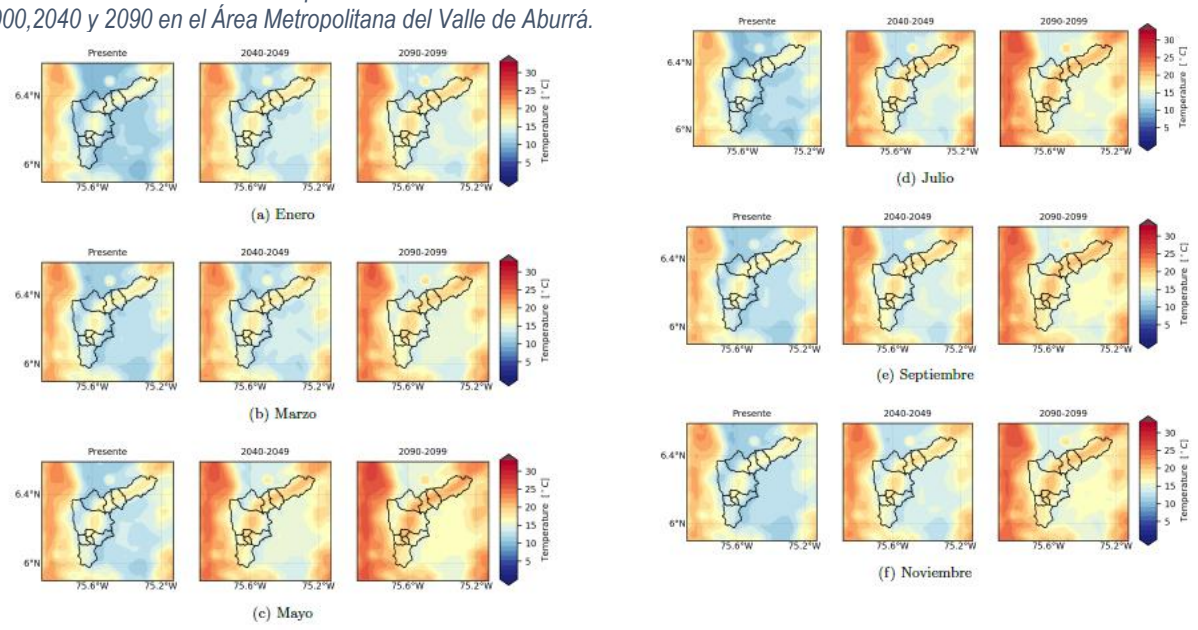
Ilustración 47. Temperatura superficial barrios de Caldas (en verdes más frescos, enrojo más cálidos.



Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

La temperatura del aire en el Valle de Aburrá muestra un patrón de temperatura asociado a la topografía propia de la zona con mayores temperaturas en las zonas urbanas del valle. Las variaciones en el ciclo anual son levemente perceptibles para la década del presente, aunque el cambio entre las décadas es evidente ante el forzamiento de cambio climático sobre el valle. Para la década 2040-2049 la temperatura del aire aumenta en el interior del Valle de Aburrá con un patrón de expansión de las zonas más cálidas, dicha tendencia persiste hasta final de siglo para la década 2090 -2099 en donde las mayores temperaturas se localizan al norte y centro del valle, estos cambios presentan mayor impacto durante los meses de mayo y julio, meses en los cuales a final de siglo presentan las mayores temperaturas, a continuación se puede observar el cambio de la temperatura por mes entre el presente,2040 y 2099.

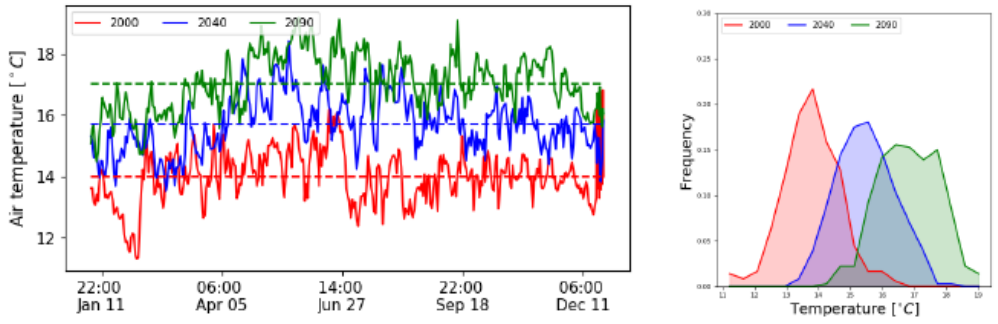
Ilustración 48. Ciclo anual de temperatura durante las décadas 2000,2040 y 2090 en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.



Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

Es clara la tendencia de aumento de la temperatura del aire en el Valle de Aburrá y aunque las magnitudes de las temperaturas de los municipios varían en los mismos rangos, para efectos de comparación se calculan las series integradas de temperatura para cada uno del municipio del valle y se comparan las distribuciones de temperatura en las tres décadas estudiadas, los resultados de la simulación corresponden a un año climatológico a resolución temporal horaria. Las variaciones asociadas al ciclo anual con mayores temperaturas durante el mes de mayo, así mismo se evidencia una variabilidad asociada al ciclo diurno, a continuación, se muestra la serie de temperatura e histograma de temperatura superficial para las décadas 2000,2040 y 2090 del municipio de Caldas.

Ilustración 49. Serie de temperatura e histograma de temperatura superficial para las décadas 2000,2040 y 2090 del municipio de Caldas.



Fuente: (AMVA, PAC&CV C1 Sintesis del Clima, 2018)

2.2.12.1.5. Islas de Calor

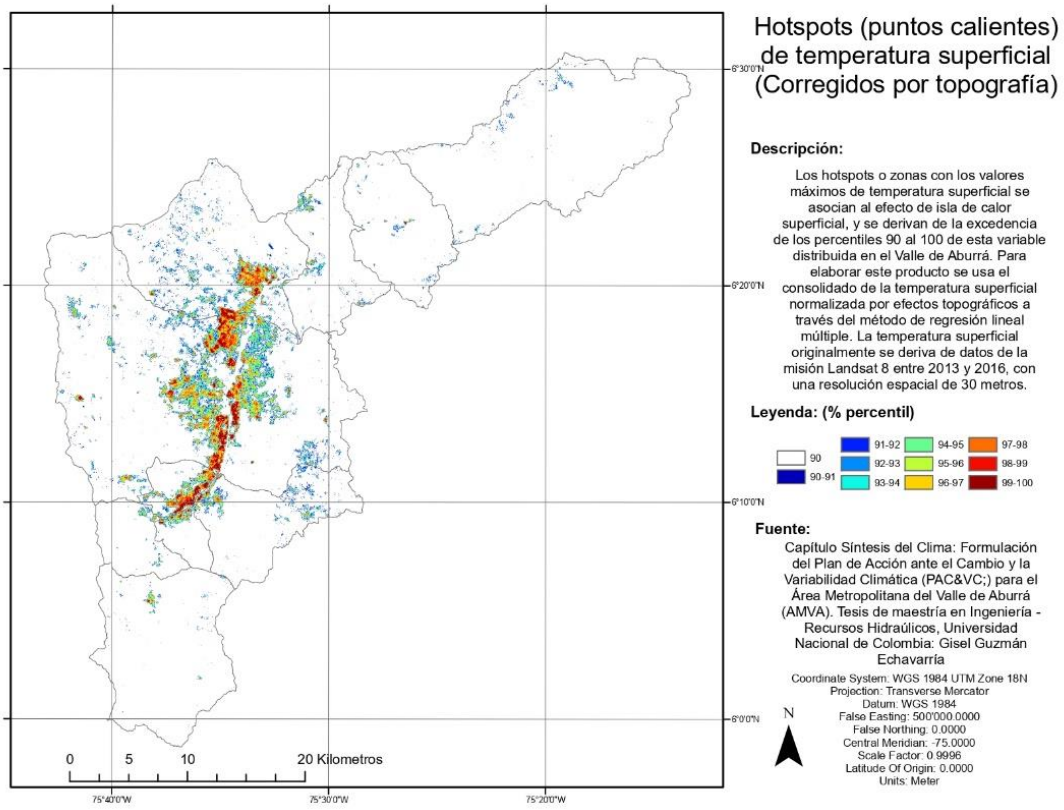
El efecto isla de calor se refiere comúnmente a la diferencia entre las temperaturas observadas, tanto a nivel superficial como en el aire, de las ciudades frente a las zonas rurales que lo rodean como un efecto global. Es importante mencionar que este efecto no se presenta de manera homogénea a escala intraurbana.

Los hotspots o zonas con los valores máximos de temperatura superficial se asocian al efecto de isla de calor superficial, los cuales son dados por la excedencia de los percentiles 90 al 100 de esta variable distribuida en el Valle de Aburrá. Para elaborar este producto se usa el consolidado de la temperatura superficial normalizada por efector topográficos a través del método de regresión lineal múltiple, la temperatura superficial originalmente se deriva de datos de la misión Landsat 8 entre 2013 y 2016, con una resolución espacial de 30 metros. (AMVA y Universidad Nacional de Colombia, 2018).

Para el municipio de Caldas, se identifican 5 áreas con islas de calor (Locerías Colombiana, Centro, Olaya Herrera, La Docena y Goretti y la Inmaculada 2), ver Ilustración 66. Temperatura superficial barrios de Caldas (en verdes más frescos, enrojo más cálidos.

La zona de vocación industrial presenta los valores más altos (97-98 % percentil), asociado a la industria de Locería Colombiana, esto sin considerar las diferentes actividades económicas que se desarrollan en dicho sector, ya que se encuentra cercano al parque principal del municipio. Esta zona de vocación industrial es de gran importancia para la formulación de programas y proyectos de gestión de cambio climático, ya que este es el sector con mayor problemática de ruido, emisiones de GEI y hotspots, todos productos del uso económico.

Ilustración 50.Hotspots (puntos clientes) de temperatura superficial.



Fuente: (AMVA, Formulacion del Plan de Accion ante el Cambio y la Variabilidad Climatica, capitulo sintesis del clima., 2019.)

2.2.12.2. Plan Regional para el Cambio Climático – PRCC

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – Corantioquia, en un trabajo conjunto con la Gobernación de Antioquia la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, presentan este plan en la jurisdicción de Corantioquia (PRCC – Corantioquia) con el objetivo de que se convierta en la herramienta principal para que la población, las autoridades, las instituciones y los actores económicos que se encuentran en la jurisdicción adopten y ejecuten medidas que permitan mejorar su capacidad de adaptación a los cambios esperados en el clima en el corto, mediano y largo plazo y además contribuyen a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Corantioquia ejerce su función como autoridad ambiental en un territorio comprendido por 80 municipios del departamento de Antioquia, en donde se calcula una población total de aproximadamente 1,5 millones de personas, de los cuales 54% es considerada población rural, la corporación estructuro un territorio en ocho oficinas territoriales para facilitar la gestión descentralizada de las actividades administrativas y operativas, de las cuales el municipio de Caldas cuenta con su oficina territorial en Aburrá Sur, a continuación se presenta la distribución administrativa de Corantioquia.

Antioquia es muy importante en la reducción de emisiones y en los objetivos de adaptación, dado que es uno de los departamentos que más emisiones produce, en este territorio se generan una serie de servicios ecosistémicos

estratégicos para el país. Corantioquia desde su actuación en 80 municipios del departamento, será vital para que todas las acciones de mitigación y adaptación se continúen desarrollando y fortaleciendo en el corto y mediano plazo para alcanzar y superar las metas de reducción de emisiones.

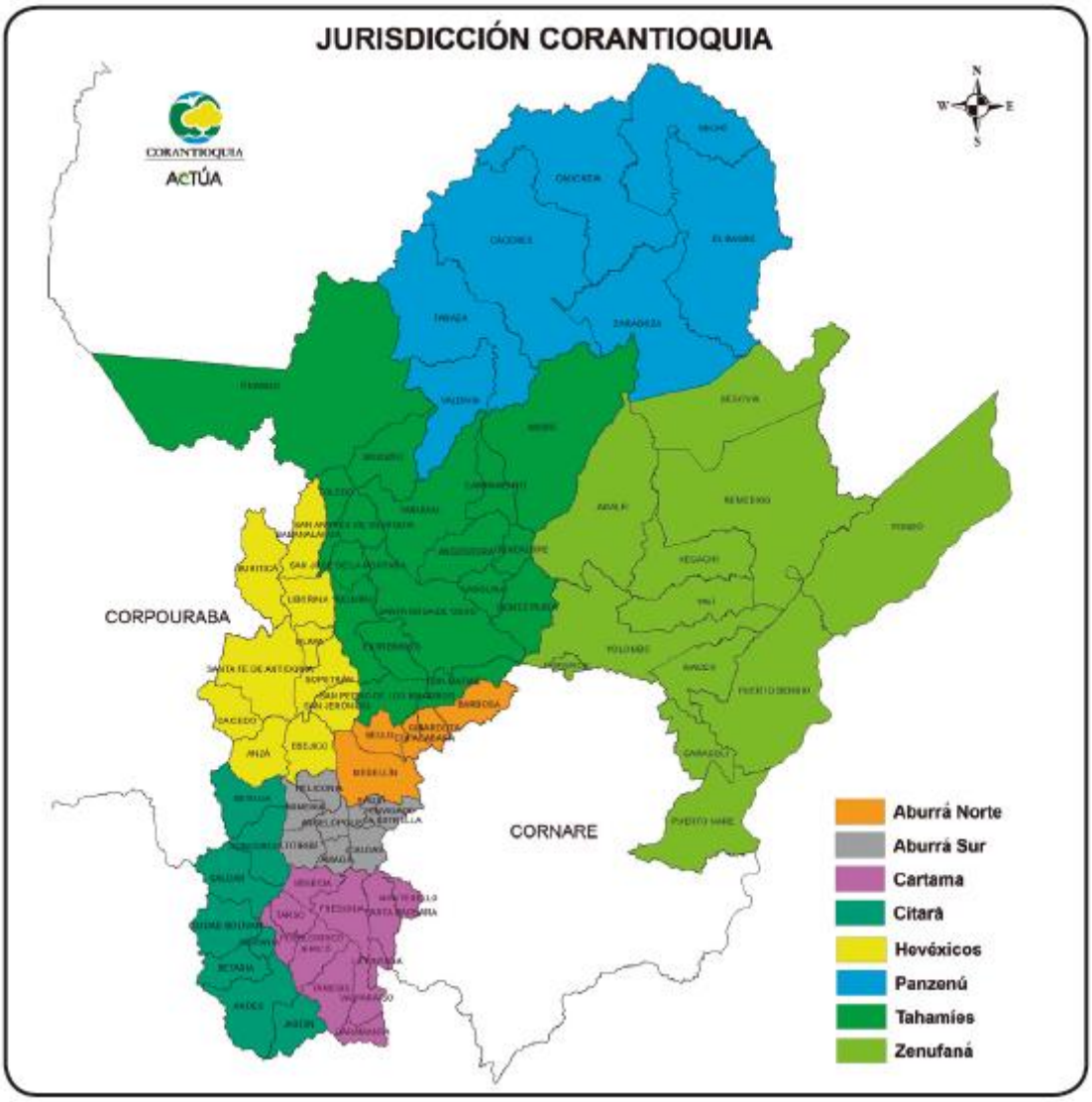
Se estructuro en tres ejes temáticos: Hábitat natural y ruralidad, educación y participación social y desarrollo urbano; ocho líneas estratégicas y 21 programas, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 96. Estructura del Plan Regional para el Cambio Climático de Corantioquia.

Eje Temático		Línea Estratégica	Programa
I	Hábitat natural y ruralidad	1. Gestión de ecosistemas y sus servicios de regulación y aprovisionamiento	1. Regulación de recursos hídricos para el sostenimiento de los ecosistemas. 2. Gestión integral del recurso hídrico
		2. Gestión de ecosistemas y sus servicios culturales y de apoyo	3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos 4. Hábitat humano
		3. Sector agropecuario y forestal resiliente al cambio climático	5. producción agrícola resiliente y baja en emisiones GEI. 6. Conservación, protección y regulación de ecosistemas y sus servicios ambientales.
II	Educación y participación social	4. Comunicación y participación comunitaria	7. Comunicación y divulgación en cambio climático para la toma de decisiones. 8. Participación comunitaria para el desarrollo humano y sostenible en contextos de cambio climático
		5. Educación ambiental en cambio climático	9. Educación ambiental para tomadores de decisiones y comunidades frente al cambio climático 10. Educación de las comunidades étnicas en cambio climático 11. Formación Tecnológica, Profesional y/o Especializaciones sobre cambio climático 12. Apoyo a la investigación para la construcción colectiva del conocimiento en cambio climático.
III	Desarrollo urbano	6. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo en las dinámicas del cambio climático	13. Acciones para la reducción del riesgo frente al cambio climático. 14. Gestión del conocimiento del riesgo en el territorio frente al cambio climático 15. Preparación para el manejo del riesgo frente a los cambios en la variabilidad climática
		7. Energía y transporte para el desarrollo sostenible	16. Transición y eficacia energética para el desarrollo sostenible 17. Transporte bajo en carbono
		8. Infraestructura y vivienda ante el cambio climático	18. Infraestructura preparada para el cambio climático 19. Gestión integral de residuos sólidos y líquidos 20. Vivienda adaptada al cambio climático. 21. Eficiencia energética en viviendas

Fuente: (PRCC, 2017)

Ilustración 51. Jurisdicción de Corantioquia y distribución administrativa en ocho sedes territoriales.



Fuente: (PRCC, 2017)

En la jurisdicción de Corantioquia se encuentran representados 49 de los 311 ecosistemas presentes en Colombia, los ecosistemas naturales ocupan la tercera parte del territorio y los ecosistemas transformados el restante.

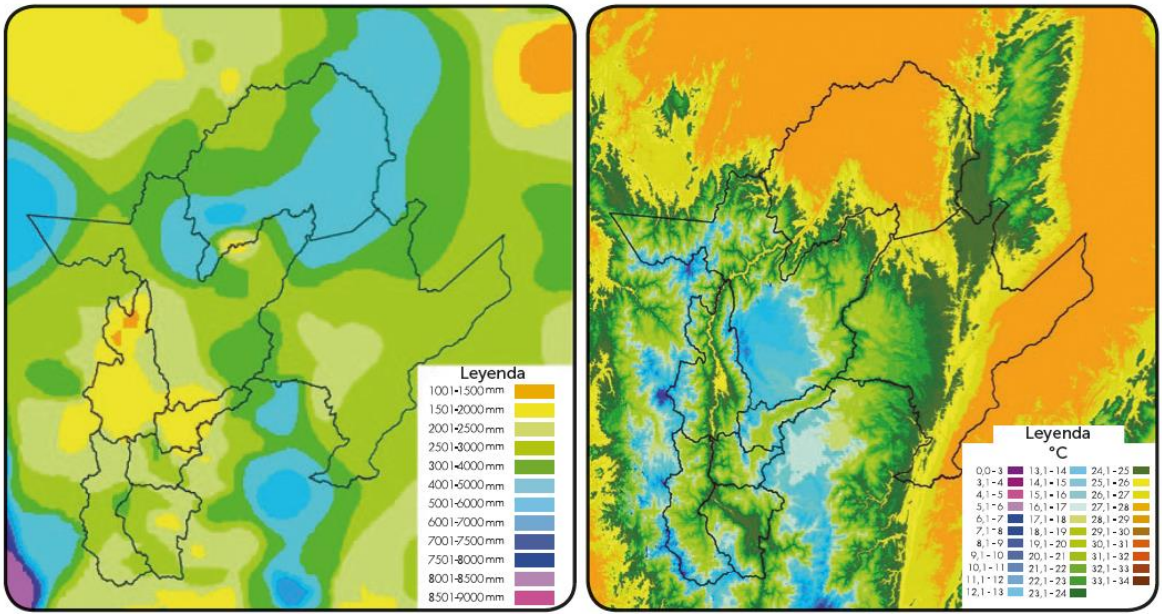
2.2.12.2.2. Condiciones climáticas en Corantioquia

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el territorio bajo jurisdicción de Corantioquia se encuentra influenciado por cuatro regiones hidro climáticas: la del Medio Cauca – Alto Nechí, la del Magdalena Medio, la del Sinú – San Jorge – Bajo Nechí – Urabá y en una franja muy pequeña por la del Bajo Magdalena.

La temperatura promedio anual en Aburrá Sur varia en 2501 y 4000 milímetros, en cuanto a la temperatura varía entre los 16.1 ° C hasta los 21 °C, estas variedades en las condiciones climáticas permiten tener gran variedad de

ecosistemas y de servicios que de ellos se derivan. A continuación, se muestran los rangos de variación de la precipitación (mm/año) y la temperatura en °C para la jurisdicción de Corantioquia.

Ilustración 52.Distribución espacial de las lluvias (izquierda) y la temperatura (derecha) en jurisdicción de Corantioquia. fuente: citar PCCR



Fuente: (PRCC, 2017)

2.2.12.2.3. Vulnerabilidad y riesgos ante el cambio climático

La exposición y la vulnerabilidad ante los eventos climáticos determinan que tan factible es que sucedan desastres y sus diferentes impactos sobre la población y la economía, estos están determinados por los patrones de desarrollo y asentamiento. El riesgo de desastres se incrementa con el cambio en la intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos, por lo cual es de suma importancia incluir la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en procesos de desarrollo, ya que son complementarios y tiene como objetivo reducir el riesgo a eventos climáticos, que se logran mediante la reducción de la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades y ecosistemas.

Las emergencias registradas por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD en Colombia, están fuertemente relacionadas con los fenómenos El Niño, La Niña y los ciclones tropicales. El fenómeno de La Niña se caracteriza por el incremento de las lluvias; el fenómeno El Niño se caracteriza por el aumento de la temperatura, la intensidad y la frecuencia de estos fenómenos podrían aumentar con el cambio climático, por lo que es importante diseñar e implementar acciones sectoriales y territoriales que conduzcan a un mejor conocimiento y reducción del riesgo asociado al cambio y la variabilidad climática.

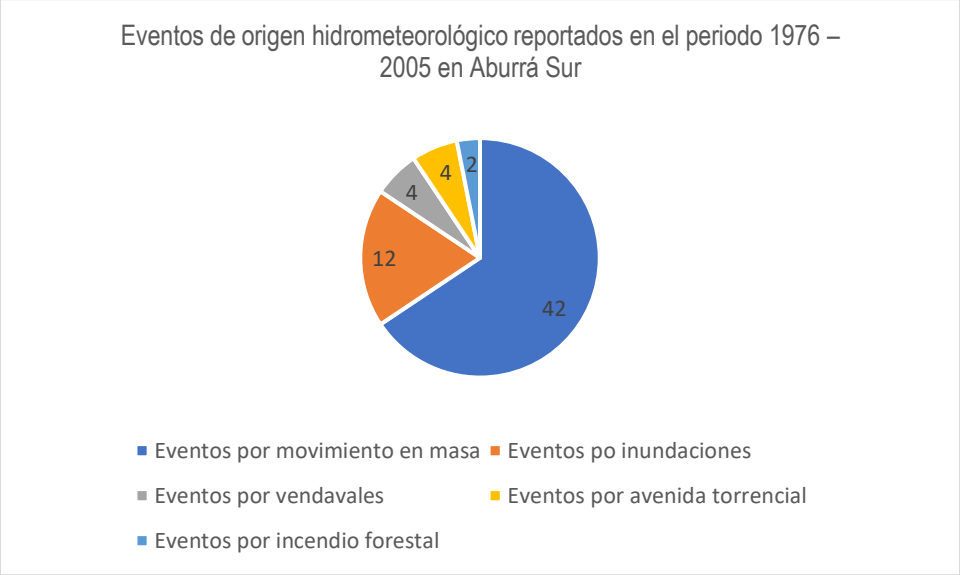
Los eventos de origen hidrometeoro lógico reportados en el periodo 1976 – 2005 en Aburrá Sur, que comprende el municipio de Caldas es el siguiente:

Tabla 97. Cantidad de eventos de origen hidrometeoro lógico reportados en el periodo 1976 - 2005 en Aburrá Sur.

Territorial	Eventos por movimiento en masa	Eventos por inundaciones	Eventos por vendavales	Eventos por avenida torrenciales	Eventos por incendio forestal
Aburrá Sur	42	12	4	4	2

Fuente: (PRCC, 2017)

Ilustración 53. Eventos de origen hidrometeorológico reportado en el periodo 1976 - 2005 Aburrá Sur. Fuente: elaboración propia, basado en información de tabla 14.



Fuente: (PRCC, 2017)

De acuerdo con el consolidado de emergencias reportadas para el periodo 1976 - 2005, los movimientos de masa y las inundaciones fueron las principales emergencias registradas, asociados a excesos de lluvias, seguido por los eventos no asociados directamente a exceso o incremento de lluvias son los vendavales y los incendios forestales en menor proporción.

La vulnerabilidad al cambio climático es el nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Para valor la vulnerabilidad de los factores se definió una escala numérica de tres categorías distribuida en intervalos para facilitar su análisis: baja de 1 a 1,69; media de 1,70 a 2,13 y alta de 2,14 a 3 y estos asociados a cada una de las variables. A continuación, se muestra los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad con sus respectivas variables y criterios de valoración para la territorial Aburrá Sur, que comprende el municipio de Caldas, con su respectivo rango de vulnerabilidad (Bajo, Medio, Alto).

Tabla 98. Análisis de vulnerabilidad poblacional para Aburra Sur.

Tipo de Vulnerabilidad	Descripción variable analizada	Aburrá Sur
Social	Grado de relación entre las organizaciones comunitarias e instituciones municipales	Media
	Nivel de organización de las comunidades	Media
	Participación	Baja
Institucional y Económica	EMRE – Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias	Media
	Fondo de gestión del riesgo	Baja
	Acceso a los servicios públicos	Baja
	Capacidad de respuesta	Media
	Plan de emergencia y contingencia	Media
Ambiental	Condiciones de los recursos naturales no renovables	Baja

Tipo de Vulnerabilidad	Descripción variable analizada	Aburrá Sur
	Calidad del agua sobre fuentes de abastecimiento	Media
	Deforestación	Media
	Condiciones de los recursos naturales renovables	Baja
	Disponibilidad del agua	Baja
	Infraestructura para el abastecimiento de agua	Baja
Física	Localización de infraestructura respecto a zonas de retiro	Alta
	Características geológicas	Alta
	Antigüedad de la edificación	Alta
	Materiales de construcción	Media

Fuente: (PRCC, 2017)

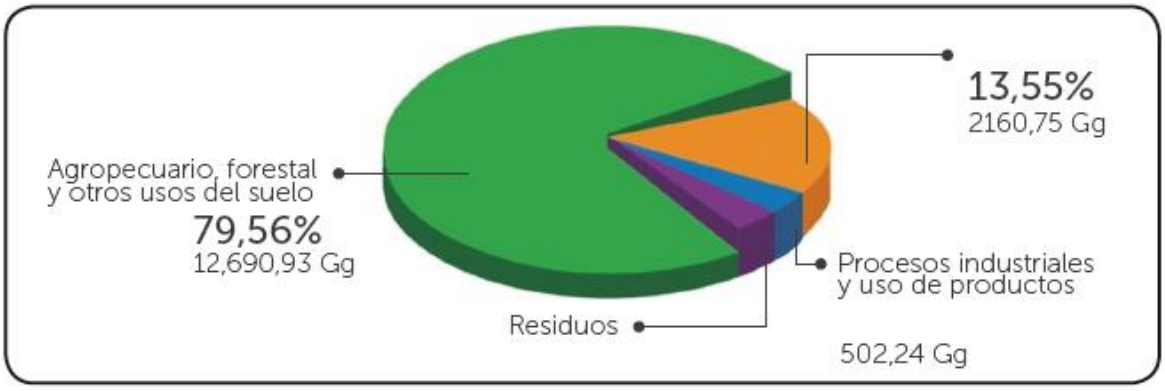
La territorial Aburrá Sur presento vulnerabilidad social media asociado a la relación entre organizaciones comunitarias e institucionales municipales y la organización de las comunidades y baja en participación; en cuanto a la vulnerabilidad Institucional y Económica, la territorial presento una calificación Media en cuanto a EMRE, capacidad de respuesta y plan de contingencia, obtuvo una calificación baja fondo de gestión del riesgo y acceso a los servicios públicos. La vulnerabilidad ambiental obtuvo una calificación baja en condiciones de los recursos naturales no renovables, infraestructura para el abastecimiento de agua y disponibilidad de agua, una calificación media en calidad del agua sobre fuentes de abastecimiento y deforestación; finalmente, la calificación de la vulnerabilidad física es alta en la localización de infraestructura respecto a zona de retiro, características geológicas y antigüedad de edificación y media en materiales de construcción.

2.2.12.2.4. Emisiones de GEI en la jurisdicción de Corantioquia.

Para el cálculo de las emisiones de GEI en la jurisdicción de Corantioquia se siguió la metodología por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático IPCC versión del año 2006, la cual divide el cálculo de las emisiones en los siguientes módulos, según en cómo se genera y emite cada GEI: módulo de energía contabiliza las emisiones provenientes de combustión de combustibles para energía mecánica o térmica, el módulo de procesos industriales y uso de productos contabiliza las emisiones debidas a reacciones químicas y el uso de sustancias industriales y domesticas; el módulo agropecuario, forestal y otros usos del suelo contabilizan las emisiones provenientes del sector ganadero debida a los animales y sus excretas, fertilización del suelo, la deforestación y cambios en la composición fisicoquímica y biológica del suelo.

Las emisiones brutas calculadas para las fuentes naturales y actividades socioeconómicas en la jurisdicción de Corantioquia ascendieron en el año 2010 a 15.952 Gd de CO_{2eq}, el cual equivale a 15,95 millones de toneladas de CO_{2eq},a continuación, se muestra las emisiones brutas de GEI para cada uno de los módulos anteriormente mencionados.

Ilustración 54.Emisiones brutas de CO2eq (Gg/año) por módulo IPCC en jurisdicción de Corantioquia 2010.

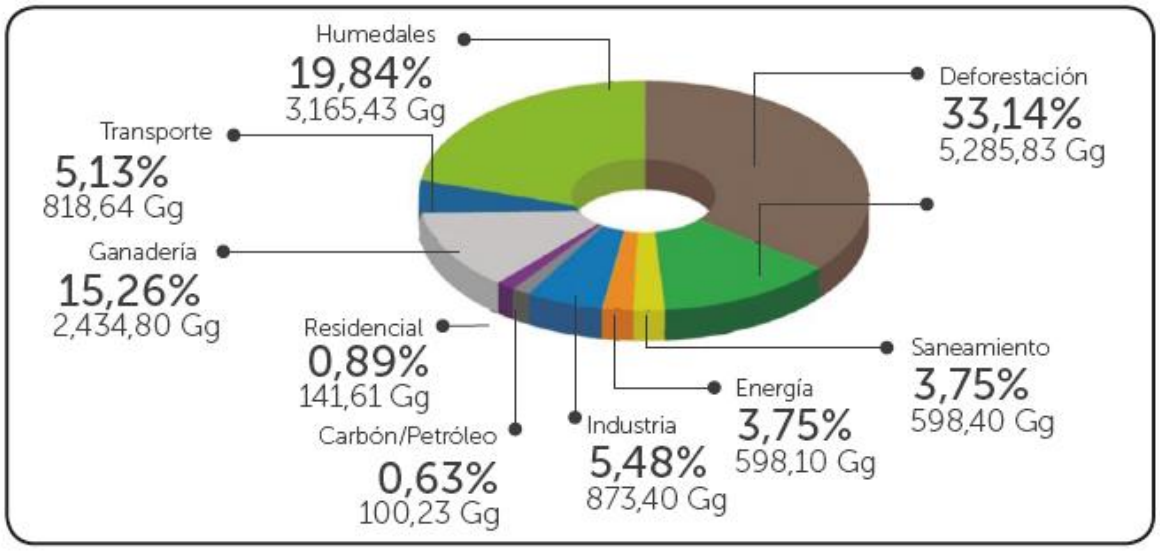


Fuente: (PRCC, 2017)

Se generaron mayores emisiones brutas en el módulo agropecuario, forestal y otros usos del suelo con 12.691 Gg CO_{2eq} con el 79,6% debidas principalmente a la deforestación y la ganadería, en segundo lugar las emisiones del módulo de Energía con 2.161 Gg CO_{2eq} con el 13,5% que son causadas principalmente por el consumo de combustible en el parque automotor y en la producción de electricidad, en tercer lugar las emisiones por Residuos y saneamiento con 598 Gg CO_{2eq} con el 3,8% y finalmente las emisiones por procesos industriales con 502 Gg CO_{2eq} con el 3,1%.

A continuación, se presentan los diferentes tipos de fuentes de emisiones de GEI en la jurisdicción de Corantioquia, en las cuales se consideran las fuentes naturales y actividades socioeconómicas, las emisiones de humedales se consideran fuentes naturales y no son mitigable, pero se calcularon porque su volumen es importante. En primer lugar, la deforestación, ganadería y sector agrícola generaron mayor proporción de emisiones GEI.

Ilustración 55.Fuentes de emisiones de GEI en jurisdicción de Corantioquia.



Fuente: (PRCC, 2017)

Además, se presenta la distribución de las emisiones de los módulos en la territorial Aburrá Sur, que contiene el municipio de Caldas:

Tabla 99. Emisiones por modulo para la territorial Aburrá Sur.

Modulo	Territorial	Emisiones totales (Gg Co2eq /año)
Energía	Aburrá Sur	344
Procesos Industriales y Uso de Productos	Aburrá Sur	27.47
Agropecuario, Forestal y Otros Usos del Suelo	Aburrá Sur	347,63
Residuos y Saneamiento	Aburrá Sur	112,03

Fuente: (PRCC, 2017)

2.2.12.2.5. Gestión de Ecosistemas en escenario de Cambio Climático en el municipio de Caldas.

La gestión de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos permite afrontar el cambio climático, tanto en la adaptación al mismo como en el aporte hacia la mitigación que puede realizarse en el territorio, esto implica gestionar los demás limites planetarios y una forma de realizar dicha gestión es por medio de estrategias de Adaptación basadas en Ecosistemas (AbE).

La AbE es el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral de adaptación, que permite ajustarse a los efectos del cambio climático. Al promover el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas, la AbE está alineada con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), la Convención sobre los Humedales (Convención de Ramsar), la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (DNUDPI) y el Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB. A continuación, se presenta la gestión de ecosistemas en el municipio de Caldas.

- Páramos: su valor estratégico es basado en su importancia hídrica, en el alto grado de endemismo de especies vegetales y fanáticas y si restringida distribución a nivel mundial.

Tabla 100. Gestión de Paramos en Caldas.

Complejo	Páramo	Localización - Municipio	Precipitación media anual (mm/año)	Temperatura media anual (°C)	Coberturas
Cerros Metropolitanos	Alto de San Miguel	Caldas	2.390 – 2.411	12	Bosques densos y pastos enmalezados

Fuente: (PRCC, 2017)

- Áreas protegidas: encargada de articular las iniciativas de conservación de nivel regional y local dentro de un sistema que permita atender las necesidades de conservación de la biodiversidad y asegurar para las generaciones presentes y futuras la oferta de bienes y servicios ambientales.

Tabla 101. Gestión de Áreas Protegidas en Caldas y Aburrá Sur.

Categoría de Manejo del Área Protegida Regional	Nombre	Ubicación	Área (ha)
Reserva Forestal Protectora	Alto de San Miguel	Aburrá Sur: Caldas	1.622
Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables	Divisoria de Aguas Aburrá – Río Cauca	Aburrá Sur: La Estrella, Amagá, Angelópolis, Caldas, Heliconia, Itagüí.	28.015

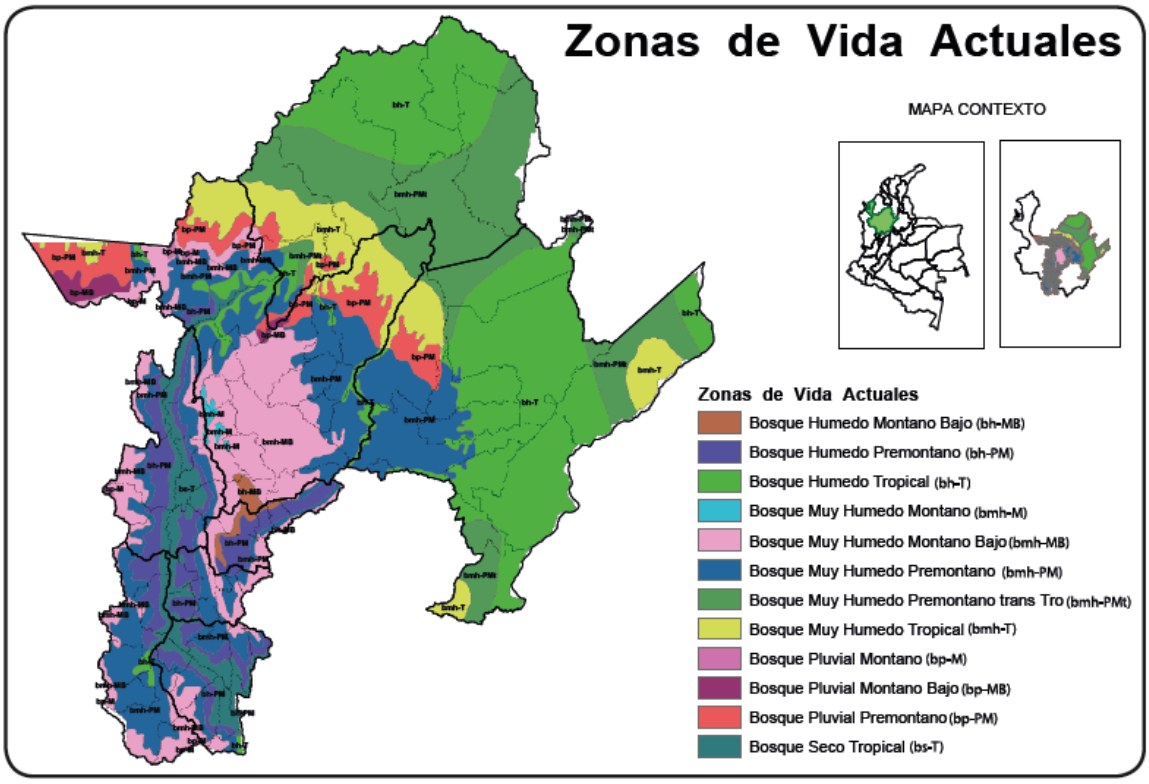
Fuente: (PRCC, 2017)

2.2.12.2.6. Impactos del cambio climático en los ecosistemas de la jurisdicción al 2040 - Zonas de vida de referencia:

Se calcularon las zonas de vida de referencia en la jurisdicción de Corantioquia en base en los análisis climáticos del periodo 1976 – 2005 desarrollados por el IDEAM (2015) en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. A continuación, se muestran las zonas de vida actuales.

Para el municipio de Caldas, las zonas de vida son Bosque Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) y Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-PM).

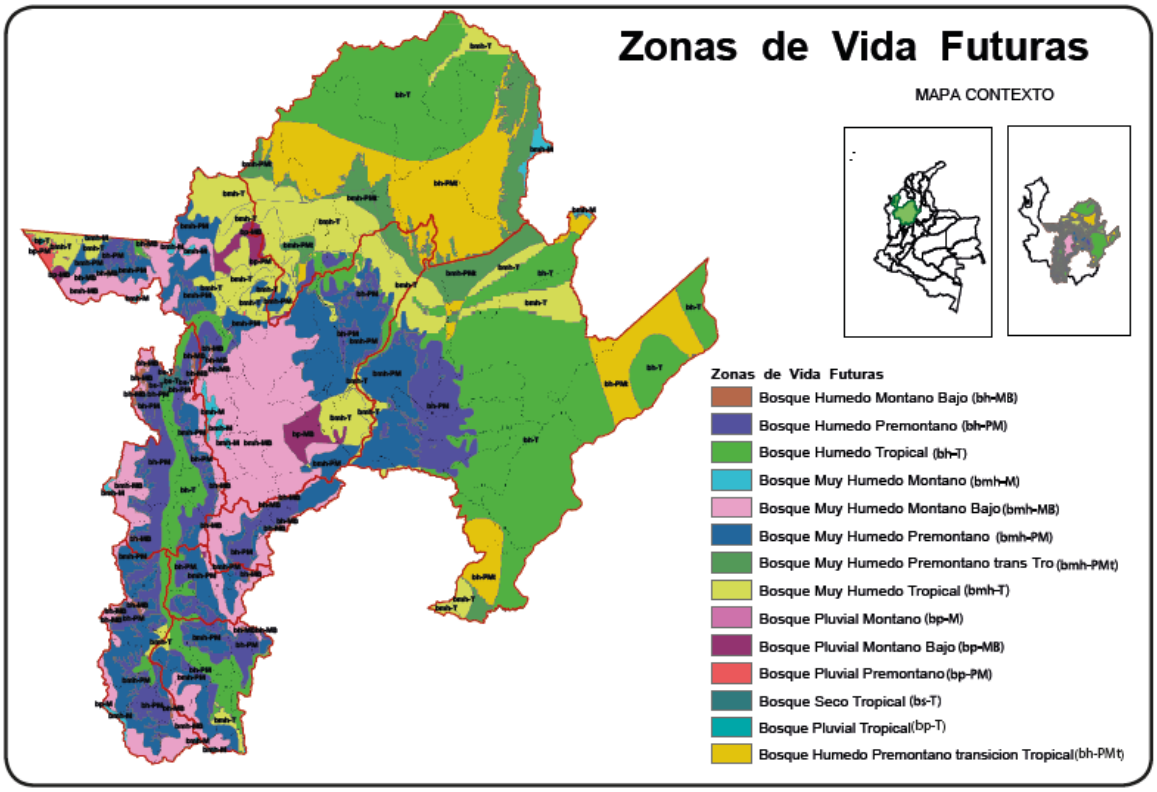
Ilustración 56.Zonas de vida actuales en jurisdicción de Corantioquia.



Fuente: (PRCC, 2017)

En base a las zonas de vidas actuales desarrollado por el IDEAM (2015), se define como puede cambiar la lluvia y la temperatura entre los años 2011 y 2040, comparado con lo que se ha medido durante los años 1976 – 2005, se estimaron las condiciones en las zonas de vida proyectadas a dicho periodo, lo cual se muestra a continuación:

Ilustración 57.Zonas de vida proyectadas a 2040 en la jurisdicción de Corantioquia, en base a las zonas de vidas actuales, los escenarios de precipitación y temperatura del IDEAM.



Fuente: (PRCC, 2017)

Mediante el análisis comparado entre las zonas de vidas actuales y las zonas de vida proyectadas con los cambios esperados en el clima, se encontró que se podrá presentan modificaciones importantes para 2040. Las variaciones en la precipitación en Aburrá Sur oscilan entre -9 y 20%, en el cual se conserva la zona de vida en el municipio de Caldas (Bosque Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) y Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-PM).

2.2.13. Plan Integral de Cambio Climático – PICCA:

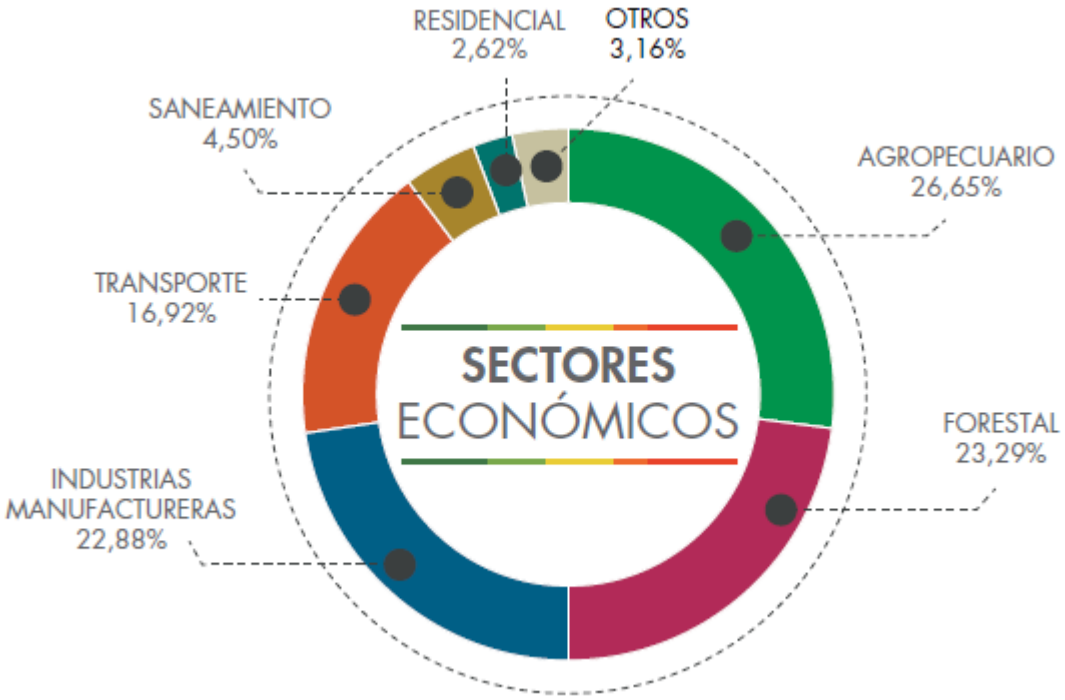
El Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (PICCA) se formuló entre el mes de noviembre de 2017 y el mes de junio de 2018, a través de un convenio de cooperación internacional suscrito entre la Gobernación de Antioquia y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El PICCA toma en consideración las directrices nacionales de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) e integra los cuatro Planes Regionales de Cambio Climático (PRCC) formulados por las autoridades ambientales del departamento de Antioquia.

El Plan Integral de Cambio Climático es una herramienta guía para dar respuesta a los desafíos del cambio climático en el territorio, coordinando acciones territoriales e intersectoriales de mitigación y adaptación, reconociendo las particularidades de las 9 subregiones del departamento. Su visión para el año 2030 con 66 medidas de adaptación y mitigación para cada una de las líneas estratégicas, transversales y de gobernanza, para los cuales se establecen las acciones y metas a corto (2018-2019), mediano (2020-2026) y largo plazo (2027-2030). Además, como parte integral

del PICCA se tiene el Plan Regional para el Cambio Climático en la jurisdicción de Corantioquia, el cual fue formulado en el año 2017 por las autoridades ambientales con jurisdicción en el municipio de Caldas. Y el Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – PAC&VC 2019 – 2030.

El perfil de emisiones de GEI del departamento de Antioquia fue construido a partir de los datos de la TCNCC, siendo el departamento un gran responsable de las emisiones de GEI del país (22,94 MTon CO2eq), y a su vez el gran responsable de las absorciones (-9,99 MTon CO2eq), lo que representa un tercer lugar en las emisiones de GEI netas (emisiones – absorciones) a nivel nacional, dichas emisiones se deben en gran parte al sector industrial manufacturero, el sector AFOLU moldea la dinámica rural y a su vez las emisiones brutas están asociadas a cambios de coberturas arbóreas para la actividad agropecuaria principalmente. A continuación, se muestran las emisiones de GEI de Antioquia.

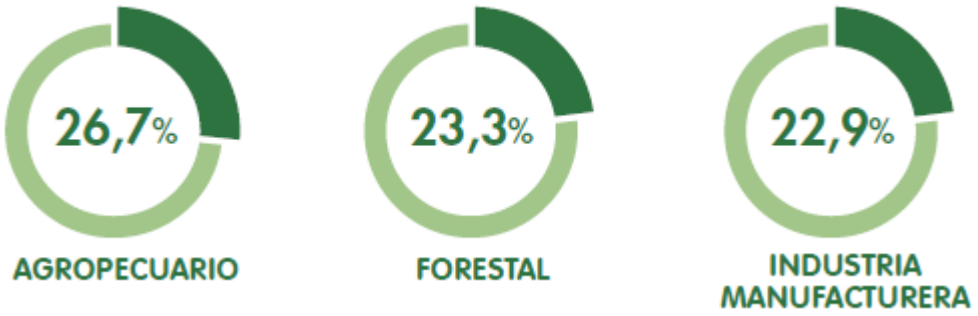
Ilustración 58.Emisiones de GEI en los sectores económicos del departamento de Antioquia.



Fuente: (Plan Integral de Cambio Climatico de Antioquia, Gobernación de Antioquia)

En Antioquia las emisiones de GEI se presentan principalmente en los siguientes sectores económicos (agropecuario, forestal e industria manufacturera).

Ilustración 59. Emisiones de GEI en el sector económico de Antioquia.



Fuente: (Plan Integral de Cambio Climatico de Antioquia, Gobernación de Antioquia)

El sector agropecuario es el mayor aportante en emisiones de GEI del departamento, a causa de la fermentación entérica y la renovación de cultivos permanentes con 6,1 MtonCO2eq, así mismo, presenta las mayores absorciones con -6,1 MtonCO2eq, las cuales son dadas por los cultivos de café. El Valle de Aburrá es la subregión que menores índices muestra con relación a cantidad de ganado, silvopastoreo y es la subregión que menor área tiene en pastos. No obstante, es la regional más importante en producción avícola y la segunda a nivel porcicola.

El sector forestal es el segundo mayor emisor de GEI con 5,3 Mton CO2eq, pero también el segundo sector con mayores absorciones con -3,9 MtonCO2eq. La deforestación por cambio de bosque natural convertido en arbustales – vegetación secundaria y pastizales son el principal foco de emisiones de GEI. Antioquia ocupa el cuarto lugar a nivel nacional de deforestación, siendo los dos principales causantes de los procesos de praderización, ganadería y extracción ilícita de minerales.

El sector industria manufacturera genera las emisiones de GEI por la quema de combustible para autogeneración de electricidad, generación de vapor y otros procesos de producción industriales, también la transformación de materia prima del Departamento. La principal empresa del Departamento se encuentra ubicadas en el Valle de Aburrá, donde se deben priorizar las medidas de mitigación. En esta subregión del país, se registra aproximadamente el 84,5% de las empresas, lo que lo hace el principal generador de emisiones de GEI, los consumos de energía eléctrica y gas a nivel urbano en el valle de Aburrá son los más representativos con un 70% y 95% respectivamente.

El PICCA propone la siguiente herramienta guía para dar respuesta a los desafíos del cambio climático en el territorio y coordinar las acciones territoriales e intersectoriales de mitigación y adaptación, reconociendo las particularidades de los nueves subregiones del Departamento.

Tabla 102. Medidas del PICCA por línea estratégica.

Líneas estratégicas	Medida del PICCA
Desarrollo agropecuario resiliente	1. Producción agroecológica y economía rural comunitaria adaptada al cambio climático. 2. Mesas técnicas agroclimáticas 3. Sistemas silvopastoriles para la producción de carne bovina y leche 4. Estrategia de adaptación para el cultivo de café 5. Estrategia de adaptación para el cultivo de banano y plátano 6. Estrategia de adaptación para cultivos permanentes 7. Estrategia de adaptación para cultivos transitorios 8. Estrategia de adaptación para la actividad de pesca 9. Estrategia de adaptación para sistemas forestales

Líneas estratégicas	Medida del PICCA
Energía y transporte resiliente	1. Superficies termorreguladoras 2. Incremento de vehículos eléctricos e híbridos en la flota de transporte publico 3. Incremento de la demanda vehículos eléctricos e híbridos en el sector privado 4. Campañas de uso de transporte masivo 5. Optimizar el sistema de transporte de carga 6. Sustitución de combustibles limpios para vehículos 7. Eficiencia energética a nivel industrial 8. Planes de energización rural 9. Movilidad activa 10. Generación de biometano en el sector agropecuario 11. Alumbrado público eficiente con tecnología LED y paneles solares 12. Reactivación del ferrocarril 13. Tratamiento térmico de residuos solidos 14. Estufas eficientes 15. Conducción verde y mejores estándares de rendimiento 16. Promover la eficacia energética y las energías renovables a nivel residencial y comercial 17. Implementación de tecnología limpias y mejores procesos industriales
Ecosistemas y sus servicios	1. Uso intersectorial eficiente del recurso hídrico 2. Protección de la cabecera de cuencas y otros ecosistemas abastecedores de agua 3. Protección y recuperación de rondas hídricas 4. Restauración de ecosistemas estratégicos 5. Manejo sostenible de la red de aguas subterráneas 6. Estrategias de adaptación utilizando la estructura ecológica principal departamental 7. Estrategias de adaptación al cambio climático de la Unidad Ambiental Costera Darién Caribe 8. Fortalecimiento de sistemas e áreas protegidas 9. Instrumentos de compensación y pago por servicios ambientales 10. Análisis de vulnerabilidad de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático 11. Parques forestales urbanos 12. Deforestación evitada 13. Protección de suelos
Competitividad regional e impulso a nuevas economías	1. Capacidades para emprendimientos sostenibles e incluyentes 2. Promover el turismo sostenible 3. Aumento de competitividad a nivel industrial, comercial y residencial 4. Impulsar un sector agropecuario competitivo, productivo y resiliente 5. Minería responsable
Desarrollo urbano resiliente	1. Aprovechamiento integral de residuos solidos 2. Rellenos sanitarios bajos en carbono 3. Construcción resistente al cambio climático 4. Puertos marítimos y ribereños sostenibles 5. Infraestructura para la movilidad sostenible y sistema de transporte publico 6. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

Fuente: (Plan Integral de Cambio Climatico de Antioquia, Gobernación de Antioquia)

Medidas por línea transversal: el objetivo principal de las condiciones habilitantes o líneas transversales del Plan es fortalecer las líneas estratégicas a través de la participación ciudadana y el desarrollo territorial, generando fortalezas en los entornos sociales para que estos comprendan la importancia y necesidad de invertir en nuevas prácticas de relación con el entorno y en generación de conocimiento puesto al servicio de la protección de la vida y el desarrollo equilibrado del territorio. A continuación, se presentan las medidas por línea transversal:

Tabla 103. Medidas del PICCA por línea transversal.

Línea	Medida PICCA
Ciencia y tecnología	1. Observatorio departamental para la Gestión Cambio Climático
Educación	2. Gestión del cambio climático para tomadores de decisión

Línea	Medida PICCA
	3. Gestión del cambio climático para comunidades y líderes locales 4. Gestión del cambio climático en la educación primaria y secundaria 5. Gestión del cambio climático en la educación superior
Ordenamiento territorial	6. Inclusión de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo en los instrumentos de planificación territorial (POT, PMOT) y de desarrollo (POD, PEM, PDD y PDM) 7. Inclusión del clima y gestión del riesgo en los instrumentos de planificación ambiental (POMCAs y POMIUAC) 8. Inclusión del clima y gestión del riesgo en los planes de vida y los planes de etno – desarrollo 9. Inclusión del clima y gestión del riesgo en la planificación de la paz (PDET y ETCR) 10. Medidas de adaptación al cambio climático en los planes municipales de salud.
Gestión del riesgo	11. Fortalecimiento del Sistema de Alertas Tempranas (SAT) 12. Fortalecimiento del conocimiento de las amenazas y el riesgo asociado al territorio 13. Construcción gris y verde para reducción del riesgo asociado a la variabilidad y cambio climático

Fuente: (Plan Integral de Cambio Climatico de Antioquia, Gobernación de Antioquia)

2.2.13.1. Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero en el Valle de Aburrá 2021.

El presente inventario de gases de efecto invernadero (GEI) se elabora en el marco del proyecto "Catalizar la implementación local de la acción climática: liberar el potencial de las ciudades", el proyecto formulado y ejecutado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por su sigla en inglés) y financiado por el Fondo Climático Internacional – ICF del Gobierno Británico a traces del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (EIS por sus siglas en ingles). El inventario de GEI fue realizado entre marzo del año 2020 y enero del año 2021, fue liderado por WWF y conto con la participación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El inventario de emisiones de gases efecto invernadero presenta los resultados sectoriales y generales de emisiones de GEI desagregados para cada uno de los diez municipios del Valle de Aburrá (entre los cuales se encuentra el municipio de Caldas), donde se identificaron los actores involucrados para cada uno de los sectores del inventario de emisiones, en los que se incluyen actores locales, regionales y nacionales (ilustración 10. Mapa de actores para la elaboración del inventario GEI).

Locales:

Alcaldías municipales del Valle de Aburrá: son las entidades encargadas de administrar los recursos de los municipios del Valle de Aburrá, dentro de los cuales, el municipio de Caldas tiene participación.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA): es la entidad administrativa de derecho público que asocia a los diez (10) municipios que conforman el Valle de Aburrá, actuando como autoridad de transporte publico metropolitano y autoridad ambiental urbana. Además, es ente articulador, planificador y de coordinación territorial, de seguridad y convivencia.

Empresas Públicas de Medellín: empresa industrial y comercial del Estado, propiedad del municipio de Medellín, la cual presta los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas por red, agua y saneamiento.

Empresas Varias de Medellín S.A.E.S.P (EMVARIAS): hace parte del Grupo EPM y es la organización encargada de la prestación del servicio público de aseo domiciliario y sus actividades complementarias en la ciudad de Medellín.

Empresas de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda. (Metro de Medellín Ltda.): empresa pública encargada de la gestión del transporte masivo de pasajeros del Valle de Aburrá.

Regionales:

Anuario Estadístico de Antioquia: el Departamento Administrativo de Planeación de la Gobernación de Antioquia publica anualmente el Anuario Estadístico de Antioquia, con el objetivo de divulgar información estadística que dé cuenta del desarrollo del departamento de Antioquia, contando con las alcaldías que lo conforman, entidades e instituciones de orden público y privado.

Plan de Ordenamiento Territorial Agropecuario (POTA): instrumento de planificación participativo, multisectorial, técnico, administrativo y político, que busca contribuir al uso sostenible de los recursos en el territorio antioqueño con el propósito de mejorar la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria y la competitividad local, regional, nacional e internacional bajo principios de responsabilidad social y sostenibilidad ambiental.

Nacionales:

Dirección Nacional de Estadística (DANE): entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): entidad pública del orden nacional, el cual controla la sanidad agropecuaria del país, aplicando medidas sanitarias y fitosanitarias.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento y produce información confiable sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente.

Interaseo S.A.E.S.P: empresa que presta el servicio público de aseo, cuidado de superficies, acueducto, saneamiento y energía en varias ciudades de Colombia.

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME): unidad administrativa especial del orden Nacional de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, que planea el desarrollo minero – energético, apoyando la formulación e implementación de la política pública, encaminando hacia el futuro sostenible.

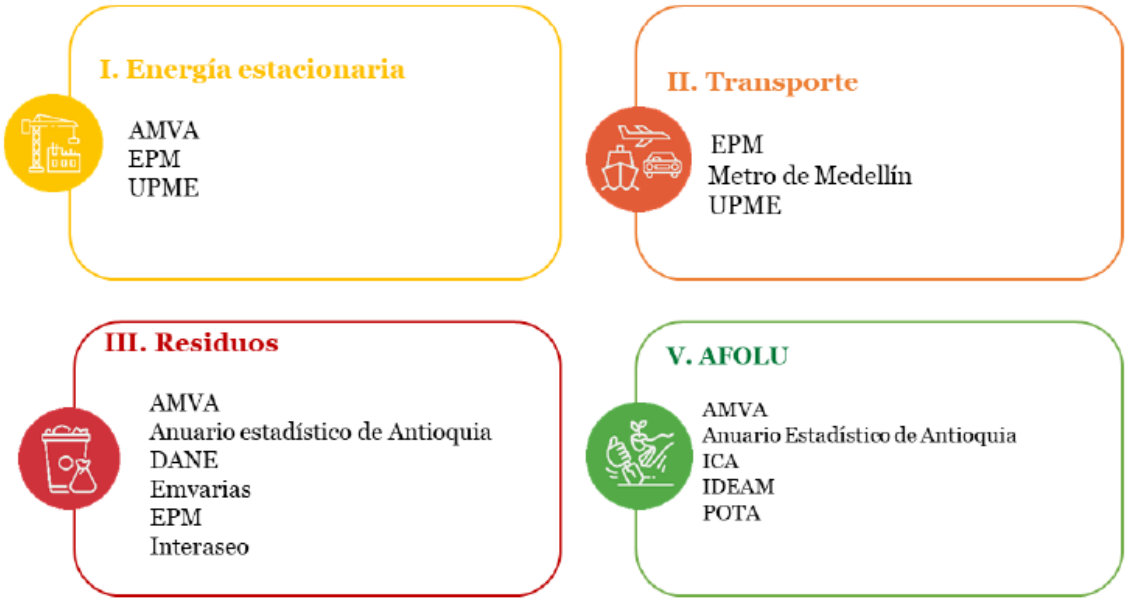


Ilustración 60. Mapa de actores para la elaboración del inventario de GEI.

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Para interpretar los resultados obtenidos en el inventario de Gases Efecto Invernadero e identificar el lugar de las emisiones, se establecen las siguientes categorías, definidas en función del lugar en donde se producen:

- Alcance 1: emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad.
- Alcance 2: emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o enfriamiento suministrado en red.
- Alcance 3: emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.

2.2.13.2. Resultados Sectoriales

2.2.13.2.2. Energía Estacionaria:

Se presentan los reportes de emisiones de CO_{2eq} para cada uno de los subsectores que componen el sector Energía Estacionaria, ellos son: edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales e institucionales, industrias manufactureras y de la construccion, industrias de la energía, agricultura, silvicultura y actividades pesqueras, y fuentes no especificadas.

Para el municipio de Caldas, las emisiones totales de CO_{2eq} del sector fueron de 29.980,24.020, 28.909 y 34.484 toneladas para los años 2016 a 2019. Las emisiones tuvieron un descenso significativo para el año

2017, y a partir del año 2018 empezaron a crecer nuevamente, dicho comportamiento se repite en todos los subsectores. Los datos anteriormente mencionados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 104. Reporte de emisiones del sector Energía estacionaria en el municipio de Caldas, 2016 -2019 (tonCO_{2eq}).

Año	Código	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5	I.6	I
	Subsector/ Alcance	Edificios residenciales	Edificios e instalaciones comerciales e institucionales	Industrias manufactureras y de la construcción	Industrias de energía	Agricultura, silvicultura y actividades pesqueras	Fuentes no especificadas	Total Energía Estacionaria
2016	Alcance 1	7.071	1.778	4.137	NO	IE	16	13.002
	Alcance 2	7.845	3.293	5.558	NO	IE	283	16.978
	Total	14.915	5.071	9.695	NO	IE	299	29.980
2017	Alcance 1	7.576	2.019	5.109	NO	IE	14	14.718
	Alcance 2	4.553	1.790	2.826	NO	IE	134	9.302
	Total	12.128	3.809	7.935	NO	IE	148	24.020
2018	Alcance 1	9.022	1.921	6.292	NO	IE	2	17.237
	Alcance 2	5.422	2.102	3.979	NO	IE	168	11.671
	Total	14.445	4.022	10.272	NO	IE	170	28.909
2019	Alcance 1	7.695	1.485	8.311	NO	IE	2	17.494
	Alcance 2	6.930	2.653	7.198	NO	IE	209	16.990
	Total	14.625	4.138	15.509	NO	IE	211	34.484

Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

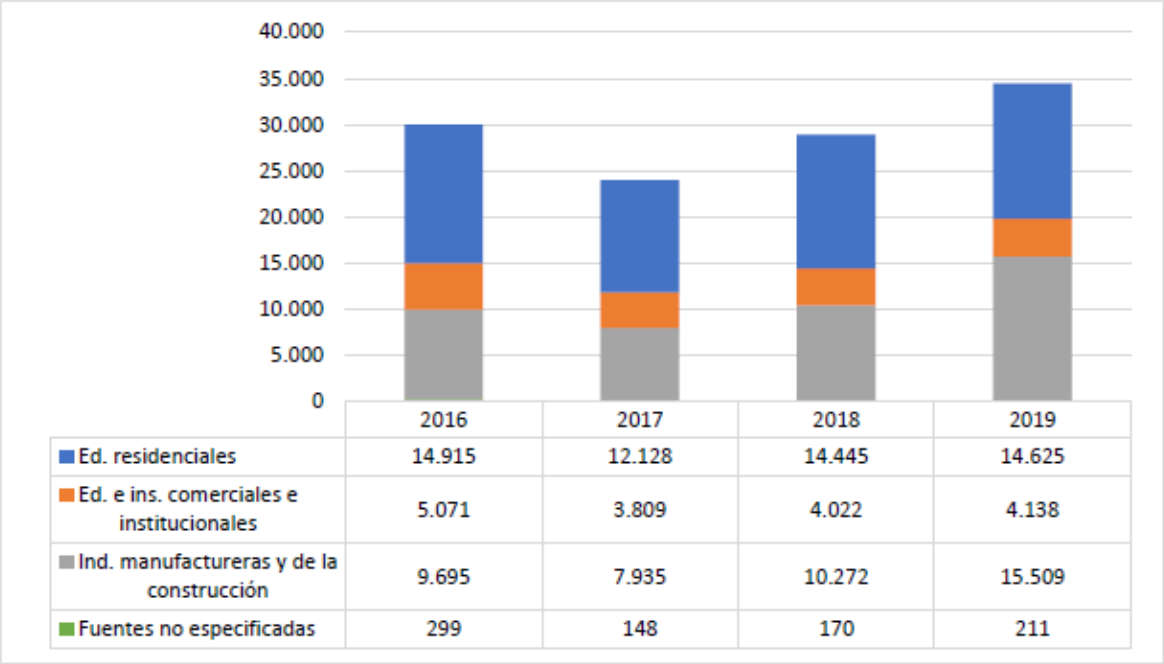
La tendencia de las emisiones se debe en gran medida a los factores de emisión para la producción de energía eléctrica, los cuales han variado significativamente en el periodo. Así mismo, la disminución de las emisiones respecto al año 2016 producidas por el uso de energía eléctrica marca la tendencia de las emisiones del sector Energía estacionaria.

La contribución de los subsectores se encontró que los edificios residenciales aportaron en promedio el 48% de las emisiones en el periodo 2016 -2019, mientras los edificios e instalaciones comerciales e institucionales contribuyeron con un 15% en promedio, las industrias manufactureras y de la construcción con un 36% y las fuentes no especificadas con un 1% aproximadamente.

El análisis por tipo de combustible del subsector industrias manufactureras y de la construcción mostro que la electricidad produjo el 45% de las emisiones de CO_{2eq} , el carbón mineral el 29%, el gas natural el 15% y el 11 % restante lo causo de GLP, pues las emisiones de la madera son despreciables.

Finalmente, en relación a la distribución de las emisiones por alcance, se encontró que en el subsector edificios residenciales, en promedio durante el periodo de análisis, el 56 % de las emisiones fueron de alcance 1 y el 44% de alcance 2; en el subsector edificios e instalaciones comerciales e institucionales el 43% fueron de alcance 1 y el 57% de alcance 2, en el subsector industrias manufactureras y de la construcción el 55% de las emisiones fueron de alcance 1 y el 45% de alcance 2, para el subsector fuentes no especificadas el 4% fueron de alcance 1 y el 96% de alcance 2.

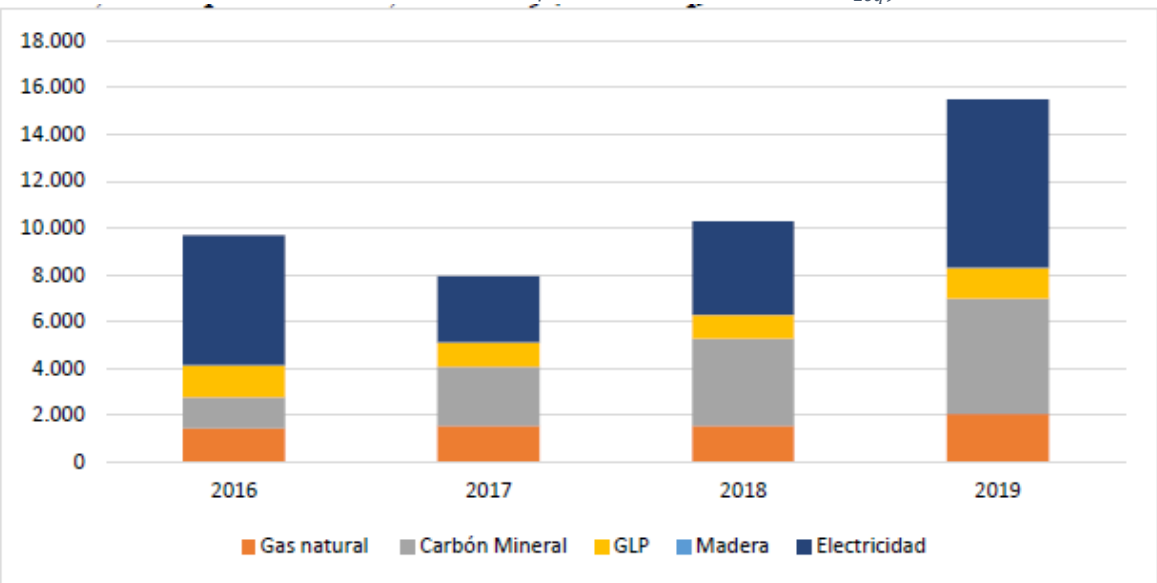
Ilustración 61. Histórico de emisiones por subcategorías del sector Energía estacionaria en el municipio de Caldas, 2016-2019 tonCO_{2eq}).



	2016	2017	2018	2019
Ed. residenciales	14.915	12.128	14.445	14.625
Ed. e ins. comerciales e institucionales	5.071	3.809	4.022	4.138
Ind. manufactureras y de la construcción	9.695	7.935	10.272	15.509
Fuentes no especificadas	299	148	170	211

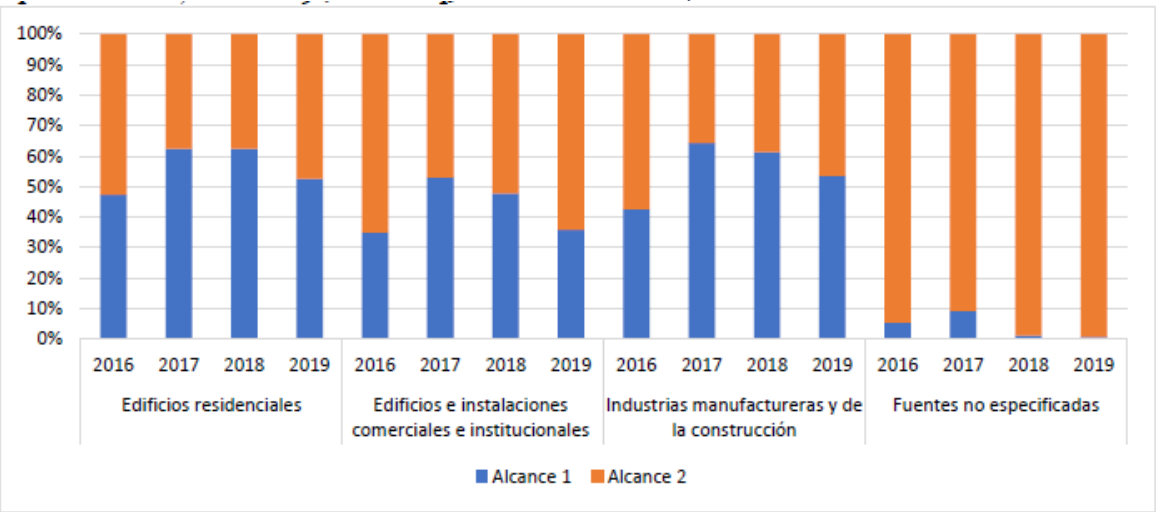
Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Ilustración 62. Histórico de emisiones por tipo de fuente energética en el subsector Industrias manufactureras y dela construcción, municipio de Caldas 2016-2019 tonCO_{2eq}).



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

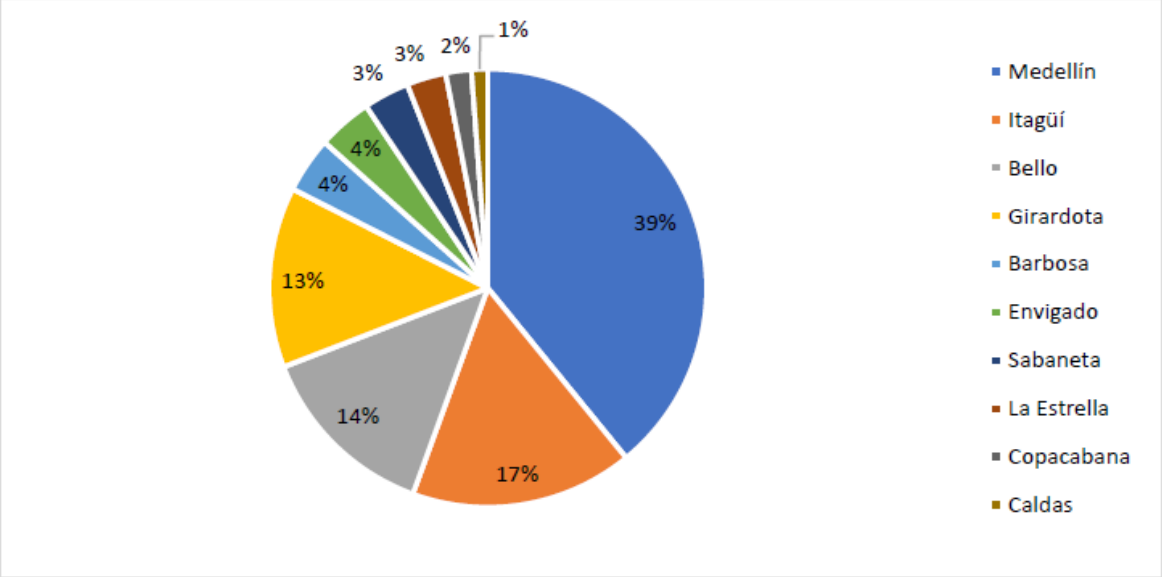
Ilustración 63. Distribución porcentual de emisiones por alcance del sector Energía estacionaria en el municipio de Caldas, 2016 – 2019 tonCO_{2eq}).



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

La contribución de cada municipio al total de las emisiones del sector Energía estacionaria se muestra a continuación, donde el municipio de Caldas aporta el 1%.

Ilustración 64. Distribución porcentual de emisiones del sector Energía estacionaria por municipio, 2016-2019.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

2.2.13.2.3. Transporte

Los subsectores que componen el sector transporte son: transporte por carretera ($II._1$), ferroviario ($II._2$), fluvial ($II._3$) y aéreo ($II._4$).

El subsector transporte por carretera, tuvo en cuenta las emisiones derivadas del uso de los combustibles gas natural, gasolina y su mezcla con alcohol carburante, diésel y su mezcla con biodiesel y energía eléctrica. Es importante aclarar que los consumos de combustibles corresponden al volumen de ventas en estaciones de servicio ubicadas en jurisdicción de cada uno de los municipios del Valle de Aburrá.
El subsector ferroviario considero el uso de energía eléctrica del sistema Metro (línea férrea, tranvía y cables). Este medio de transporte es usado por habitantes de todo el Valle de Aburrá, pero sus emisiones se contabilizaron en Medellín, ya que no se contó con información suficiente para hacer la distribución por municipio.
El subsector fluvial, esta actividad no ocurre en el municipio de Medellín, y en relación con el subsector aéreo, sus emisiones no fueron emitidas, debido a la imposibilidad de discriminar el origen y destino de los viajes del aeropuerto local Enrique Olaya Herrera y del aeropuerto internacional José María Córdova, asociados al consumo de combustibles en aeronaves.

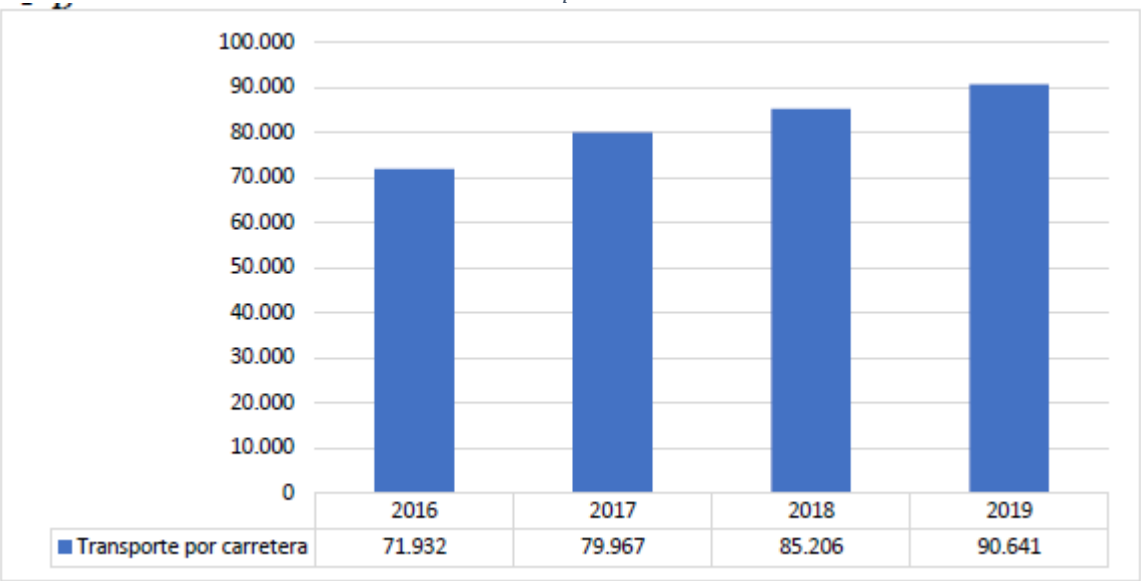
Las emisiones totales de CO_{2eq} del municipio de Caldas fueron de 71.932,79.967,85.206 y 90.641 toneladas para los años 2016 a 2019, las emisiones tuvieron un crecimiento sostenido, creciendo a tasas anuales del 11.2%, 6.6% y 6.4%. el estudio de emisiones por tipo de combustible del subsector transporte por carretera mostro que el diésel contribuye con el 80% CO_{2eq} y la gasolina aporta el 20% restante. E importante aporte del diésel puede atribuirse a actividades propias del transporte de carga, pues este municipio es la entrada y salida por la parte sur del Valle de Aburra. La contribución de los subsectores se observó que el transporte por carretera aporto el 100% de las emisiones, y todas estas emisiones fueron de alcance 1.

Ilustración 65. Reporte de emisiones del sector transporte en el municipio de Caldas 2016-2019 tonCO_{2eq}).

Año	Código	II.1	II.2	II.3	II.4	II
	Subsector/ Alcance	Transporte por carretera	Ferroviario	Fluvial	Aéreo	Total Transporte
2016	Alcance 1	71.932	IE	NO	NE	71.932
	Alcance 2	0	IE	NO	NE	0
	Total	71.932	IE	NO	NE	71.932
2017	Alcance 1	79.967	IE	NO	NE	79.967
	Alcance 2	0	IE	NO	NE	0
	Total	79.967	IE	NO	NE	79.967
2018	Alcance 1	85.206	IE	NO	NE	85.206
	Alcance 2	0	IE	NO	NE	0
	Total	85.206	IE	NO	NE	85.206
2019	Alcance 1	90.641	IE	NO	NE	90.641
	Alcance 2	0	IE	NO	NE	0
	Total	90.641	IE	NO	NE	90.641

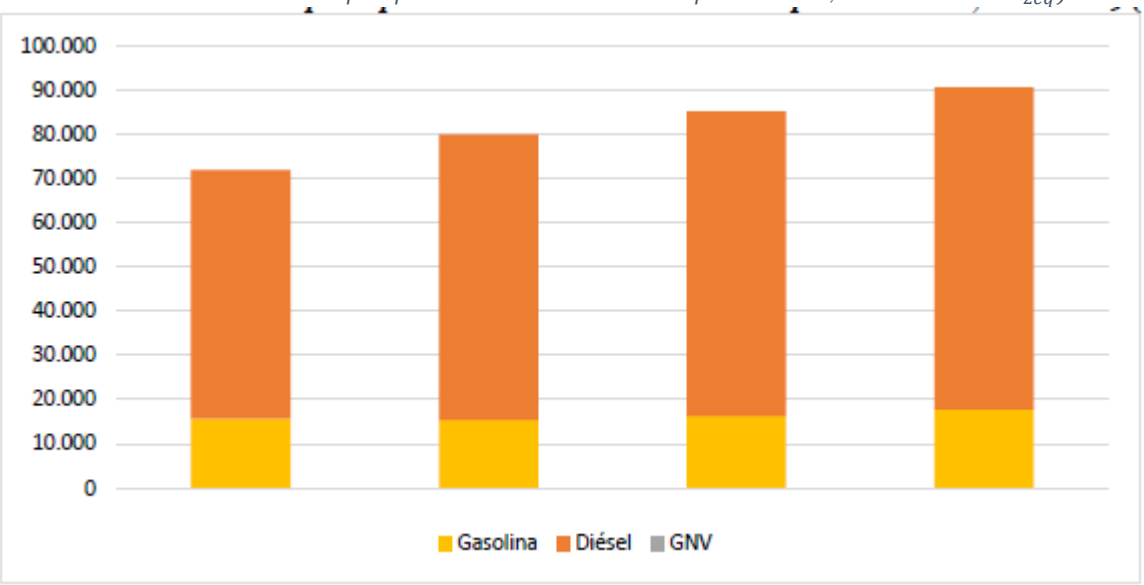
Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Ilustración 66. Histórico de emisiones por subcategoría del sector transporte en el municipio de Caldas 2016-2019 tonCO_{2eq}).



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

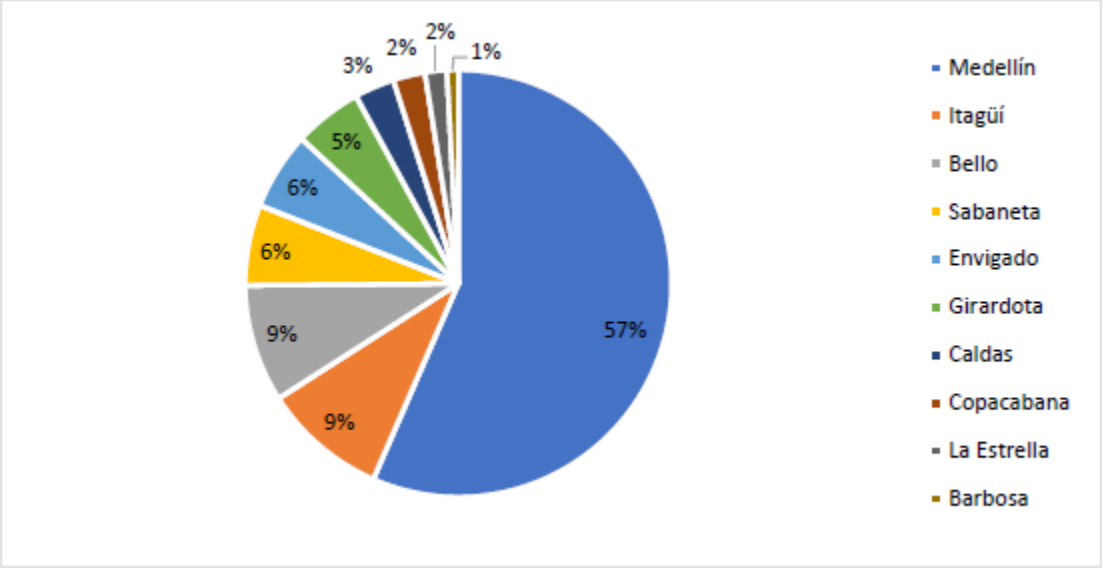
Ilustración 67. Histórico de emisiones por tipo de combustible en el municipio de Caldas, 2016 -2019 tonCO_{2eq}).



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

La contribución del municipio de Caldas al total de las emisiones del sector transporte fue del 3%, como se muestra a continuación:

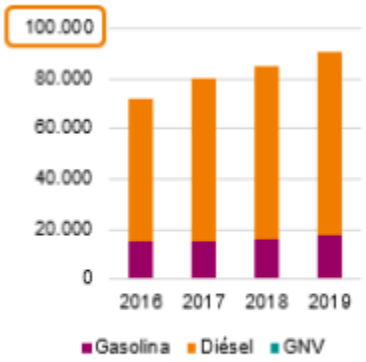
Ilustración 68. Distribución porcentual de emisiones del sector transporte por municipio 2016-2019.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Las emisiones del subsector transporte por carretera desagregadas para los combustibles gasolina, diésel y gas natural en el municipio de Caldas predominan las emisiones provenientes del uso de diésel, esto atribuido a actividades propias del transporte de carga, que usan estos municipios como centros para la distribución de mercancías hacia el interior y exterior del Valle de Aburrá.

Ilustración 69. Emisiones del subsector transporte por carretera desagregado por combustibles en el municipio de Caldas.



Fuente: (Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente, 2021)

Las condiciones geográficas del municipio de Caldas, particularmente las referentes a la alta pluviosidad y su topografía predominantemente empinada, configuran un escenario de riesgo ante el cambio climático. Ante condiciones de climas extremas, la principal manifestación para el municipio será el aumento de la susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Este aumento de susceptibilidad implica un aumento de

la amenaza, y, a menos que se tomen medidas en pro de la disminución de la vulnerabilidad del municipio, un aumento en el riesgo.

Con un clima lluvioso, como el del municipio de Caldas, los eventos climáticos extremos favorecerán la ocurrencia a olas invernales más fuertes. El aumento de la pluviosidad en un municipio con las condiciones topográficas del municipio de Caldas implica, en primer lugar, un aumento considerable en los niveles máximos de los distintos afluentes, lo cual se manifestará con inundaciones en el caso de los afluentes mayores, y como avenidas torrenciales en el caso de los afluentes menores y de zonas más empinadas topográficamente hablando. El aumento de la pluviosidad en el municipio de Caldas, una zona con un clima tropical y espesos perfiles de meteorización generará un aumento en los niveles freáticos y el porcentaje de humedad en las masas de suelo, lo cual se manifestará con la ocurrencia de múltiples movimientos en masa, principalmente en las zonas más empinadas.

El cambio climático en escenarios de menos lluvias implica principalmente un riesgo para el abastecimiento de acueductos veredales. Los acueductos del municipio se abastecen en su mayoría de los afluentes menores que discurren por las laderas del Valle de Aburrá, afluentes que podrían ver gravemente afectados sus caudales, y consecuentemente la disponibilidad de recurso hídrico, en épocas de menos lluvias intensas y/o más largas de lo acostumbradas.

El cambio climático deberá ser un elemento transversal a la planificación territorial, no solo del componente ambiental, si no, de la totalidad del presente PBOT, especialmente en los componentes relacionados a la gestión del riesgo y los servicios públicos.

La variabilidad climática son los cambios naturales del clima y el mundo está presentando una serie de cambios en el clima que no provienen de los sistemas naturales, son provocados por la acción del ser humano. Existen fenómenos que pueden generar cambios en el clima, el primero de ellos es la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) hacia la atmosfera, los cuales han aumentado su concentración en los últimos años como consecuencia de los procesos industriales y las dinámicas de la población, permitiendo el aumento al efecto invernadero en el planeta y su temperatura media global (calentamiento global).

La Corporación Autónoma Regional para el Centro de Antioquia – Corantioquia, mediante un trabajo en conjunto con la Gobernación de Antioquia y la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, presentan el Plan Regional para el Cambio Climático en la jurisdicción de Corantioquia (PRCC – Corantioquia) para poder cumplir con las responsabilidades del territorio, el cual está en constante transformación.

La línea base de emisiones de los Gases de Efecto Invernadero, clasifica las emisiones de GEI, según los cuatro módulos propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC):

1. Energía
2. Industria
3. Agropecuario, Forestal y Otros Usos del Suelo
4. Residuos (líquidos y sólidos).

De los resultados obtenidos de los GEI para el módulo de energía en la Industria Manufacturera (1 A2), se observa que la industria de fabricación de productos químicos en el territorio Aburrá Sur aporta el 31,6 % con 12 industrias registradas; en el municipio de Caldas se destaca la zona rural, ya que cuenta con 6 industrias registradas en la industria de fabricación de productos químicos.

La industria de procesamiento de minerales no metálicos en el territorio Aburrá Sur aporta el 42,9 % con 9 industrias registradas, donde se destaca el municipio de Caldas, ya que cuenta con cinco (5) industrias para el procesamiento de minerales no químicos.

Del análisis de resultados del módulo agropecuario, forestal y otros usos del suelo, se observa el cambio anual en las reservas de biomasa (CO2) para plantaciones forestales de las especies *Pinus Oocarpa, Pinus tecunumani, Pinus patula, Acacia sp y Cupresus lucitanica*, debido a la quema de madera y a la quema de leña, donde el municipio de Caldas es participe en el cambio de las reservas de biomasa (CO2). Dicha información fue reportada por el Sistema de información de oferta agropecuaria.

De las actividades que aportan en mayor proporción a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la jurisdicción de Corantioquia, es el sector de transporte, principalmente por la acción de los automóviles y los camiones de carga.

Por lo cual desde el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio se implementará los proyectos y programas establecidos en las líneas estratégicas determinadas en los diferentes planes de acción climática para favorecer el objetivo de mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la adaptación al efecto de cambio climático.

2.2.13.3. Histórico de Eventos

Para conocer la ocurrencia de procesos morfo dinámicos a nivel histórico, se extrae la información recolectada en el Informe Diagnostico del Estudio Básico de Amenazas en proceso de actualización para Caldas. En el cual se consultaron distintas bases de datos disponibles a nivel departamental y nacional, reportes de medios de comunicación, permitiendo crear un contexto del comportamiento de algunos fenómenos y su recurrencia en los últimos años. A continuación, se presenta el listado de eventos recopilados a la fecha, en el caso de movimiento en masa, inundación y avenida torrencial, para la zona urbana y rural. Para el año 2000, se presentó mayores eventos debido a las altas precipitaciones en el municipio.

Tabla 105. Reporte histórico de eventos

Evento	Fecha	Fuente	Coordenada Este	Coordenada Norte
Deslizamiento	1929-04-07	desINVENTAR		
Inundación	1952-01-04	desINVENTAR		
Flujo	1965-03-07	SIMMA	-75,640373	6,09366
Deslizamiento	1965-03-07	SIMMA	-75,628891	6,05806
Deslizamiento	1967-10-25	SIMMA	-75,599373	6,09378
Deslizamiento	1968-07-07	SIMMA	-75,628891	6,05750
Flujo	1968-07-07	SIMMA	-75,635918	6,08702
Inundación	1971-05-05	desINVENTAR		
Inundación	1971-05-09	desINVENTAR		
Flujo	1971-09-16	SIMMA	-75,637093	6,10809
Flujo	1975-08-16	SIMMA	-75,637054	6,09700
Deslizamiento	1987-08-04	SIMMA	-75,604935	6,10042
Flujo	1987-08-04	SIMMA	-75,608284	6,10928
Deslizamiento	1988-06-19	SIMMA	-75,634850	6,10033
Flujo	1988-06-19	SIMMA	-75,617081	6,08596
Deslizamiento	1988-07-01	SIMMA	-75,606064	6,10707
Deslizamiento	1990-10-24	desINVENTAR		
Flujo	1995-01-09	SIMMA	-75,635948	6,09589

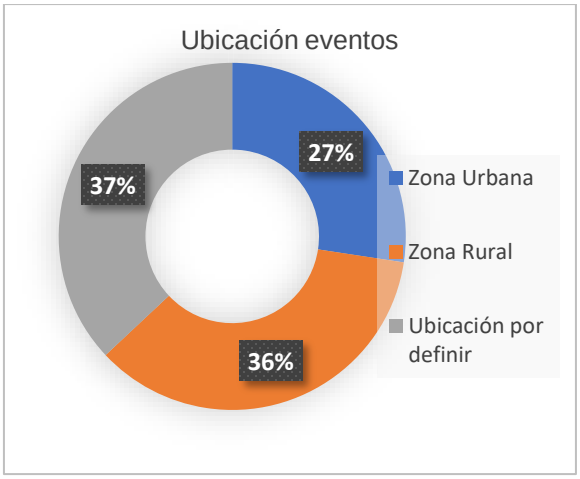
Evento	Fecha	Fuente	Coordenada Este	Coordenada Norte
Deslizamiento	1995-10-08	desINVENTAR		
Deslizamiento	1995-10-08	SIMMA	-75,631493	6,08814
Deslizamiento	1995-10-10	desINVENTAR		
Deslizamiento	1995-10-10	SIMMA	-75,616035	6,10704
Deslizamiento	1996-04-30	SIMMA	-75,611557	6,09041
Deslizamiento	1996-06-04	desINVENTAR	-75,627098	6,10035
Deslizamiento	1996-07-07	SIMMA	-75,590546	6,10600
Deslizamiento	1996-07-09	desINVENTAR		
Inundación	1997-01-22	desINVENTAR		
Deslizamiento	1998-04-03	SIMMA	-75,619347	6,10370
Deslizamiento	1998-05-02	SIMMA	-75,633781	6,11253
Deslizamiento	1998-05-05	SIMMA	-75,618179	6,08263
Deslizamiento	1998-05-12	SIMMA	-75,639191	6,06926
Deslizamiento	1998-05-17	desINVENTAR		
Deslizamiento	1998-05-28	SIMMA	-75,640381	6,09588
Deslizamiento	1998-05-28	SIMMA	-75,603783	6,08378
Deslizamiento	1998-05-30	SIMMA	-75,628212	6,10478
Deslizamiento	1998-06-09	SIMMA	-75,604950	6,10596
Deslizamiento	1998-06-09	SIMMA	-75,618256	6,10925
Deslizamiento	1998-10-25	desINVENTAR	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	1999-02-25	SIMMA	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	1999-02-26	desINVENTAR		
Deslizamiento	1999-05-03	SIMMA	-75,594978	6,10488
Deslizamiento	1999-05-28	SIMMA	-75,606056	6,10596
Deslizamiento	1999-06-08	SIMMA	-75,627083	6,09592
Deslizamiento	1999-06-08	SIMMA	-75,631554	6,10921
Deslizamiento	1999-10-08	SIMMA	-75,614891	6,09373
Deslizamiento	1999-10-22	SIMMA	-75,623787	6,10591
Deslizamiento	1999-10-25	SIMMA	-75,621567	6,10591
Deslizamiento	1999-10-25	SIMMA	-75,625999	6,10590
Deslizamiento	1999-11-21	SIMMA	-75,618141	6,06932
Deslizamiento	2000-01-09	desINVENTAR		
Deslizamiento	2000-01-09	SIMMA	-75,628891	6,05806
Deslizamiento	2000-03-04	desINVENTAR	-75,628891	6,05806
Deslizamiento	2000-06-10	SIMMA	-75,604942	6,10263
Deslizamiento	2000-06-26	SIMMA	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	2000-09-03	desINVENTAR	-75,598320	6,11153
Deslizamiento	2000-09-26	SIMMA	-75,624878	6,10036
Deslizamiento	2000-09-30	desINVENTAR	-75,629280	6,09036

Evento	Fecha	Fuente	Coordenada Este	Coordenada Norte
Deslizamiento	2001-11-03	desINVENTAR	-75,668610	6,08
Deslizamiento	2001-11-03	desINVENTAR	-75,638054	6,09444
Deslizamiento	2001-11-03	desINVENTAR	-75,654442	6,05444
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,640556	6,09167
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,641113	6,09167
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,641670	6,09528
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,635559	6,06972
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,640274	6,09194
Deslizamiento	2001-11-05	desINVENTAR	-75,639999	6,08861
Deslizamiento	2001-11-08	desINVENTAR	-75,638885	6,09139
Deslizamiento	2001-11-08	desINVENTAR	-75,641113	6,09194
Deslizamiento	2002-10-09	desINVENTAR	-75,627502	6,04945
Deslizamiento	2003-02-04	desINVENTAR	-75,649170	6,11167
Deslizamiento	2003-02-10	desINVENTAR	-75,640556	6,09639
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,641113	6,09167
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,640274	6,09222
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,638611	6,10194
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,638054	6,09778
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,637779	6,09
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,640274	6,09
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,637222	6,09167
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,638611	6,10167
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,640556	6,08528
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,640831	6,08917
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,666946	6,11667
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,639442	6,09889
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,649445	6,05917
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,649445	6,05917
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,638611	6,09389
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,639725	6,09222
Deslizamiento	2003-06-20	desINVENTAR	-75,639725	6,09222
Inundación	2003-09-27	desINVENTAR		
Deslizamiento	2004-10-11	desINVENTAR		
Inundación	2005-05-13	desINVENTAR		
Inundación	2005-10-18	desINVENTAR		
Deslizamiento	2006-01-11	desINVENTAR	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	2006-03-24	desINVENTAR	-75,613792	6,09817
Deslizamiento	2006-03-26	desINVENTAR	-75,581657	6,09715
Deslizamiento	2006-05-20	desINVENTAR	-75,610512	6,11371

Evento	Fecha	Fuente	Coordenada Este	Coordenada Norte
Deslizamiento	2008-06-10	SIMMA	-75,629303	6,09813
Deslizamiento	2008-06-10	SIMMA	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	2008-08-15	SIMMA	-75,620461	6,10592
Deslizamiento	2008-08-15	SIMMA	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	2008-08-22	SIMMA	-75,623787	6,10480
Deslizamiento	2009-02-04	desINVENTAR	-75,661392	6,00028
Inundación	2009-03-25	desINVENTAR		
Inundación	2009-05-06	desINVENTAR		
Inundación	2009-11-18	desINVENTAR		
Deslizamiento	2010-10-28	SIMMA	-75,637497	6,08972
Deslizamiento	2011-03-24	SIMMA	-75,637497	6,08972
Inundación	2011-04-12	desINVENTAR		
Inundación	2011-06-01	desINVENTAR		
Deslizamiento	2011-07-15	desINVENTAR		
Deslizamiento	2011-11-16	desINVENTAR	-75,645554	6,05750
Deslizamiento	2011-11-16	desINVENTAR	-75,628891	6,05750
Deslizamiento	2011-11-16	desINVENTAR	-75,646362	6,08320
Deslizamiento	2012-01-23	desINVENTAR	-75,635834	6,06945
Deslizamiento	2012-01-23	desINVENTAR	-75,636108	6,07
Inundación	2012-02-05	desINVENTAR		
Inundación	2012-04-23	desINVENTAR		
Deslizamiento	2012-05-07	SIMMA	-75,647224	6,06194
Deslizamiento	2012-05-09	SIMMA	-75,642242	6,08320
Deslizamiento	2012-05-09	SIMMA	-75,648888	6,059722
Deslizamiento	2015-11-11	desINVENTAR		
Inundación	2016-05-09	desINVENTAR		
Inundación	2016-12-29	desINVENTAR		
Deslizamiento	2017-04-07	SIMMA	-75,626930	6,055523
Inundación	2017-08-27	ElTiempo		
Inundación	2018-06-15	Hora13_noticias		
Deslizamiento	2018-06-15	Hora13_noticias		
Inundación	2019-04-15	Elcolombiano		
Deslizamiento	2019-06-12	SIMMA	-75,663353	6,049125
Inundación	2020-05-14	Noticiascaracol		
Indefinido	2021-03-28	Noticiascaracol		
Deslizamiento	2021-05-03	Alertapaisa		
Inundación	2021-07-30	Hora13_noticias		
Indefinido	2021-10-26	Caracolradio		

Fuente: documento diagnostico Estudio Básico de Amenaza de Caldas (2023).

Los datos del DesInventar presentan en total 73 reportes entre los años 1929 y 2019, de los cuales 57 corresponden a deslizamientos, 16 inundaciones y no hay reportes de avenida torrencial. Se logró definir que el 27% de los eventos son en la zona urbana y el 37% en la zona rural.



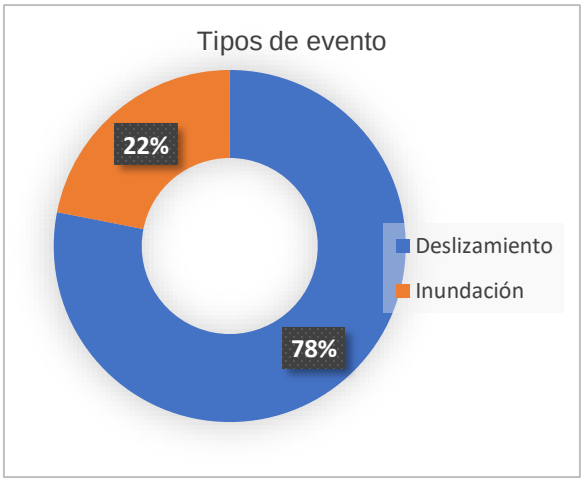


Grafico 12. Reporte de ubicación y tipo de eventos en Caldas, Según DesInventar,2021.

El Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), facilito el listado de eventos del año 2021 en la cual se cuenta con una valoración del evento, acorde con criterios AMVA; y se destaca que hay varios eventos conjuntos, inundación y deslizamiento en el mismo reporte.

Tabla 106.Reporte de eventos en Caldas para el año 2021.

	Ubicación	Evento	Nivel de Riesgo
1	Vereda Primavera, sector Los Ruices	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
2	Vereda Primavera, Escombrera Los Lagos	Movimiento en masa	Medio-alto
3	Lleno estructural La Granja, Vereda Primavera, Sector San German	Movimiento en masa	Medio-alto
4	Vereda Sinifaná, Vía Piedra Verda	Movimiento en masa	Medio-alto
5	Vereda La Clara, sector Villacandela	Movimiento en masa, inundación	Medio-bajo
6	Vereda La Salada parte alta, Escombrera San Cayetano	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
7	Vereda Salinas, sector La Montoya	Movimiento en masa	Alto
8	Vereda Salinas, sector La Antigua Estación	Movimiento en masa	Alto
9	Barrio La Inmaculada, La 50	Movimiento en masa	Alto
10	Vereda La Aguacatala, sector La Gallera	Movimiento en masa	Medio-bajo
11	Vereda La Raya, quebrada La Raya	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
12	Vereda La Corrala, sector El Bambú	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
13	Vereda La Corrala, quebrada La Corrala	Movimiento en masa, inundación	Alto

	Ubicación	Evento	Nivel de Riesgo
14	Vereda La Corrala, sector Murrapal	Movimiento en masa, inundación	Alto
15	Vereda La Miel, sector Los Monjes	Movimiento en masa	Medio-alto
16	Vereda La Chuscala, quebrada La Piedrahita	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
17	Barrio Mandalay - Quebrada El Limo	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
18	Vereda El Raizal - sector El Mango	Movimiento en masa	Medio-bajo
19	Barrio Villacapri, Morro de los posada	Movimiento en masa, inundación	Alto
20	Vereda La Valeria, frente a la cantera	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
21	Vereda La Valeria, quebrada La Curva del diablo	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
22	Vereda La Valeria, sector San Fernando	Movimiento en masa, inundación	Medio-alto
23	Vereda La Valeria, Villas de la Valeria	Movimiento en masa	Medio-bajo

Fuente: CMGRD Caldas,2021.

En este análisis se pudo ubicar de forma precisa un total de 87 eventos, de los cuales el 32% fue en la zona urbana y el 68% en la zona rural. Con un 64% deslizamiento, 34% inundación y 2% avenida torrencial.

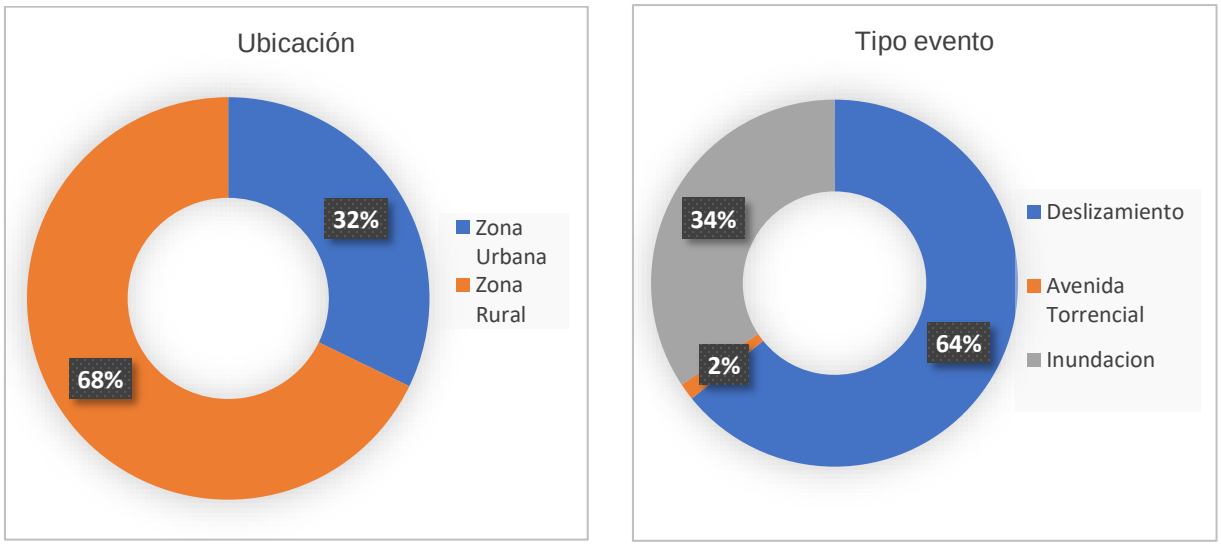


Gráfico 13.Reporte de ubicación y tipo de eventos en Caldas, según CMGRD.

2.2.14. Articulación de planes de acción climática en el territorio

Identificados los sectores que más aportes generan a la emisión de GEI, las posibles medidas y programas que el municipio podrá implementar desde el ordenamiento para mitigar las islas de calor, reducir las emisiones de GEI e incrementar los niveles de adaptación ante los efectos del cambio y la variabilidad climática son los presentados en la siguiente tabla:

Tabla 107. Acciones PBOT articulación Planes de acción climática

Plan Integral de Cambio Climático De Antioquia		Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática	Plan Regional de cambio climático		Propuestas PBOT
Líneas Estratégicas	Medidas del PICCA	Medidas de mitigación	Línea Estratifica	Programas	
Desarrollo agropecuario resiliente	1. Producción agroecológica y economía rural comunitaria adaptada al cambio climático.	7. Implementación de tecnologías limpias y de mejores procesos industriales 14. Gestión de tierras de cultivos	3. Sector agropecuario y forestal resiliente al cambio climático	5. Producción agrícola resiliente y baja en emisiones GEI	En el PBOT se definen suelos de protección para la producción, en los cuales se propone un régimen de usos que garantice el aprovechamiento sostenible de las actividades agropecuarias (sistemas agroforestales y silvopastoriles). En tal sentido, se proponen proyectos para la implementación de buenas prácticas agropecuarias; de reconversión productiva; Gestión y control integral de actividades que producen emisión de contaminación atmosférica; reglamentación de pago por servicios ambientales
	6. Estrategia de adaptación para cultivos permanentes			6. Conservación, protección y regulación de ecosistemas y sus servicios	
	7. Estrategia de adaptación para cultivos transitorios		5. Educación ambiental en cambio climático	12. Apoyo a la investigación para la construcción colectiva del conocimiento en cambio climático	
	9.Estrategia de adaptación para sistemas forestales				
Energía y transporte resiliente	5. Optimizar el sistema de transporte de carga	8. Disminuir el flujo vehicular y la congestión por medio de una gestión adecuada de la demanda 15. Infraestructura para la movilidad sostenible y activa y para la expansión del sistema de transporte público	7. Energía y transporte para el desarrollo sostenible	16. Transición y eficacia energética para el desarrollo sostenible	Se define una política de movilidad sostenible, la cual articula acciones para la promoción de la movilidad activa, sistema de ciclocaminabilidad, optimizando las secciones viales existentes. Además, propender por aumentar la cobertura de los sistemas de transporte público en el territorio supliendo las necesidades de desplazamiento de la población de una manera más sostenible, como estrategias de protección de calidad del aire. Dentro de los proyectos estratégicos de carácter metropolitana, se incluye la reactivación del ferrocarril
	6. Sustitución de combustibles limpios para vehículos				
	9. Movilidad activa			17. Transporte bajo en carbón	
	11. Alumbrado público eficiente con tecnología LED y paneles solares				
	12. Reactivación del ferrocarril				
	16. Promover la eficacia energética y las energías renovables a nivel residencial y comercial				
	17. Implementación de tecnología limpias y mejores procesos industriales				
Ecosistemas y sus servicios	2.Protección de la cabecera de cuencas y otros ecosistemas abastecedores de agua	16. Impulsar esquemas de disminución, aprovechamiento y valorización de residuos.	1. Gestión de ecosistemas y sus servicios de regulación y aprovisionamiento	1. Regulación de recursos hídricos para el sostenimiento de los ecosistemas	Teniendo en cuenta la función ecológica del municipio de Caldas, desde el PBOT se toman decisiones estratégicas al respecto, como las siguientes: - Identificación y delimitación como suelos de protección de las fuentes abastecedoras de acueductos comunitarios - Definición de suelos de protección asociadas al sistema hídrico superficial - Delimitación como suelos de protección de las áreas de recarga directa e indirecta de importancia alta, de los predios sin desarrollar. E incorporación de medidas de manejo para las áreas urbanizadas. - Definición como suelos de protección de las categorías de Conservación y Protección Ambiental del POMCA del río Aburrá y POMCA del Río Amagá. - Incorporación al PBOT de áreas
	3.Protección y recuperación de rondas hídricas				
	4. Restauración de ecosistemas estratégicos			2. Gestión integral del recurso hídrico	
	5.Manejo sostenible de la red de aguas subterráneas				
	6.Estrategias de adaptación utilizando la estructura ecológica principal departamental				
	8. Fortalecimiento de sistemas e áreas protegidas				
	9. Instrumentos de compensación y pago por servicios ambientales		2. Gestión de ecosistemas y sus servicios	3. Biodiversidad y servicios ecosistémicos	

Plan Integral de Cambio Climático De Antioquia		Plan de Acción ante el Cambio y la Variabilidad Climática	Plan Regional de cambio climático		Propuestas PBOT
Líneas Estratégicas	Medidas del PICCA	Medidas de mitigación	Línea Estratifica	Programas	
	10.Análisis de vulnerabilidad de ecosistemas bajo escenarios de cambio climático		culturales y de apoyo		protegidas y sus respectivas zonificaciones. - Identificación de la estructura ecológica principal, como herramienta para contribuir a la conectividad ecológica. - Definición de lineamientos y criterios para la gestión de los elementos de los suelos de protección ambiental
	11. Parques forestales urbanos			4. Hábitat humano	
	12. Deforestación evitada				
	13. Protección de suelos				
Competitividad regional e impulso a nuevas economías	3.Aumento de competitividad a nivel industrial, comercial y residencial 3. Aumento de competitividad a nivel industrial, comercial y residencial	7. Implementación de tecnologías limpias y de mejores procesos industriales 1. Silvicultura de bosques y urbana	6. Ordenamiento territorial y gestión del riesgo en las dinámicas del cambio climático	13. Acciones para la reducción del riesgo frente al cambio climático 14. Gestión del conocimiento del riesgo en el territorio frente al cambio climático	En el PBOT se definen suelos para el desarrollo de actividades económicas de alto, mediano y bajo impacto, que permitan el aumento de la competitividad a nivel industrial, comercial y de servicios, permitiendo así poder gestionar eficientemente los impactos en la calidad del aire, ruido y generación de olores ofensivos
	4. Impulsar un sector agropecuario competitivo, productivo y resiliente			15. Preparación para el manejo del riesgo frente a los cambios en la variabilidad climática	
Desarrollo urbano resiliente	3.Construcción resistente al cambio climático	9. Promover la eficiencia energética y las energías renovables a nivel residencial y comercial 6. Implementar prácticas y tecnologías para la eficiencia energética en infraestructura y edificaciones públicas	4. Comunicación y participación comunitaria	7. Comunicación y divulgación en cambio climático para la toma de decisiones	Se prioriza en el programa de ejecución del PBOT, la reglamentación de mecanismos de gestión y financiación para incentivar la implementación de la política Pública de construcción sostenible del AMVA y las guías asociadas (PMAA), el cual incluye la promoción de SUDS. Igualmente, se delimitan áreas veredas urbanas que permitan contribuir a mitigar las islas de calor, reducir las emisiones de GEI e incrementar los niveles de adaptación ante los efectos del cambio y la variabilidad climática, en este sentido, también se priorizan proyectos de Ecoparques de Quebrada; Parques Metropolitanos de Borde; Formulación del Plan de Espacios Verdes y arbolado urbano; entre otros que contribuyen al Cambio y la Variabilidad Climática
	5.Infraestructura para la movilidad sostenible y sistema de transporte publico			8. Participación comunitaria para el desarrollo humano y sostenible en contextos de cambio climático	
	6.Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)		8. Infraestructura y vivienda ante el cambio climático	19. Gestión integral de residuos sólidos y líquidos 20. Vivienda adaptada al cambio climático	

2.2.14.1. Actualización y Avances BanCO_2 Metropolitano.

Mediante este informe el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA a la administración municipal de Caldas entrega un informe del proceso adelantado en la implementación de la estrategia de Pago por Servicios Ambientales – PSA BanCO_2 Metropolitano, a través de varios contratos interadministrativos con la Corporación para el Manejo Sostenible de los Bosques – MASBOSQUES y cuyo objeto general ha sido implementar y dar continuidad al esquema de pago por servicios ambientales en el Valle de Aburrá, principalmente a través de la estrategia BanCO_2 Metropolitano.

Desde el año 2013 la Corporación MASBOSQUES y CORNARE forjaron la idea de implementar un Sistema de Pago por Servicios Ambientales – PSA denominado BANCO2, el cual conducente a las familias campesinas en condición de pobreza que derivan su sustento de bosques naturales existentes en el Oriente Antioqueño. Este sistema contempla la apertura de un fondo en el cual ingresan diferentes recursos económicos, tanto compensación voluntaria de empresas y ciudadanos, como recursos de ley derivados de la aplicación del artículo 111 de la ley 99 de 1993 y de compensaciones asociadas a proyectos licenciados.

La Corporación MASBOSQUES es el operador de BanCo2 a nivel nacional y en la actualidad 26 autoridades ambientales vienen implementando dicho esquema en sus jurisdicciones. Para el Valle de Aburrá es de gran relevancia la implementación de la estrategia BanCo2, ya que en la región existen fuertes dinámicas urbano – rurales que ejercen una gran presión sobre los ecosistemas estratégicos que brindan bienes y servicios ecosistémicos esenciales a la población.

Los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental regional asociados a la regulación hídrica y a la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, para los cuales es importante acciones para su conservación, recuperación y manejo. El Área Metropolitana de Valle de Aburrá priorizo y caracterizo predios y propietarios, a través de diferentes planes, estudios y proyectos de gran importancia para la región, como el Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas, el Cinturón Verde Metropolitano, el Plan Quebradas, el Parque Central de Antioquia, el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos, el Plan Bio 2030 y los POT, OBIY de los diez municipios del Valle de Aburrá.

Ilustración 70. Estructura BanCo2 Metropolitano del Valle de Aburrá. Fuente: AMVA



Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

En diciembre del año 2016 la Asamblea de Antioquia expidió la Ordenanza N° 040 mediante la cual, la Gobernación destina recursos para el pago de familias de BanCO2 en áreas de importancia estratégica para el abastecimiento

hídrico. A continuación, se muestra la síntesis de la caracterización de predios Banco2 Metropolitano del municipio de Caldas.

Tabla 108. Caracterización de predios BanCo2 Metropolitano del municipio de Caldas.

Municipio	Total, caracterizaciones	Caracterizaciones socios Tipo A	Caracterizaciones socios Tipo B	Caracterizaciones socios Tipo C (Juntas acueducto)	Hectáreas en coberturas naturales (bosques y rastrojos)	Hectáreas para restauración	Total (ha)
Caldas	79	50	24	5	561,03	2,08	892,58

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.2.14.1.2. Familias Bancarizadas en el municipio de Caldas

Por medio de los contratos CI 1228 de 2018 y CI 689 de 2019 se realizó seguimiento a las familias caracterizadas, se generaron acuerdo de donación que están en ejecución, y se gestionaron familias para incluir al esquema de conservación. Se logró bancarizar 25 nuevas familias a través de los acuerdos de donación suscritos con las empresas CHT ($ 3.600.000), Autolarte ($ 4.969.376), Camacol ($ 4.593.722), Expreso Girardota ($ 2.400.000) y Colorquímica ($ 50.646.247). Las familias localizadas en el municipio de Caldas fueron beneficiadas con la donación de Colorquímica, con los cuales se establecieron los acuerdos de conservación y planes de inversión por un periodo de 12 meses, con la vinculación de estas familias se aporta a la conservación de 11.79 hectáreas de bosque natural y a la protección del recurso hídrico, los cuales se muestran a continuación:

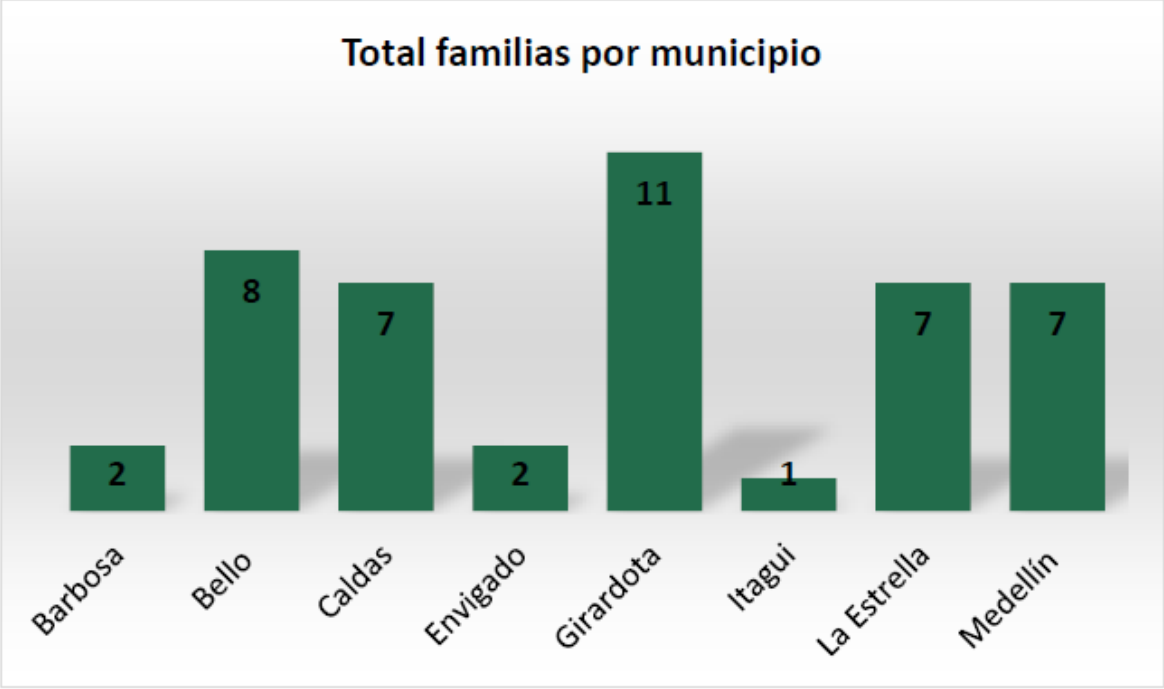
Tabla 109. Familias bancarizadas durante la ejecución del CI 1228 de 2018.

N°	Empresa	Socio BanCO2	Municipio	Vereda	Área Conservación (ha)	Valor pago mensual ($)
11	Colorquímica	Francisco Antonio Ángel M	Caldas	Cardalito	5,56	$ 781.242
12	Colorquímica	Sor Elena Molina A	Caldas	Maní del Cardal	0,62	$ 150.000
13	Colorquímica	Marlene del S Echeverri L	Caldas	La Miel	0,75	$ 150.000
14	Colorquímica	Iván Diario Maya Muñoz	Caldas	Salada Parte Alta	0,92	$ 150.000
15	Colorquímica	Rodolfo de Jesús Tobón Tobón	Caldas	Cardalito	0,14	$ 100.000
16	Colorquímica	Mirian del Socorro Morales L	Caldas	Maní del Cardal	1,66	$ 259.895
17	Colorquímica	Israel Antonio Agudelo	Caldas	Cardalito	1,52	$ 238.043
	Colorquímica	Israel Antonio Agudelo	Caldas	Cardalito	0,62	$ 150.000
	Colorquímica	Israel Antonio Agudelo	Caldas	Cardalito	0,59	$ 150.000

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Para el mes de diciembre del año 2018 se tenían conservadas 79,49 hectáreas en áreas de importancia ambiental para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA en ocho de sus municipios, distribuidos de la siguiente manera:

Ilustración 71.Número de familias bancarizadas por municipio 2018.



Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.2.14.1.3. Pago por Servicios Ambientales en las Áreas Urbanas del Valle de Aburrá.

En la ejecución del Alcance 1 del CI 1228 de 2018, se definió una actividad para avanzar en la consolidación de la estrategia de Pago por Servicios Ambientales en las áreas urbanas del valle de Aburrá (PSA – Urbano). Se obtuvo como resultado la identificación y formulación de acciones de mejoramiento ambiental, de apropiación social y análisis de la situación jurídica, tanto en predios públicos como privados y que son referenciadas en los informes de campo realizados en 111 predios que fueron priorizados en el CI 750 de 2017 y que hacen parte de las macro redes ecológicas urbanas identificadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA en su gestión como autoridad ambiental urbana.

Se identificó que tanto personas naturales como jurídicas podrían encontrar en la exención o disminución del impuesto predial, un incentivo para hacer parte del esquema. Por lo anterior, se realizó una revisión de cada uno de los estatutos tributarios de los 10 municipios del AMVA, en relación con la normatividad aplicable a las áreas de importancia ambiental. A continuación, se muestra los estatutos tributarios analizados en el municipio de Caldas.

Tabla 110. Estatuto tributario analizados en Caldas. fuente: CI 750 de 207, adoptado para CI 1228 2018

Municipio	Estatuto Tributario
Caldas	Acuerdo 017 de 2017

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

De lo anteriormente mencionado, destacamos que, según lo revisado en el actual estatuto, no se identifican gravámenes o beneficios para bienes o predios que presten servicios ambientales protectores o de conservación y solo se puede acceder a un beneficio o exención por acuerdo municipal.

- Identificación de Predios superiores a 7 hectáreas con área elegible: en el municipio de Caldas se identificaron 33 predios superior a 7 ha, lo que corresponde al 61% del total de área total elegible con potencial para ser incluida en el proyecto Mas Bosques para el valle de Aburrá.

Tabla 111. Número de predios con áreas mayores o iguales a 7 ha y área elegible.

Municipio	Área elegible total (ha)	Número total de PK en el área elegible	Área elegible mayor a 7 ha	Numero de PK superior a 7 ha	Porcentaje de área elegible mayor a 7 ha
Caldas	887	171	541	33	61%

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Se realizaron visitas en los predios con el objetivo de suscribir la carta de intención con el propietario, en total se visitaron 67 predios en los municipios, de los cuales 6 son del municipio de Caldas, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 112. Predios visitados en Caldas durante la ejecución del CI 2018 de 2018.

Municipio	PK	Vereda	Promotor que realiza la visita
Caldas	1292001000000400001	El Raizal	Verónica Guarín
	1292001304000100003	La Corrala – Centro Poblado	Verónica Guarín
	1292001000000500016	La Valeria	Verónica Guarín
	1292001000000600635	La Valeria	Verónica Guarín
	1292001000000500018	La Valeria	Verónica Guarín
	1292001000000500002	La Valeria	Verónica Guarín

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Tabla 113. Predios en Caldas con carta de intención y preferencia de sistema forestal a implementar.

PK	Propietario	Área total (ha)	Área elegible (ha)	Área a destinar por propietario (ha)	Sistema Forestal propuesto por el propietario
1292001000000600635	Inversiones APM e Hijos & CIA S.C.A	40	13	40	Sistemas Comerciales Mixtos
1292001000000500018	Inversiones APM e Hijos & CIA S.C.A	87	18	87	Sistemas comerciales Mixtos
1292001000000500002	Inversiones APM e Hijos & CIA S.C.A	163	60	142	Sistemas Comerciales Mixtos
1292001000000500016	Inversiones APM e Hijos & CIA S.C.A	40	3	40	SM
Subtotal para el municipio de Caldas		330	94	309	

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

En la tabla anterior, se observa tres tipos de áreas, una de ellas es el área total y corresponde a la extensión total de la propiedad, la otra es el área elegible y corresponde al área dentro del predio que aplica para el proyecto de acuerdo al análisis de elegibilidad realizado por South Pole y la tercera es el "área a destinar por el propietario" que corresponde al área del predio que por voluntad propia el propietario les interesaría vincular al proyecto. Es importante mencionar que para algunos casos el área a destinar por parte del propietario es mayor al área elegible del proyecto, lo cual se debe a:

1. Según el propietario el área elegible es poca con relación al área total del predio que podría ser utilizado

2. Algunos propietarios del municipio son dueños de varios predios con área elegible, los cuales desean incluir en el proyecto.

En la siguiente tabla se muestra el número de predios con área elegible mayor a 7 hectáreas y su calidad jurídica en el municipio de Caldas.

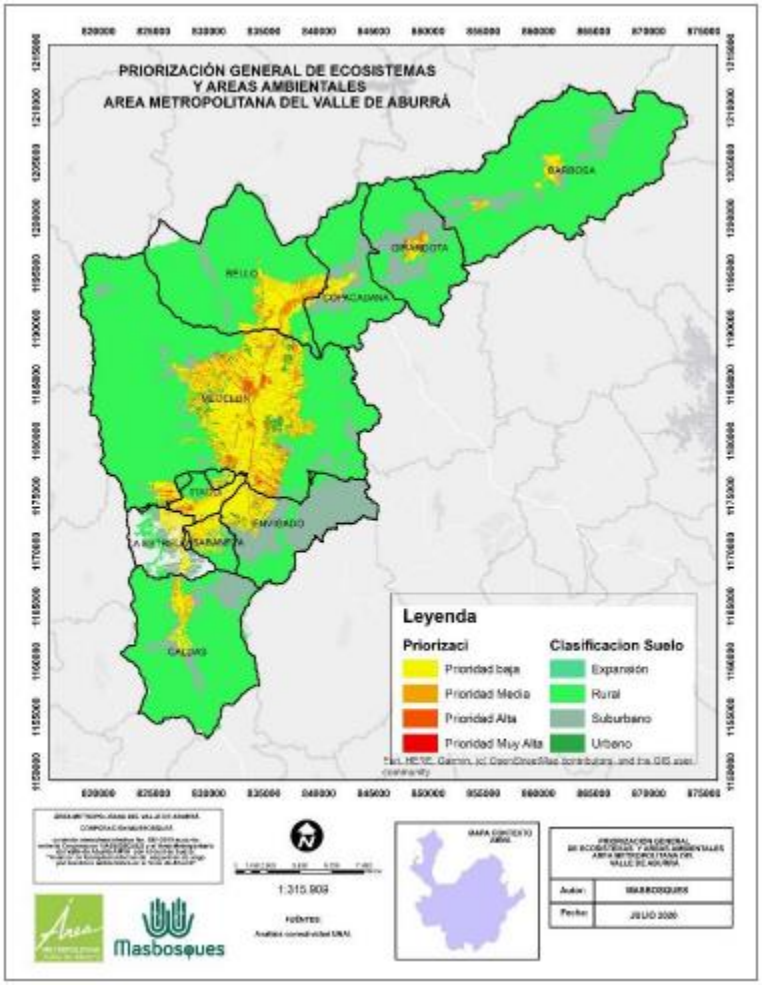
Tabla 114. Número de predios con área elegible mayor a 7 ha y su calidad jurídica en Caldas.

Municipio	Calidad jurídica que ostenta el predio						Total, predios /municipio	Área elegible / municipio
	Propiedad Privada de persona Jurídica		Propiedad Privada de Persona Natural		Persona Jurídica de derecho Público			
	Total, predios	Área elegible (ha)	Total, predios	Área elegible (ha)	Total, predios	Área elegible (ha)		
Caldas	119	378,4	13	133,3			32	511,7

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

A continuación, se presenta la identificación, delimitación y priorización de las áreas y ecosistemas estratégicos donde puede ser implementado el PSA-Urbano en jurisdicción del AMVA (CI 689 de 2019). Para el caso del municipio de Caldas, se muestra que la priorización de ecosistemas y áreas ambientales es baja y media.

Ilustración 72.Priorización general de Ecosistemas y Áreas de Importancia Ambiental. Fuente: CI 687 de 2019.



Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Después de la caracterización de 79 socios potenciales en el municipio de Caldas para el esquema de Pago por Servicios Ambientales de BanCO2 Metropolitano, se logró identificar que, de estos, 50 son familias campesinas de estratos bajos, clasificadas dentro de la categoría de Socio tipo A, las cuales requieren de la gestión de recursos económicos como mediada para reducir la afectación de los servicios ecosistémicos que albergan en sus predios, además, existen 24 familias que cuentan con un nivel de calidad de vida entre medio y alto y 5 acueductos veredales que surten de agua a aproximadamente 7295 usuarios en el área de influencia del esquema, por lo que se requiere disponer de recursos económicos anuales por $ 292.270.836,8 para la conservación de 593,1 hectáreas de cobertura naturales.

Se recomienda hacer uso del insumo de caracterización de familias BanCo2 Metropolitano que entrega el AMVA a la administración municipal, esta realice la solicitud ante la autoridad ambiental rural – Corantioquia, para la inclusión de las áreas de interés para el suministro hídrico que están ligadas a mecanismos de planificación del territorio por Cinturón Verde Metropolitano y Plan Quebradas.

Uno de los objetivos principales de la Estrategia BancO2, es generar oportunidades económicas a través de sistemas productivos que ayuden a las familias a consolidar un ingreso estable y mejorar su calidad de vida. Por este motivo, es de vital importancia dentro del proceso de mercadeo con las empresas asentadas Valle de Aburrá, gestionar recursos económicos para apoyar estas iniciativas productivas, que aporten a la garantía y generación de una estabilidad económica permanente para los propietarios y su núcleo familiar. (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.2.14.1.4. Predios caracterizados y bancarizados en el municipio de Caldas.

A continuación, se muestra la disteis de la información de los 79 predios caracterizados en el municipio de Calda, de los cuales 74 predios corresponden a socios tipo A y B y solo 5 son socios tipo C, es decir, acueductos veredales que fueron incluidos y caracterizados en el esquema de BanCo2 Metropolitano.

Tabla 115. Total, de predios caracterizados en el municipio de Caldas.

N°	Nombre Socio	Cedula	Municipio	Vereda	Tipo Socio	Área Predio (ha)	Área en cobertura naturales (bosques y rastrojos (ha))
1	Sinforoso Agudelo Betancur	563947	Caldas	Cardalito	A	1,21	0,46
2	Jaime Antonio Granados S	607904	Caldas	Mani del Cardal	A	1,62	0,52
3	Horacio Tobón Maya	607948	Caldas	Cardalito	A	0,97	0,26
4	Luis Eduardo Sánchez	3416016	Caldas	Caradlito	A	0,63	0,28
5	Jose Hugo Vélez V	3426117	Caldas	La Miel	B	43,36	8,14
6	Celso de Jesús Arroyave	3427443	Caldas	Cardalito	A	5,54	11,75
7	Luis Alberto Durango M	3567811	Caldas	Cardalito	A	1,91	0,82
8	Hector de Jesús Agudelo S	4536181	Caldas	Cardalito	A	0,44	0,08
9	Israel Antonio Agudelo	7497354	Caldas	Cardalito	A	2,39	1,52
10	Israel Antonio Agudelo	7497354	Caldas	Cardalito	A	1,84	0,62
11	Israel Antonio Agudelo	7497354	Caldas	Cardalito	A	1,60	0,59
12	Constantino de Jesús Sánchez	7505461	Caldas	Cardalito	A	1,57	0,64
13	Carlos Arturo Vélez V	8249609	Caldas	La Miel	B	17,59	4,80
14	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	El Cano	B	40,30	40,30
15	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	18,08	5,46
16	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	76,72	23,29
17	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	El Cano	B	27,85	0,00
18	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	55,46	55,46
19	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	162,96	162,96
20	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	El Cano	B	48,50	19,25
21	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	50,26	29,76
22	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	La Valeria	B	19,49	12,48
23	Álvaro Eduardo Posada M	8250255	Caldas	El Cano	B	30,26	11,84
24	Alberto Antonio Agudelo	9891968	Caldas	Cardalito	A	1,18	0,30
25	Nevardo Emilio Cano A	15250376	Caldas	Sinifaná	A	4,68	2,04
26	Rogelio Antonio Mejía	15250466	Caldas	Cardalito	A	11,61	2,87
27	Gabriel Humberto Arango S	15251370	Caldas	La Miel	A	12,73	0,92
28	Luis Eduardo Tobón M	15251374	Caldas	Sinifaná	A	1,58	0,24
29	Gildardo Sánchez	15251937	Caldas	Cardalito	A	0,95	0,47
30	Efraín Morales Sánchez	15252521	Caldas	Mani del Cardal	A	0,89	0,28
31	Dagoberto de J Molina Z	15252931	Caldas	Salinas	A	0,36	0,32
32	Francisco Javier Morales C	15253126	Caldas	Mani del Cardal	A	1,47	1,15
33	Heriberto Cano	15254130	Caldas	Sinifaná	A	6,66	2,46

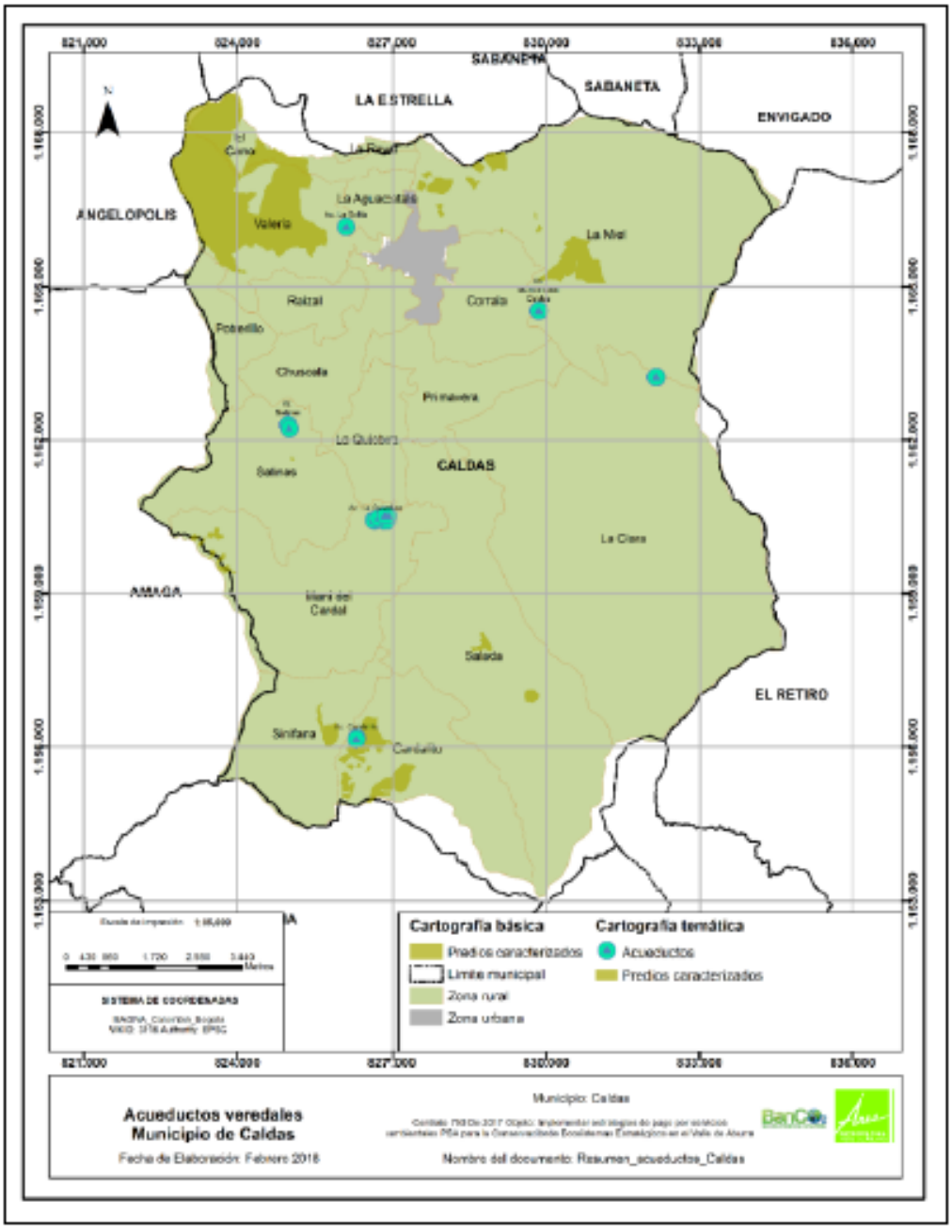
N°	Nombre Socio	Cedula	Municipio	Vereda	Tipo Socio	Área Predio (ha)	Área en cobertura naturales (bosques y rastrojos (ha))
34	Fabio de Jesús Morales C	15254470	Caldas	Mani del Cardal	A	3,21	0,00
35	Francisco Antonio Ángel M	15255344	Caldas	Cardalito	A	11,50	4,35
36	Francisco Antonio Ángel M	15255344	Caldas	Cardalito	A	5,57	5,57
37	Carlos Eduardo Rendon	15255780	Caldas	Sinifaná	A	1,17	0,39
38	Israel Antonio Agudelo A	15259220	Caldas	Sinifaná	A	2,71	1,21
39	Juan Diego Sánchez T	15259458	Caldas	Salada parte alta	B	4,65	1,06
40	Sor Elena Molina A	21435325	Caldas	Mani del Cardal	A	2,86	0,63
41	Gladis Helena Arias M	21744525	Caldas	Mani del Cardal	A	1,44	0,23
42	Nora del S Mejía de M	32349996	Caldas	La Miel	B	6,70	6,70
43	Nora del S Mejía de M	32349996	Caldas	La Miel	B	1,53	0,49
44	Lilian Uran R	32414556	Caldas	El Cano	B	65,66	65,66
45	Vilma Cano de Cano	32514825	Caldas	Sinifaná	A	1,61	0,90
46	Mirian del Socorro Morales L	39166529	Caldas	Mani del Cardal	A	3,22	1,66
47	Liliana María Vásquez M	39169247	Caldas	La Miel	B	5,45	5,45
48	Liliana María Vásquez M	39169247	Caldas	La Miel	B	2,61	2,61
49	Marlene del S Echeverri L	41342486	Caldas	La Miel	A	1,28	0,76
50	Luz Elena Ángel A	42886705	Caldas	La Miel	B	3,45	3,45
51	Clara Maria Ángel Montoya	43093631	Caldas	Mani del Cardal	B	48,62	41,56
52	Sonia del Socorro Sánchez	43681175	Caldas	Caradlito	A	0,76	0,22
53	Rosa Inés Ángel T	43685309	Caldas	Caradlito	A	1,48	0,13
54	Liliana Maria Montoya P	43686088	Caldas	Salada parte alta	A	5,52	0,00
55	William Moreno N	70080619	Caldas	Salada parte alta	A	2,12	0,77
56	Elkin de J Sánchez A	70122912	Caldas	Cardalito	A	0,47	0,06
57	Luis Carlos Roldan	70127581	Caldas	Cardalito	A	3,84	0,57
58	Jhon Jairo Montoya	71390758	Caldas	Cardalito	A	11,09	8,16
59	Jhon Jairo Montoya	71390758	Caldas	Salada parte alta	A	2,25	0,90
60	Iván Darío Maya Muñoz	71390989	Caldas	Salada parte alta	A	1,09	0,92
61	Iván Darío Bedoya T	71391152	Caldas	Salinas	A	0,52	0,38
62	Juan José Ángel Tobón	71393722	Caldas	Cardalito	A	2,08	0,67
63	Rodolfo de Jesús Tobón Tobón	71394082	Caldas	Cardalito	A	0,52	0,14
64	Yamid de J Morales	71396143	Caldas	Mani del Cardal	A	0,26	0,05

N°	Nombre Socio	Cedula	Municipio	Vereda	Tipo Socio	Área Predio (ha)	Área en cobertura naturales (bosques y rastrojos (ha))
65	Delio José Ángel	71396664	Caldas	Cardalito	A	1,03	0,76
66	José Alejandro Ángel A	71396985	Caldas	La Miel	B	1,53	0,49
67	José Asdrúbal Tobón	71480320	Caldas	La Miel	B	0,49	0,12
68	Andrés Escobar García	71578532	Caldas	La Quiebra	B	3,03	0,82
69	Jhon de Jesús Restrepo R	71640810	Caldas	Mani del Cardal	A	1,00	0,00
70	Carlos Enrique Hincapie	98641711	Caldas	Sinifaná	A	0,74	0,20
71	Fabian Bedoya Castrillón	1026144548	Caldas	La Miel	A	1,04	0,07
72	Juan Camilo Vélez C	1026147076	Caldas	La Miel	A	3,23	0,84
73	Julián David Higuera U	1125248260	Caldas	La Miel	A	0,41	0,00
74	Daniel Osorio Garcia	1128407037	Caldas	La Valeria	B	22,16	9,75
75	Acueducto Multiveredal Caldas Antioquia	0	Caldas	Vereda La Miel	C	0,00	0,00
76	Acueducto La Solita	0	Caldas	Vereda La Miel	C	0,00	0,00
77	Acueducto La Quiebra	0	Caldas	Vereda La Quiebra	C	0,00	0,00
78	Acueducto Cardalito	0	Caldas	Vereda el Cardalito	C	0,00	0,00
79	Acueducto Vereda Salinas	0	Caldas	Vereda Salinas	C	0,00	0,00

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Los cinco acueductos veredales caracterizados, están ubicados en la zona rural del municipio de Caldas, los cuales benefician a aproximadamente 1965 suscriptores y 7295 usuarios, lo que permite evidencias la importancia en torno al recurso hídrico en las áreas priorizados por el AMVA y consignadas en el Cinturón Verde Metropolitano y el Plan Quebrada. A continuación, se muestra los acueductos caracterizados en Caldas.

Ilustración 73. Acueductos caracterizados del municipio de Caldas.



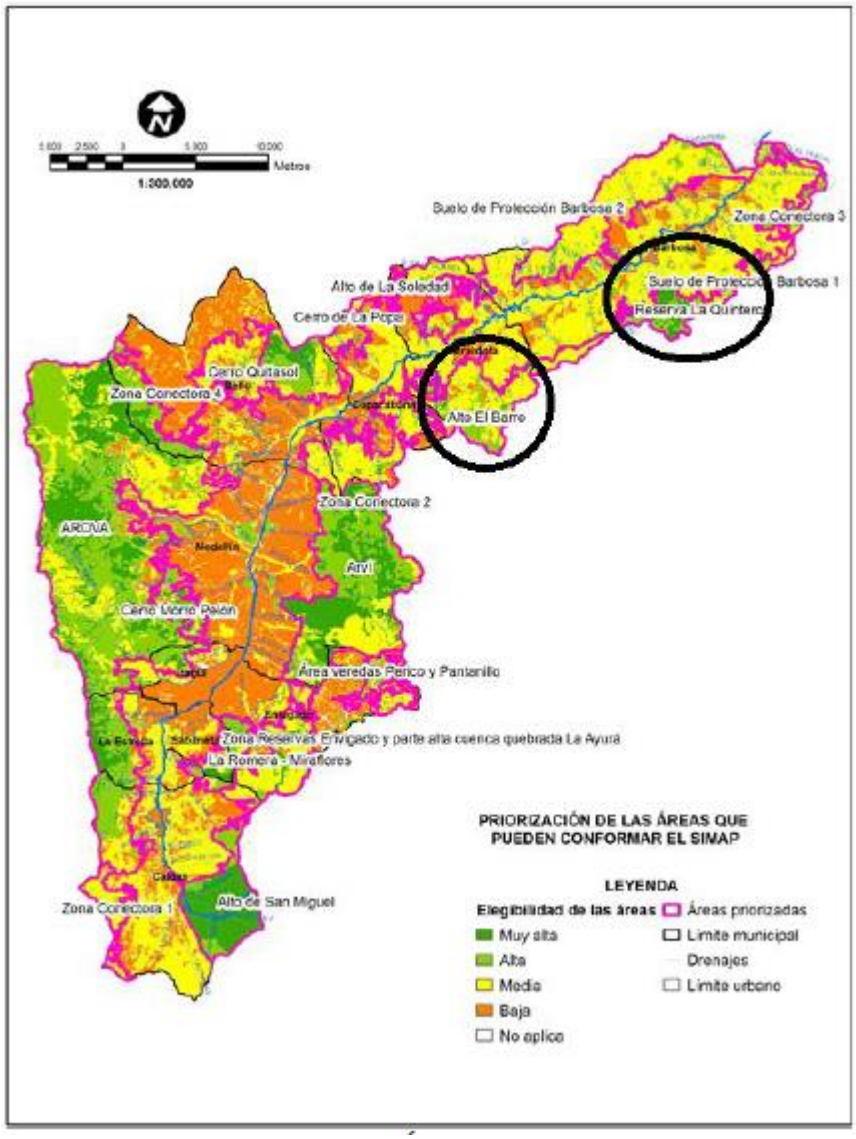
Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.2.15. Lineamientos ambientales para la planificación del territorio

2.2.15.1.2. Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas del Valle de Aburrá – SIMAP:

El SIMAP representa la estrategia por medio de la cual se respalda el Sistema Regional de Áreas Protegidas, Parque Central de Antioquia (PAC), para permitir la articulación del medio urbano con el rural, a través de la identificación de categorías de conservación y de estrategias e instrumentos que permitan la preservación, recuperación y manejo de los elementos naturales, seminaturales y culturales de importancia en el territorio. A continuación, se muestran las áreas identificadas por el SIMAP y en cirulos de color negro se señala las zonas correspondientes a las microcuencas estudiadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Ilustración 74. Áreas identificadas por el SIMAP.



Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.2.15.1.3. Plan quebradas

El Programa Plan Quebradas es la estrategia ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá para la recuperación integral de 19 microcuencas priorizadas en los 10 municipios del territorio metropolitano, los cuales hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Aburrá Medellín, siendo estas intervenidas a través de tres ejes fundamentales:

1. Saneamiento ambiental
2. Protección, conservación, mitigación, conectividad y restauración ecológica
3. Sensibilización y educación ambiental.

En el año 2016 se inició con la priorización de las 19 afluentes del río Medellín, teniendo en cuenta el abastecimiento a acueductos municipales o multiveredales y los planes de manejo, donde el Área Metropolitana Valle de Aburrá, en conjunto con Cornare y Corantioquia lideran la realización de programas, proyectos, acciones y actividades necesarias para la mitigación, conservación y protección de las 19 microcuencas, el afluente del municipio de Caldas que hace parte del Plan Quebradas es La Valeria y La Miel.

- Cinturón verde metropolitano del Valle de Aburrá:
  Estrategia de planificación de escala metropolitana orientada a entender las vertientes del valle geográfico, que avanza sobre las colinas, los filos e incluso las divisorias de aguas del mismo valle. Se han definido tres ámbitos de planificación que conforman en conjunto el CVMVA, los cuales son:
    1. **Cinturón externo:** tiene como servicio ecosistémico principal asociado a la regulación hidrológica de las corrientes que confluyen en el valle geográfico. El mantenimiento en toda su extensión de una cobertura boscosa adecuada contribuye además a la conservación de especies, por el efecto de corredor biológico y a mitigar los efectos del cambio climático, a continuación, se presentan las áreas y predios del municipio de Caldas que hacen parte del Cinturón Externo del valle de Aburrá.

Tabla 116. Áreas y predios del municipio de Caldas que conforman el Cinturón Externo para el Valle de Aburrá.

Municipio	Área (ha)	Cantidad de Predios
Caldas	2.889,3	223

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2. **Sistema de Transición Urbano – Rural:** es el espacio donde se manifiesta claramente la tensión entre la expansión de la urbanización y el suelo no urbanizado, el cual se define como una franja de transición, de amplitud variable, que incorpora tanto usos típicamente urbanos, como usos tradicionales rurales. A continuación, se muestra el Sistema de Transición Urbano – Rural del municipio de Caldas.

Tabla 117. Distribución de Caldas del Sistema de Transición Urbano - Rural para el Valle de Aburrá.

Municipio	Área (ha)	N° Veredas
Caldas	1.107	16

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

3. **Estructura de Conexión Ecológica:** su objetico central es asegurar los niveles mínimos de conectividad entre ámbitos y contribuir con la regulación hidrológica. Aquí se identificaron

corredores estratégicos de protección de rondas hídricas, es decir, quebradas que nacen en el cinturón externo y recorren las laderas hasta integrarse al espacio urbano consolidado de los municipios. Para lo cual se eligieron dos criterios de priorización:

- ✓ El abastecimiento de agua a poblaciones que hace la quebrada y
- ✓ Su carácter torrencial, es decir, el grado de amenaza representado en la corriente. A continuación, se muestra las microcuencas priorizadas en el municipio de Caldas que hacen parte de la Estructura de Conexión Ecológica para el Valle de Aburrá.

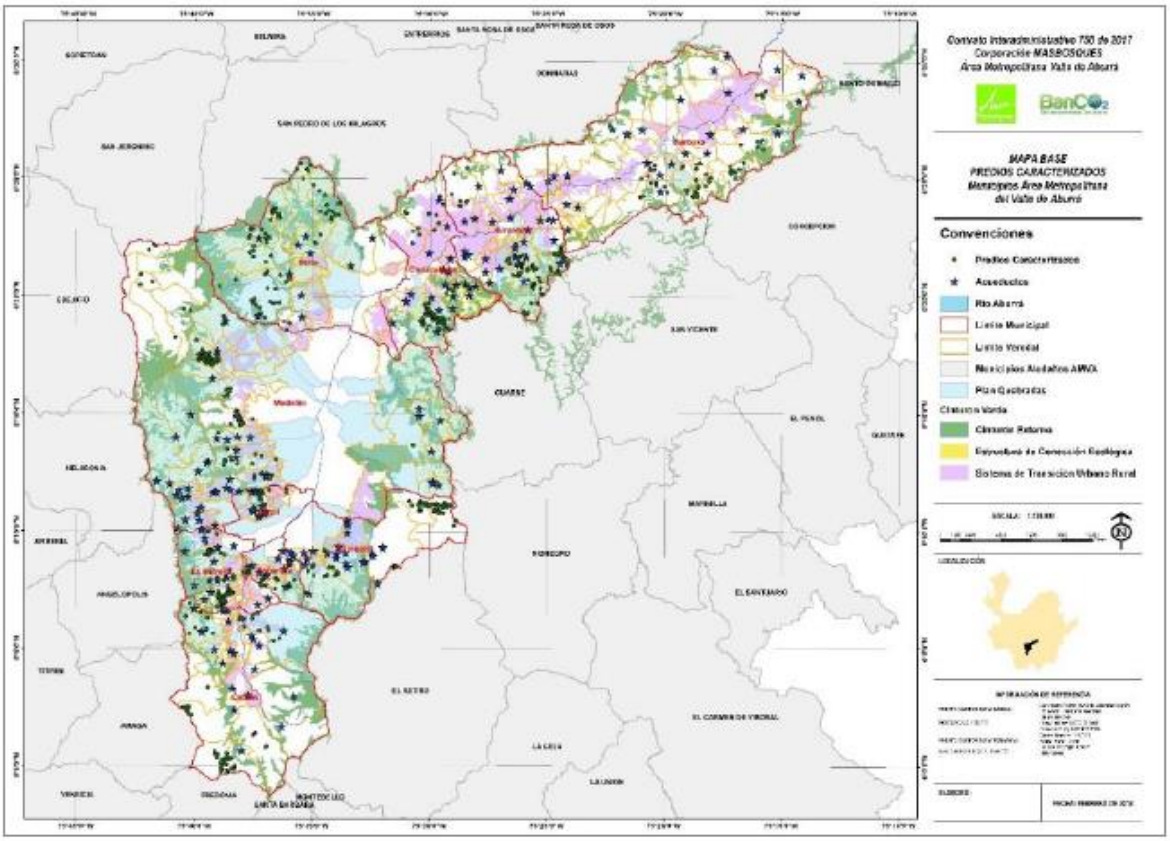
Tabla 118. Microcuenca priorizada en Caldas para la Estructura de Conexión Ecológica para el Valle de Aburrá.

N°	Municipio	Microcuenca	Área (ha)
1	Caldas	La Chuscala	53,06
2	Caldas	La Valeria	222,54

Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

Para lograr la caracterización de familias o propietarios se tuvo como referencia la metodología y el formato de caracterización de BanCo2, siendo este ajustado a las particularidades del territorio del Valle de Aburrá, con el fin de registrar las condiciones ambientales de los predios como la presencia de bosques nativos y rastrojos (coberturas vegetales naturales) y el potencial de restauración, además, las condiciones sociales y económicas de las familias que habitan dichos predios. A continuación, se muestra la ubicación de los predios caracterizados en los municipios del Valle de Aburrá.

Ilustración 75. Ubicación de predios caracterizados en los municipios del Valle de Aburrá.



Fuente: (AMVA, Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano, 2021)

2.3. CONTEXTO GEOGRÁFICO

El municipio de Caldas se encuentra ubicado sobre la cordillera central de los Andes Colombianos. La región andina se caracteriza por un relieve quebrado, con altas montañas cuyas alturas superan los 5.700 msnm, montañas que son cortadas por múltiples afluentes hídricos que forman quebradas, cañones y valles. La cordillera central colombiana, a la altura del departamento de Antioquia, presenta alturas superiores a los 3.000 metros y es cortada por múltiples afluentes, entre ellos, el rio Aburrá, el cual da forma al valle de Aburrá.



Ilustración 76.Paisaje de montaña en el municipio de Caldas..

.

El valle de Aburrá tiene una longitud aproximada de 60 km, dirección norte-sur y suroccidente-nororiente, con alturas variables entre los 2.800 y 1.300 msnm. El principal afluente del valle es el rio homónimo y a su interior se ubica el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, principal centro urbano del departamento de Antioquia y el segundo centro urbano del país. Esta área metropolitana está compuesta por los municipios de Caldas, Medellín, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa.

En el extremo sur del valle de Aburrá se ubica el municipio de Caldas. Este municipio limita con otras subregiones del departamento como oriente (Retiro), sur (Santa Bárbara) y suroccidente (Amagá). Debido a su ubicación limítrofe, el municipio de Caldas es atravesado por vías de interés nacional que conectan el valle de Aburrá y gran parte de Antioquia con el centro y sur del país.

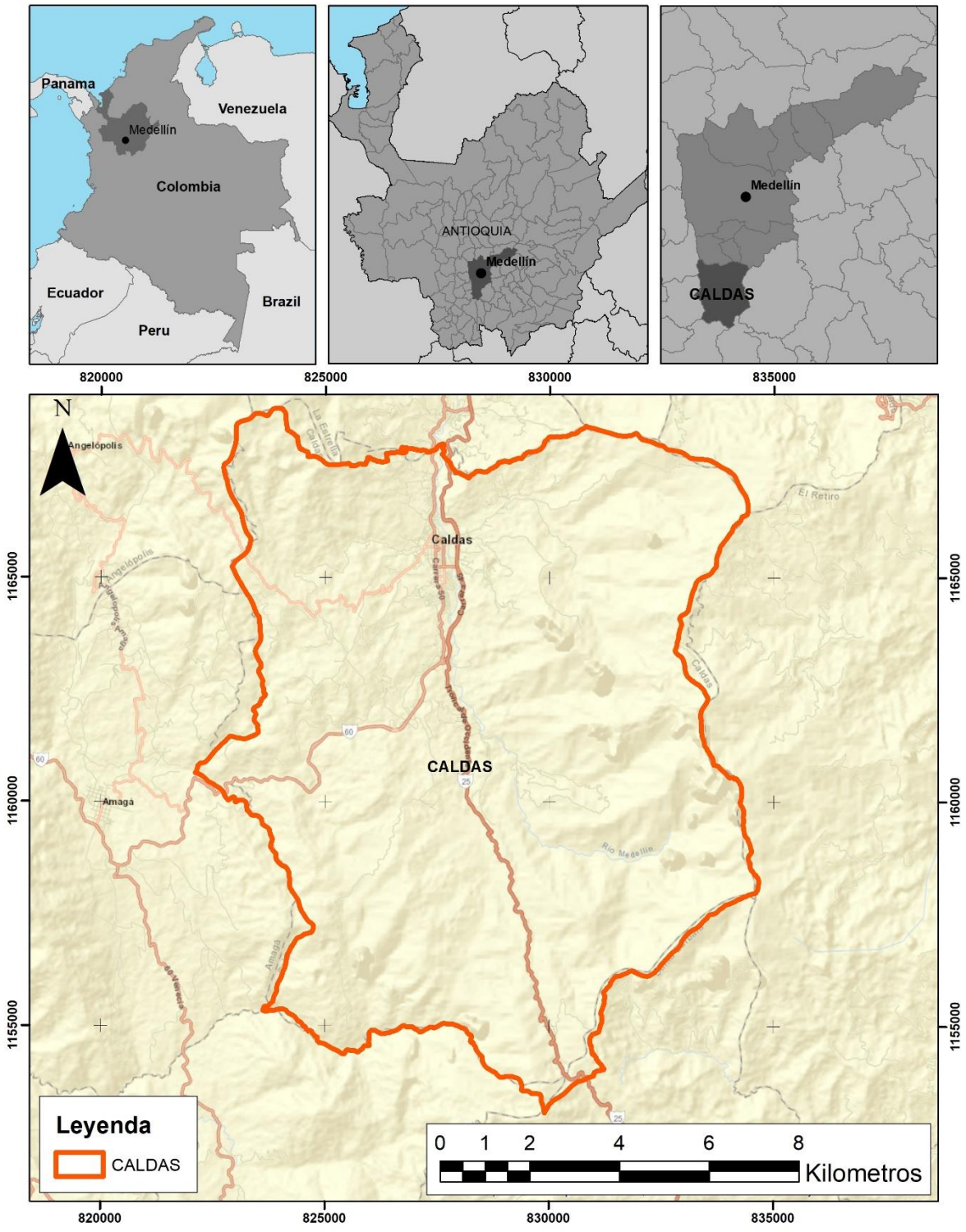


Ilustración 77.Localización del municipio de Caldas..

A lo largo de toda su extensión, el valle de Aburrá presenta una configuración geográfica relativamente homogénea, caracterizada por ser un valle interandino que corta dos altiplanos ubicados al suroriente y noroccidente del valle. La sección transversal del valle (Figura 3) tiene forma de U ancha, caracterizada por 3 secciones en sus laderas. Laderas altas y empinadas, laderas medias y de media pendiente y fondos planos.



Ilustración 78. Sección del valle de Aburrá, vista al sur desde el municipio de Medellín
Fuente: Google Earth, 2021.

El fondo de valle es predominantemente plano, con algunos cerros aislados y cortado por el rio Medellín. Estas zonas planas y bajas están constituidas por depósitos aluviales asociados al rio y sus afluentes. Las principales vías de conexión e infraestructura del valle se desarrollan sobre esta unidad y el rio es considerado el principal eje articulador del ordenamiento en el valle. Esta zona plana fue la ocupada en primera instancia y por lo tanto se encuentra altamente consolidada urbanísticamente. En este sector se ubican la mayoría de la industria, servicios y equipamientos del área metropolitana.

La sección media del valle presenta pendientes medias y es formado por laderas cortadas por algunos afluentes menores. Geológicamente está constituido por depósitos de vertiente provenientes de las zonas altas del valle. Esta zona fue ocupada paulatinamente durante el último siglo y ascendiendo desde el fondo del valle, por lo tanto, las partes inferiores de la ladera se encuentran consolidadas, mientras que, a medida que se asciende por ellas, el nivel de consolidación disminuye, hasta alcanzar barrios recientemente ocupados y en algunos casos de invasión, en la parte superior de estas laderas. La mayor parte de segmento se encuentra ocupado por viviendas y los equipamientos e infraestructura asociados.

La sección alta del valle presenta altas pendientes y corresponde a escarpes empinados. Geológicamente, está constituido por rocas ígneas y metamórficas, además de sus suelos derivados. Esta zona se encuentra en su mayoría con coberturas boscosas o agroforestales. Es en esta zona donde nacen muchos de los afluentes del valle y esta zona es frecuentemente considerada como zonas de protección ambiental.

En el caso particular del municipio de Caldas, la configuración geográfica atiende a los mismos parámetros del resto del valle de Aburrá. El valle también se divide en 3 segmentos (Figura 4). Un fondo plano donde se desarrolló el casco urbano tradicional y en donde se desarrollas las viviendas, infraestructura de movilidad y equipamientos, esta zona se desarrolla sobre los depósitos aluviales del rio Medellín y la quebrada La Miel. En las laderas medias se presentan ocupaciones urbanas de baja densidad y en su mayoría a usos rurales, con usos agropecuarios, de vivienda campestre y forestal. Las zonas altas del valle se encuentran principalmente con cobertura boscosa y corresponden a zonas de

plantaciones forestales o zonas de protección ambiental asociadas a las partes altas de las cuencas del rio Medellín y la quebrada La Miel, y altos topográficos como el alto de Romeral, alto de Minas y Normandia. Realidad Territorial.

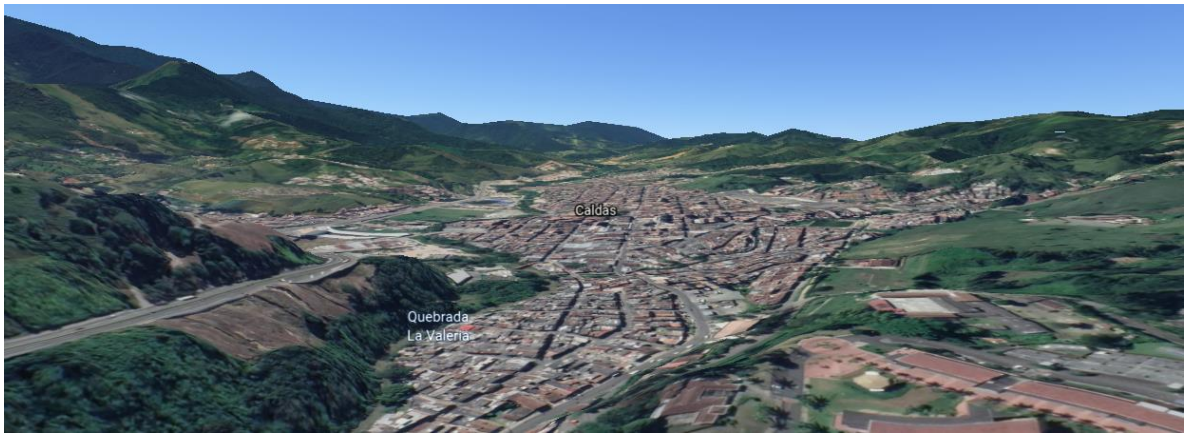


Ilustración 79.Sección del valle de Aburrá, vista al sur desde el municipio de Caldas
fuente Google Earth, 2021.

El municipio de Caldas limita al sur con Fredonia y Santa Bárbara, al oriente con El Retiro, al norte con Envigado, Sabaneta y La Estrella, y al oriente con Angelópolis y Amagá.

Debido a su configuración geográfica, caracterizada por zonas de montaña, con abundantes afluentes hídricos, el Municipio presenta condiciones ambientales particulares (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los p rincipales drenajes formadores del rio Medellín nacen en el municipio, en las zonas del alto de Minas y el alto de San Miguel. Estas zonas de nacimiento y los propios afluentes hídricos, debido a su importancia ambiental, implican amplias zonas de protección. Las zonas altas del municipio, las cuales son clasificadas como suelo rural, corresponden a corredores ecológicos importantes para la interconectividad ambiental del valle de aburra con las regiones vecinas. El desarrollo territorial del municipio debe entender estas condiciones y garantizar que las actividades que se desarrollen en el municipio permitan la conservación ambiental.

Las altas pendientes propias del territorio, sumadas a las altas precipitaciones asociadas al clima tropical colombiano, configuran un ambiente que hace propenso al municipio a los fenómenos amenazantes naturales. Los afluentes que atraviesan el municipio son susceptibles a sufrir inundaciones y avenidas torrenciales. Las laderas presentan condiciones propicias para los deslizamientos, principalmente detonados por lluvias. Debido a las condiciones de desarrollo del municipio, algunas zonas amenazadas han sido ocupadas y en la actualidad, el municipio presenta problemáticas de gestión del riesgo. El ordenamiento territorial del municipio debe de atender estas situaciones ya configuradas y prevenir que nuevas condiciones de riesgo se configuren.

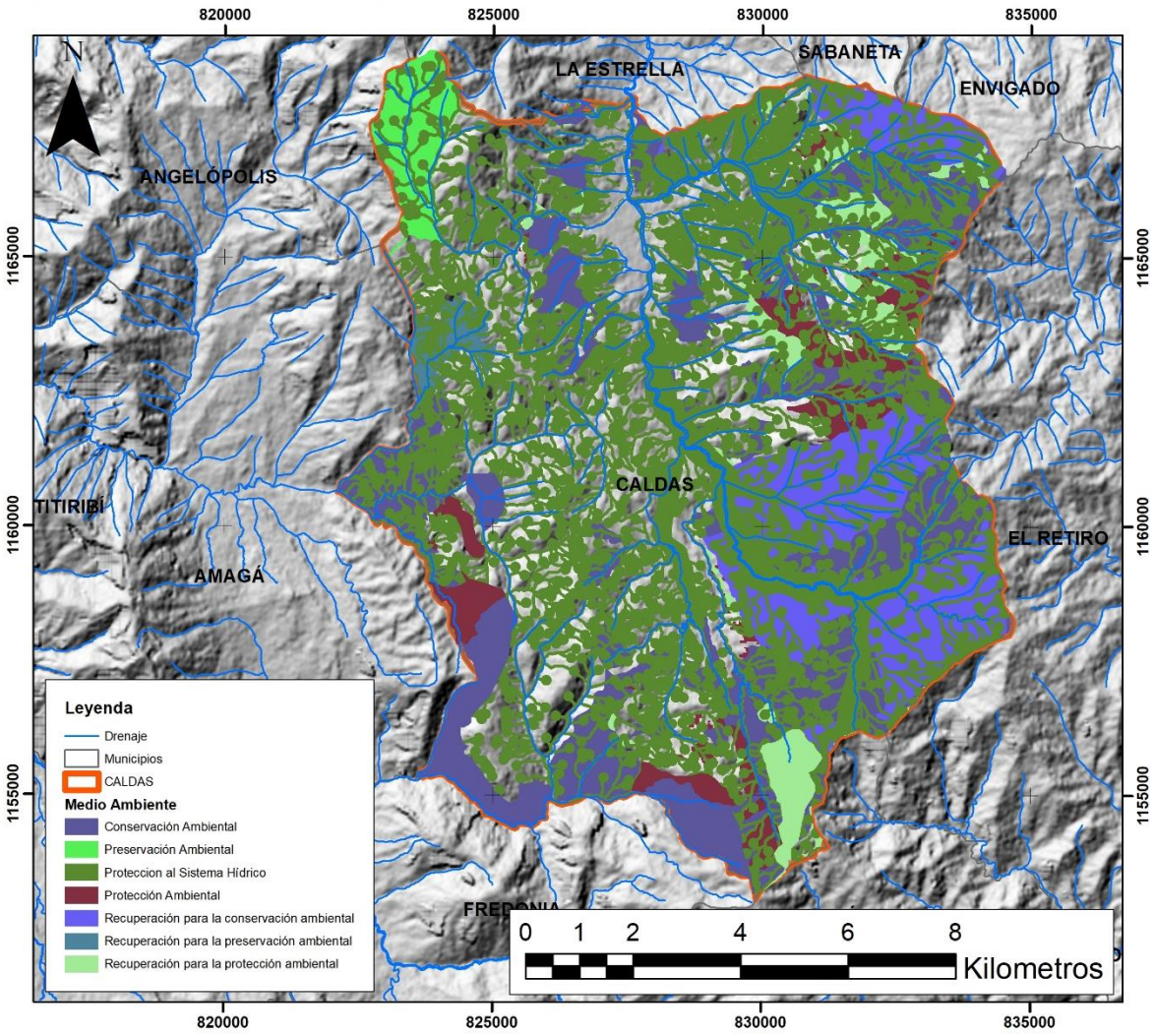


Ilustración 80.Sistema ambiental del municipio de Caldas del Acuerdo 014 del 2010.

2.4. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.

El municipio de Caldas se ubica en los Andes Colombianos, muy cerca de la línea del Ecuador, debido a esto, presenta un clima típico tropical y no presenta variaciones climáticas importantes estacionales, las variaciones más importantes se deben principalmente a la variación en la altura respecto al nivel del mar. En términos generales, en el municipio de Caldas, los escenarios de menos lluvias son cortos y cómodos, los inviernos son largos y frescos y es lluvioso y nublado la mayor parte del año. La temperatura generalmente varía de 14 °C a 23 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 25 °C, con tiempo caluroso desde finales de junio hasta principios de agosto y desde mediados de diciembre hasta mediados de marzo. El municipio presenta una precipitación promedia anual de aproximadamente 2523 milímetros, con 226 días de lluvia y una humedad relativa del 82%.

El municipio de Caldas presenta una tendencia climática bimodal, con 4 periodos, de los cuales 2 son lluviosos y 2 un poco más secos. Los periodos relativamente secos, asociados a menores probabilidades de lluvias y mayores

probabilidades de cielo despejado, se presentan en los intervalos diciembre-febrero y junio-agosto. Los periodos más húmedos, caracterizados por lluvias frecuentes y cielos cubiertos, se dan en los intervalos marzo-mayo y septiembre-diciembre. En Caldas, a pesar de estas estaciones, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso del año y es casi siempre, nublado. Caldas tiene una variación extrema de lluvia mensual por estación y son frecuentes los días lluviosos a lo largo de todo el año. El mes con más lluvia es mayo, con un promedio de 270 milímetros de lluvia. El mes con menos lluvia es enero, con un promedio de 125 milímetros de lluvia.

La duración del día no varía considerablemente durante el año, solamente varía 28 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2021, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 46 minutos de luz natural; el día más largo es el 20 de junio, con 12 horas y 29 minutos de luz natural. La velocidad promedio del viento por hora en Caldas no varía considerablemente durante el año y permanece en aproximadamente 2,7 kilómetros por hora.

La principal característica del clima en el municipio de Caldas es la alta pluviosidad presentada. Esta característica implica que el Municipio presenta alta probabilidad de presentar los fenómenos de inundación y avenida torrencial debido a las crecientes detonadas por lluvias en sus afluentes. Al considerar además las fuertes pendientes, estas precipitaciones hacen al Municipio propenso a la ocurrencia de movimientos en masa.

2.5. HIDROLOGÍA

El municipio de Caldas, debido a su alta pluviosidad y su relieve quebrado, presenta múltiples afluentes. El municipio se encuentra principalmente sobre la cuenca del rio Aburrá, con una pequeña parte en la cuenca de la quebrada Sinifaná. El área se encuentra bien drenada y presenta un patrón de drenaje dendrítico con dirección preferencial de flujo sur-norte. Vale destacar que si bien existe una red de drenaje considerable en la cuenca, los procesos de expansión y ocupación urbana, incluyendo retiros de corrientes, la impermeabilización asociada a tendido de infraestructura y la extensión de pastos a lo largo de la cuenca, la pérdida de capacidad de regulación hídrica por los procesos de deforestación, son factores para contribuyen a la ocurrencia de eventos de desbordamiento de aguas en épocas de lluvias altas y afectan vidas, bienes públicos y privados.

Las fuentes hídricas más importantes del municipio de Caldas son el Río Medellín- Aburrá, Quebrada La Valeria, Quebrada La Miel, Quebrada La Cano, Quebrada Aguacatala, Quebrada La Reventona, Quebrada La Clara, Quebrada La Chuscala, Quebrada El Limón, Quebrada La Corrala, Quebrada La Junta, Quebrada La Chato, Quebrada La Loca, Quebrada La Gorriona, Quebrada La Peñola, Quebrada La Ahumada, Quebrada El Cebadero.

La principal cuenca, es la cuenca hidrográfica del Río Aburrá, que luego de su nacimiento en el Alto de San Miguel (reserva ecológica), recorre el Municipio de Caldas, inicialmente en el sentido Este-Oeste, pero luego de encontrarse con la confluencia de la quebrada La Clara, en su margen derecha aguas abajo, cambia de dirección y adquiere el sentido Norte- Sur; marca el límite entre las veredas localizadas tanto al Este como al Oeste, en donde se encuentra además, la concentración humana más grande del Municipio. El río Medellín tiene su canal principal dividiendo toda el área del Municipio de Caldas.

En un 70% de su recorrido por el Municipio, el Río presenta un valle amplio demarcado por llanuras de inundación, sus pendientes son por lo general del 0 al 5%, localmente, exceden el 7% y en su nacimiento llegan a alcanzar pendientes hasta del 58%, escarpadas.

El Río Aburrá recibe las aguas de numerosas quebradas a ambas márgenes, quebradas que en su mayoría se caracterizan por presentar un alargamiento en sus cauces, en direcciones preferentes Norte-Sur, tal es el caso de las quebradas Minas y La Salada.

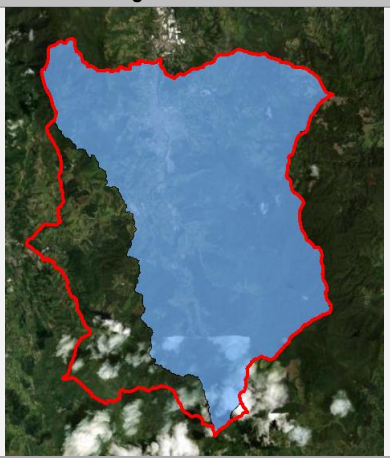
Todas estas quebradas presentan focos de desestabilización y de contaminación que sujetan a las comunidades implicadas a altos riesgos por inundación, deslizamientos y deterioro de la salud por las condiciones sanitarias, que soportan al estar sujetas a la conducta ecológica humana.

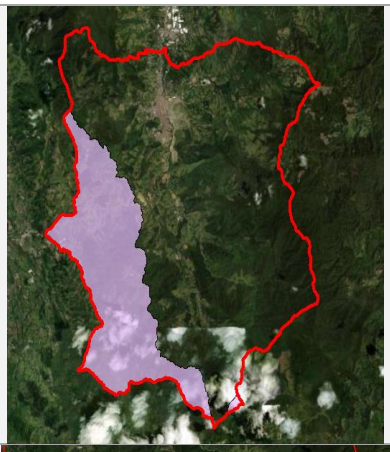
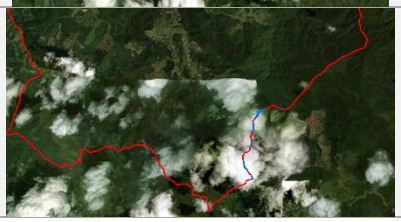
Las quebradas que se encuentran al margen derecho aguas abajo del Río Aburrá son: La Vieja, La Moladora que junto a la Santa Isabel conforman el nacimiento del Río, le siguen La Clara, La Brunera, La Corrala, La Corralita y La Miel. Sobre el margen izquierdo empezando de sur a norte tenemos las quebradas: Minas y La Salada, La Chuscala, La Valeria y La Raya. La quebrada La Valeria es de mucha importancia socioeconómica y cultural para la región, porque en ella se instalaron los primeros asentamientos humanos (fundadores), y porque de sus aguas se abastece el acueducto Municipal, que cubre una buena parte de la población.

En el caso particular del casco urbano del municipio de Caldas, se encontró que muchos de los afluentes que traviesan el mismo, presentan una problemática importante asociada a la ocupación de los cauces. Los afluentes urbanos fueron paulatinamente canalizados, invadidos y posteriormente sepultados bajo las construcciones actuales del Municipio. Debido a que dicho proceso se realizó de manera paulatina y sin planeación, se considera que las canalizaciones no atienden los parámetros técnicos requeridos y existen alta probabilidad de desarrollar procesos de inundación, socavación y colapso. Se requerirá que dichos afluentes sean cartografiados y se realice un análisis técnico de las condiciones actuales de los mismos, además, de los posibles riesgos asociados, las medidas de control y mitigación requeridas. También serán consideradas las implicaciones de la existencia de dichos afluentes y el manejo que les fue dado en las posibilidades de desarrollo de las zonas aledañas a los mismos.

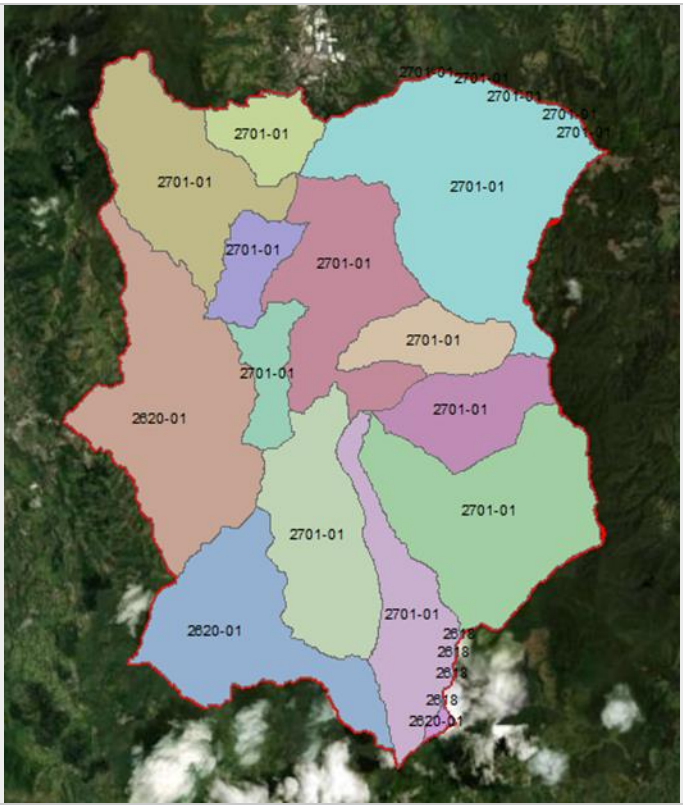
2.5.1. Áreas hidrográficas, cuencas y subcuencas

De acuerdo con el documento del IDEAM 2013 y la Cartografía del portal geográfico CORANTIOQUIA 2023, los niveles subsiguientes (NSS1, NSS2 y NSS3), definidos para el municipio son:

Nivel	Código	Nombre	Área (ha)	Imagen de referencia
NSS1	2620-01	Directos R. Cauca (md) - R. Amagá y Q. Sinifaná - NSS	3109.9	

NSS1	2701-01	Río Aburrá - NSS	10156.2	
NSS1	2618	Río Arma	1.537872	

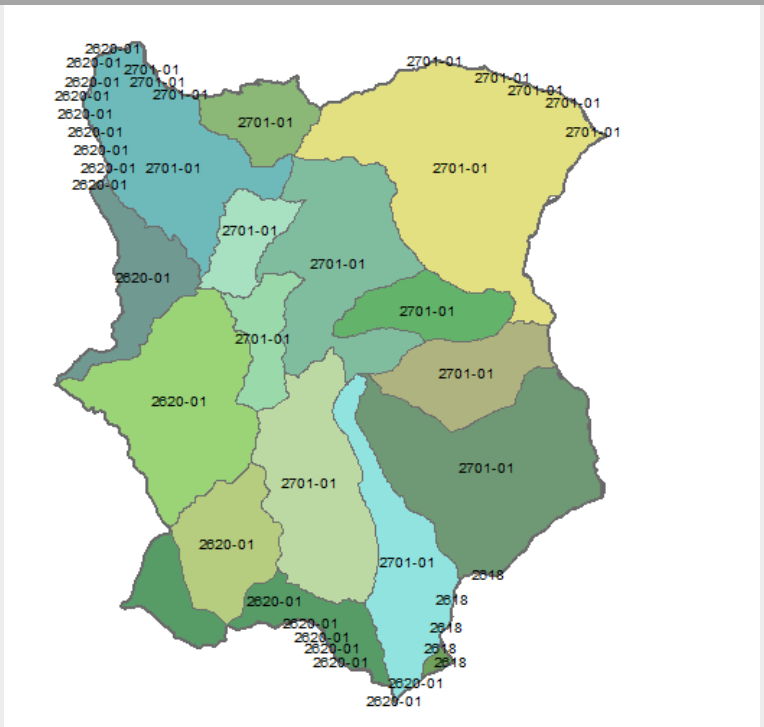
Nivel	Código	Nombre	Área (ha)
NSS2	2701-01-099	Q. LA SALADA	1103.52503
	2701-01-093	Q. LA VALERIA	1160.30761
	2701-01-094	Q. MANDALAY	316.185627
	2701-01-097	Q. LA LEJIA	314.966668
	2701-01-100	Q. LA MINA (Q. LAS MINAS)	796.67427
	2701-01-107	Q. LA CLARA	609.876729
	2701-01-109	Q. LA BRUNERA	446.311078
	2701-01-114	Q. LA MIEL	2198.11594
	2701-01-124	Q. LA AYURA	1.87392
	2701-01-119	Q. LA DOCTORA	0.72181
	2618-05-01-08	Directos R. La Miel (mi)	1.537872
	2620-01-04	R. Amagá	1839.22451
	2620-01-06	Q. La Sinifaná	1246.11411
	2620-01-08	R. Poblanco	24.604547
	2701-01-29	RIO ABURRA ALTO	1621.42432
	2701-01-60	DIRECTOS AL R. ABURRA A CALDAS	1217.37352
	2701-01-59	DIRECTOS AL R. ABURRA ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	368.914834
IMAGEN DE REFERENCIA			

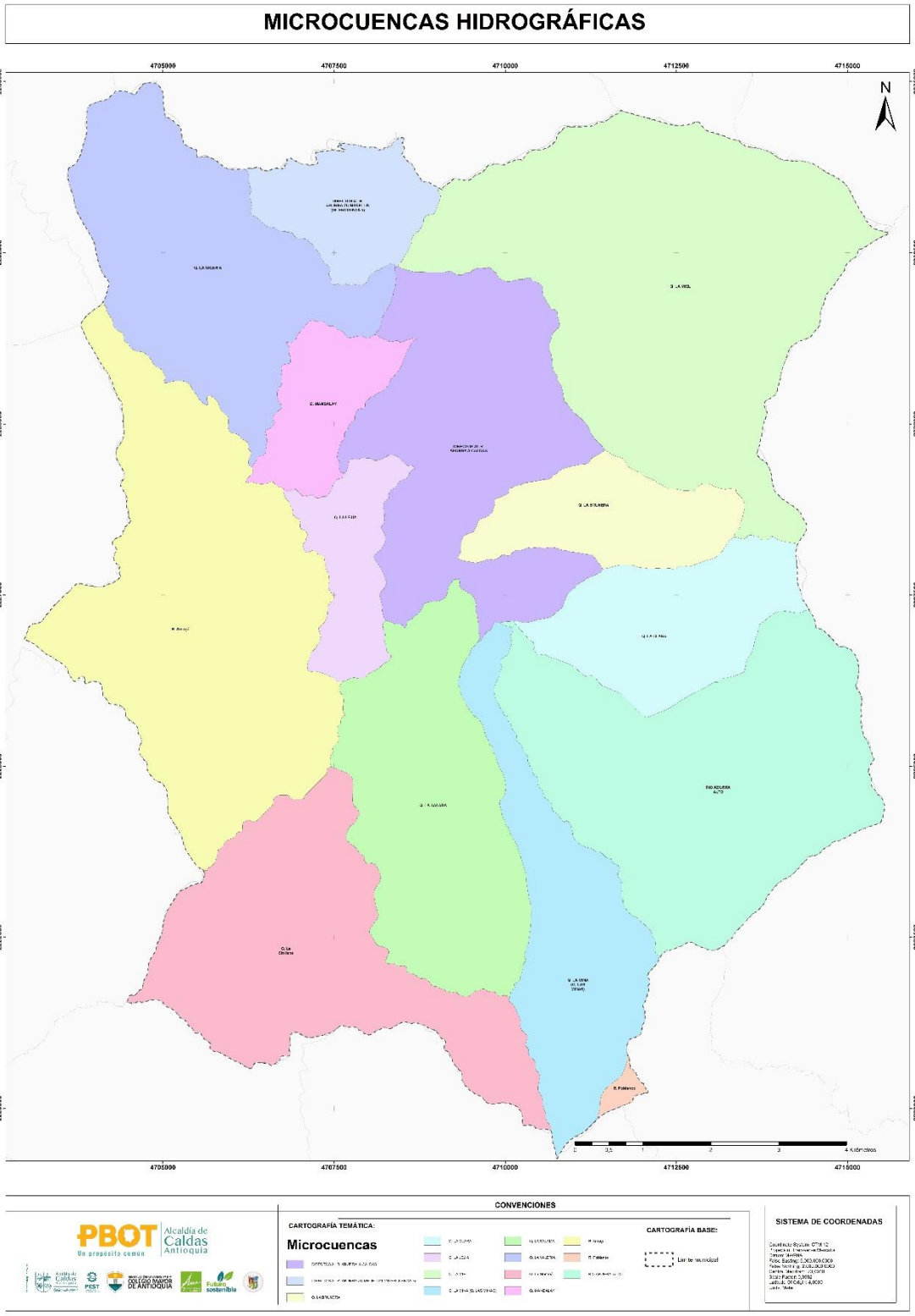


Nivel	Código	Nombre	Área (ha)
NSS3	2618-05-01-08-00	Directos R. La Miel (mi)	1.537872
	2620-01-06-01	Q. La Sinifaná	632.689306
	2620-01-06-16	Q. La Pena	610.03647
	2620-01-08-04	R. La Loma	24.604547
	2620-01-04-01	R. Amagá	1335.96142
	2620-01-04-12	Q. La Paja	497.905357
	2620-01-06-14	Q. La Playa	3.388337
	2620-01-04-14	Q. La Clara	5.357732
	2701-01-107-00	Q. LA CLARA	609.876729
	2701-01-109-00	Q. LA BRUNERA	446.311078
	2701-01-114-00	Q. LA MIEL	2198.11594
	2701-01-124-00	Q. LA AYURA	1.87392
	2701-01-119-00	Q. LA DOCTORA	0.72181
	2701-01-099-00	Q. LA SALADA	1103.52503
	2701-01-093-00	Q. LA VALERIA	1160.30761
	2701-01-094-00	Q. MANDALAY	316.185627
	2701-01-097-00	Q. LA LEJIA	314.966668
	2701-01-100-00	Q. LA MINA (Q. LAS MINAS)	796.67427
	2701-01-29-00	RIO ABURRA ALTO	1621.42432

Nivel	Código	Nombre	Área (ha)
	2701-01-60-00	DIRECTOS AL R. ABURRA A CALDAS	1217.37352
	2701-01-59-00	DIRECTOS AL R. ABURRA ZU MEDELLIN (INTERCUENCA 5)	368.914834

IMAGEN DE REFERENCIA





Mapa 12. Cuencas Hidrográficas.

2.5.2. Sistema hidrográfico superficial

Para identificar los suelos de protección asociados al sistema hidrográfico superficial, partiremos de la base establecida en el Acuerdo 014 de 2010, donde en el artículo 102 "*Del Suelo de Protección y sus categorías*", establecen los siguientes:

- **Áreas de protección de nacimientos de agua- Retiros**: Corresponde a las áreas donde afloran o brotan en forma natural las aguas que posteriormente conforman un cuerpo hídrico superficial. Al igual que las corrientes, tienen una zona de retiro en la cual se debe mantener la vegetación natural. Este retiro está determinado por una circunferencia de 100 metros de radio, desde el afloramiento.

  Áreas de protección de corrientes de agua- Retiros: Corresponde a las áreas de las rondas hidráulicas de los cuerpos de agua o fajas laterales de terreno localizadas en las márgenes de cuerpos y corrientes de agua, estos se miden a partir del cauce de la fuente, entendiéndose por cauce "la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias", tal como lo define el artículo 11 del Decreto 1541 de 1978.

  Según la clase de suelo los retiros se definen:

  En **suelo urbano consolidado**: 10 metros a la máxima cota de inundación.

  En **suelo de expansión urbana**: 30 metros a la máxima cota de inundación y en las zonas al interior de este, que se encuentren consolidadas el retiro será de 10 metros, siempre y cuando dichos retiros se conserven reforestados.

  En **suelo suburbano**: los retiros a corrientes serán de 30 metros a la cota máxima de inundación y 10 metros en las zonas consolidadas siempre y cuando dichos retiros se conserven reforestados.

  En **suelo rural**: los retiros a corrientes serán de 30 metros a la cota máxima de inundación.

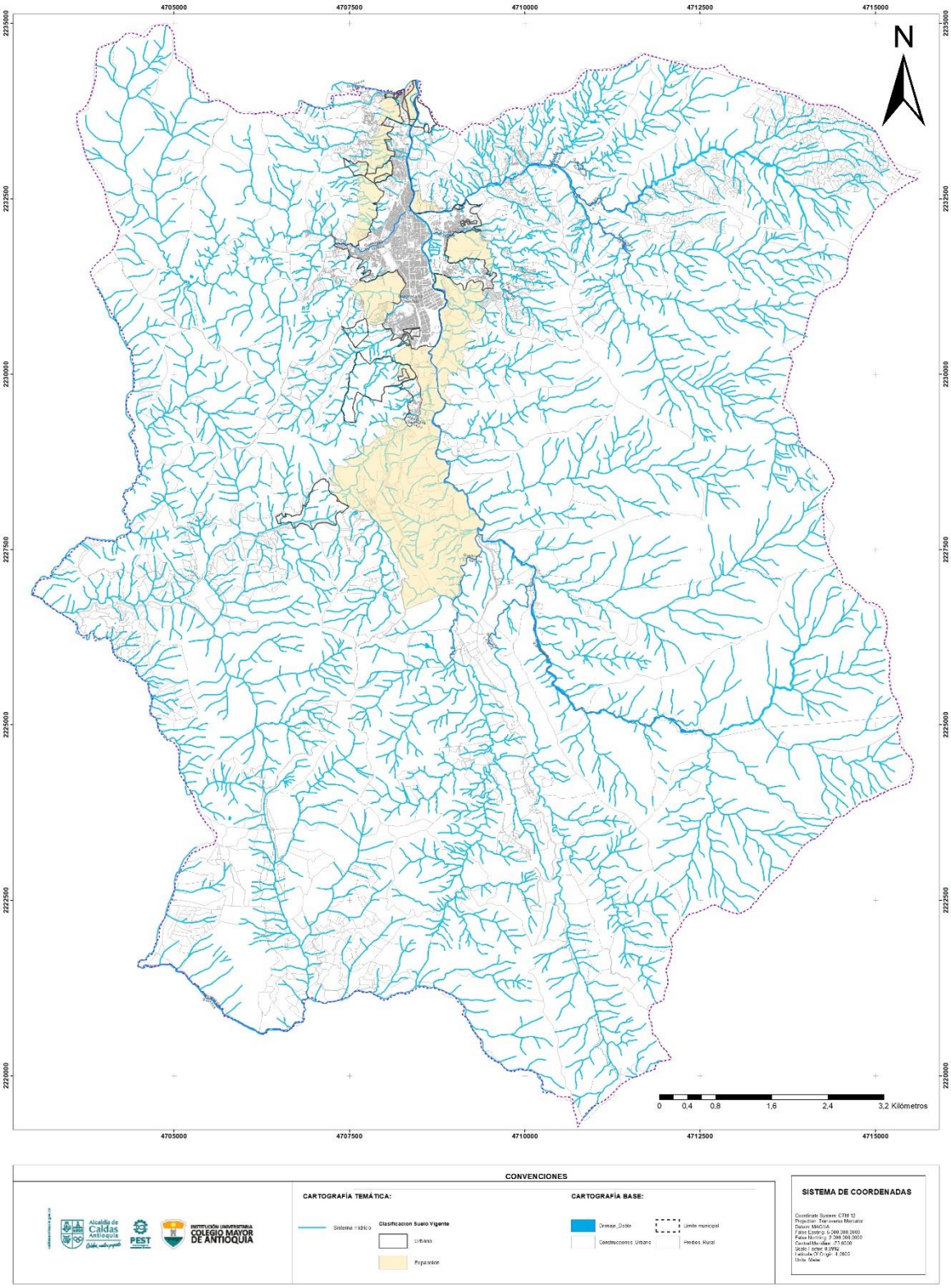
  Los retiros del **Río Aburrá y la Quebrada la Miel**, se definen de 30 metros a la cota máxima de inundación a lo largo de todo el Suelo Urbano.

En el Parágrafo 3 de este artículo, se estableció como retiro mínimo obligatorio al borde de las obras hidráulicas y/o de canalización 10 metros; y se determinó que en ningún caso se permitirán construcciones sobre las mismas o sobre otras obras de infraestructura.

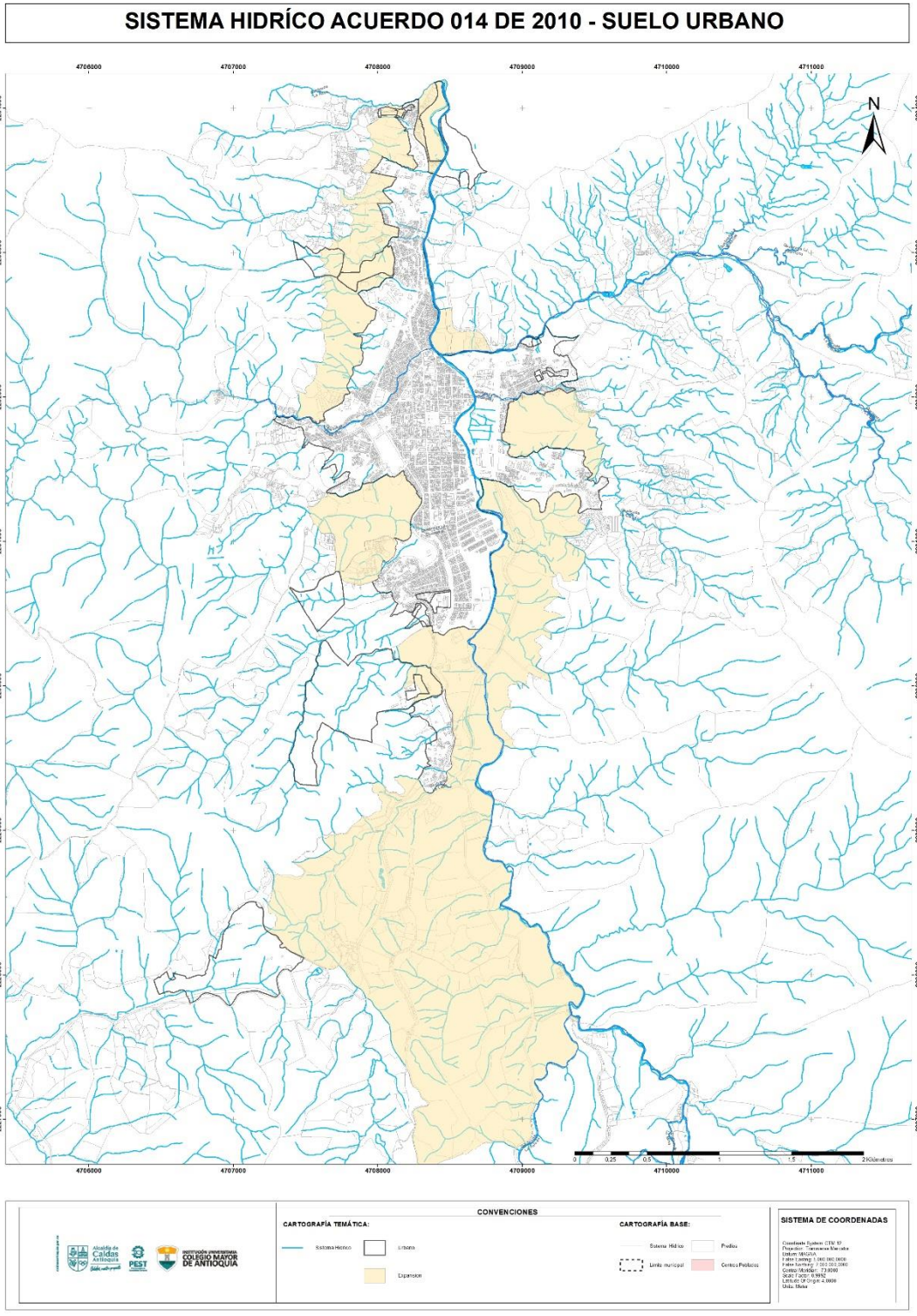
A partir de estas disposiciones el municipio de Caldas incorporó y protocolizó en el Acuerdo 014 de 2010, como suelo de protección asociado al sistema hídrico, el siguiente plano:

Mapa 13. Sistema hídrico superficial

SISTEMA HIDRÍCO ACUERDO 014 DE 2010



Mapa 14. Sistema hídrico zona urbana



El Acuerdo 014 de 2010, en este mismo artículo, estableció que el Municipio en un plazo de (18) meses, debía hacer el levantamiento de la red hídrica de la zona urbana. Este proyecto incluiría entre otros temas; el levantamiento de

estructuras, de procesos, vertimientos y captaciones, pero sería en los planes de ordenación de las quebradas donde se propondrían los retiros y sus usos.

Teniendo en cuenta que hasta el momento el municipio no ha realizado dicho levantamiento topográfico detallado, como se definió en el Acuerdo para zona urbana y el suelo rural, los vacíos e inconsistencias de la red hídrica continúan vigentes.

El municipio de Caldas se ubica en la zona alta de la Cordillera Central Colombiana y corresponde a una zona de divisoria de aguas, es decir, un sector donde nacen varios afluentes importantes que corresponde hidrográficamente a la parte alta de estas cuencas. En el municipio de Caldas se originan el rio Medellín (Aburrá), y los rio Amagá y la quebrada Sinifaná. La mayor parte del municipio corresponde a la parte alta de la cuenca del rio Aburrá, mientras que el extremo suroccidental corresponde a la cuenca alta de la cuenca del rio Amagá y la quebrada Sinifaná. Al ubicarse en la zona alta de la cordillera, el municipio de Caldas presenta un sistema hídrico complejo en donde se identifican en las múltiples cuencas, abundantes nacimientos, lagunas, humedales y pantanos.

El clima altamente lluvioso y las condiciones topográficas abruptas favorecen el desarrollo de espesas coberturas boscosas, factores que sumados dificultan el levantamiento de la cartografía del sistema hídrico del municipio. Al verificar las fuentes de información disponibles del sistema hidrográfico superficial, se identificaron vacíos de información, escalas inadecuadas y falta de reconocimiento oficial, lo que ha generado problemas relacionados con la gestión del sistema hidrográfico.

En relación con lo anterior, el actual proceso de revisión y ajuste del Plan Básico de Ordenamiento Territorial se convierte en una oportunidad para consolidar un sistema hidrográfico superficial lo más completo posible, analizando y articulando las siguientes fuentes cartográficas sobre la hidrología de Caldas:

- **Red Hídrica RedRio:** Esta red fue construida en el año 2014 a partir de la cartografía de SIGMA 2005 y se usaron otros geoprocesamientos tales como un modelo de acumulación de flujo para complementar la red y corrección de sumideros. Importante considerar que esta red solo se empleó como un recurso para validaciones en tramos de la red de los que se tuvieran dudas.
- **Red Hídrica PBOT Vigente:** Es importante considerar que la red de drenaje del POT vigente se construyó a partir de la cartografía de SIGMA 2005. Esta red tiene la dificultad de que las lagunas, humedales, pantanos y otros elementos de la red que corresponden a polígonos, son considerados como líneas, dificultando el tratamiento cartográfico.
- **Cartografía Hídrica Proyecto CartoAntioquia: F**ueron consultadas las bases cartográficas en escala 1:5.000 y 1:2.000, las cuales fueron levantadas entre los años 2009 y 2010. Ambas presentaban vacíos importantes en las zonas más altas del municipio, posiblemente debido a cobertura nubosa en el momento en que se realizaron las capturas de datos. También fueron identificados vacíos importantes en las zonas con coberturas urbanas, obras hidráulicas y con transformaciones antrópicas de los elementos que integran el sistema hidrográfico.En esta cartografía fueron identificados además de la red de drenaje, humedales, pantanos, lagunas y otros elementos que hacen parte del sistema hidrográfico superficial
- **Cartografía Drenajes Urbanos EPM:** Empresas Públicas de Medellín (EPM]) cuenta con el inventario de las corrientes que discurren por el perímetro urbano de los municipios del Valle de Aburrá mediante obras hidráulicas tales como coberturas o canales abiertos. En la presente revisión y ajuste del POT se trabajó con el inventario actualizado al año 2017, ya que es la última versión con la que cuenta el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, entidad que hizo entrega al municipio de la cartografía en mención.
- **Inventario de Humedales AMVA 2022:** En el marco del proyecto desarrollado entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Instituto Alexander von Humboldt, el cual tenía como objeto “Identificar los humedales

urbanos, su biodiversidad, aspectos ambientales y demás ecosistemas que impactan la resiliencia frente al cambio climático en el territorio del Área Metropolitana Valle de Aburrá" se inventariaron 7 humedales; de los cuales 4 están ubicados en el perímetro urbano (humedal El Chorro, humedal Las Margaritas, laguna Rosinda y humedal Parque de las Tres Aguas), 2 en el de expansión (humedal Los Naranjos y lago Finca El Álamo) y 1 en el rural (Nacimiento del río Aburrá).

- **Ojos de Sal:** Información subministrada por el AMVA donde se identificó un ojo de sal en el municipio de Caldas.
- **Red Hídrica Estudios Básicos de Amenaza y Riesgo:** Durante la realización de los estudios básicos de amenaza y riesgo se construyó una red hídrica para el municipio a partir del modelamiento hidráulico utilizado para las inundaciones y avenidas torrenciales. Esta red es propia del proceso y no se encuentra concertada con las autoridades ambientales.

Procurando construir el temático correspondiente a la red de drenaje, lo más completo y acertado posible para el municipio de Caldas, se realizaron varias mesas de trabajo con las autoridades ambientales competentes, Área metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). En estas mesas se identificó la necesidad de la construcción de una red hídrica integrada para el municipio de Caldas y se definió la metodología para la construcción de esta de manera conjunta.

Para el suelo urbano del municipio, se partió de la base cartográfica protocolizada en el Acuerdo N°14 de 2010, al momento de revisar esta cartografía se identificaron discontinuidades en los drenajes y en la zona más concéntrica del municipio se identificaron pocos drenajes cartografiados, es por ello que se procedió a revisar la cartografía base generada por el proyecto CartoAntioquia a escala 1:2.000, encontrándose que esta red es más completa, adicionalmente se revisó con la ortofoto y curvas de nivel del mismo proyecto y con las curvas de nivel de SIGMA 2005 (Cartografía empleada en el PBOT vigente) y se evidenció que está más ajustada a los alineamientos de las corrientes, por lo que se decidió hacer uso de esta red y completarla con los tramos de la red del Acuerdo N°14 de 2010 que no fueron levantados en CartoAntioquia.

Esta cartografía presentaba, además de los drenajes dobles y sencillos, humedales, jagüeyes, embalses, pantanos, lagunas, madreviejas y otros elementos. Fueron considerados cada uno de ellos para evidenciar e integrar los distintos elementos del sistema hidrográfico.

Se definió que para el municipio de Caldas son importantes en esta base cartográfica los drenajes dobles, drenajes sencillos, humedales, jagüeyes, lagunas y pantanos, aclarando que no fueron integrados la totalidad de los reportados en el proyectoCartoAntioquia, toda vez que se pudo verificar en campo y a través de fotointerpretación que varios de los elementos correspondían a piscinas y a otros elementos de urbanismo.

En un segundo momento se realizó la verificación de los drenajes urbanos por medio de los levantamientos topográficos realizados por EPM en el año 2017. Siendo los levantamientos de EPM de mayor precisión que cualquiera de las versiones de la cartografía base oficializada por el IGAC, ya que es claro que la cartografía base es una foto en determinado momento del tiempo, lo que imposibilita identificar las corrientes que tengan coberturas hidráulicas. Dado que no es objeto de EPM completar la red hídrica del municipio, se hicieron unos recorridos de campo con el fin de identificar las posibles conexiones entre las obras hidráulicas y las corrientes que estaban en su estado natural. Para el municipio de Caldas es muy claro que un recorrido no constituye una decisión final, es por ello que el proyecto establecido en el acuerdo N°14 de 2010 sobre levantamiento de la red hídrica en la zona urbana del municipio debe continuar vigente para así disminuir la incertidumbre y tener un Sistema Hidrográfico lo más completo posible.

Como última etapa y una vez integrada la información de las etapas anteriores, se realizó la corrección topológica de la red hídrica, verificando que no se presentaran drenajes cortados o zonas donde los nodos de las líneas o polígonos no coincidieran.

Para el suelo de Expansión urbano el punto de partida fue la cartografía básica del proyecto CartoAntioquia, 2010, se usó las redes a escala 1:2000 y 1:5000, en los casos donde se presentaban intermitencias o vacíos de información, se realizó complemento con la red hídrica protocolizada en el Acuerdo N°014 de 2010.

Para el suelo rural, como se mencionó anteriormente se sostuvieron mesas técnicas con la autoridad ambiental CORANTIOQUIA en las que se llegaron a acuerdos de cómo se realizaría el complemento y revisión del Sistema Hidrográfico para el suelo rural Entendiéndose que se vuelve mucho más complejo revisarlo por la extensión del territorio, por lo que en dichas mesas se tomó la decisión de dejar la red hídrica protocolizada en el Acuerdo N°014 de 2010.

La red hídrica complementada es una red consistente, ajustada cartográficamente, que permite identificar los elementos que componen dicha red y la extensión de estos, sin vacíos cartográficos y en una escala adecuada para el ordenamiento ambiental del territorio municipal, que servirá como insumo para la delimitación de las áreas forestales protectoras y la priorización de medidas de manejo

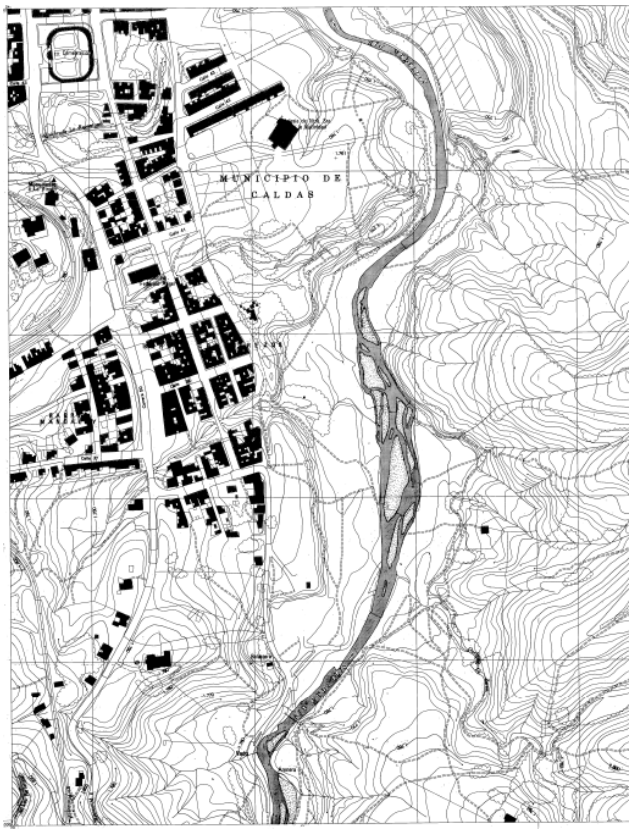
Se indica que en esta etapa se realiza un ajuste en el alineamiento del rio, dado que este había sido modificado en el marco de la resolución N° AS-4084 del 25 de julio de 2.007 emanada por CORANTIOQUIA que otorgó licencia ambiental global para la explotación de material aluvial sobre la margen izquierda del río Aburrá, actividades relacionadas con la extracción, beneficio (trituración, clasificación, y lavado), acopio de material sin procesar y procesado, oficinas, parque de maniobras, entre otras. Esta actividad igualmente esta soportada en el contrato de Concesión minera 7440 de la Secretaría de Minas de la Gobernación de Antioquia. En el año 2008, por medio de la resolución 0469, se autorizó la ejecución del Plan de Abandono del Proyecto “Explotación Mina La Raya”. Es de anotar que en este proceso se otorgó permiso de ocupación de cauce.

E importante indicar, que esta licencia coincide con una zona incorporada al perímetro urbano por medio del acuerdo 009 de 2016. Dicho predio a la fecha (2023) cuenta con licencia urbanística y de construcción. Dadas las condiciones de este polígono en el cual existe un lleno antrópico, previo a la licencia, el interesado debe realizar estudios geotécnicos, hidrológicos o los que apliquen para determinar la estabilidad y capacidad de carga.

En la revisión igualmente se encontró una diferencia en el alineamiento con el alineamiento de CartoAntioquia y el POT vigente en un tramo en el suelo urbano, por lo que se procede a revisar la cartografía del IGAC del 1971 y se encontró que los dos tramos conforman una geoforma que hace parte de la dinámica fluvial del rio.

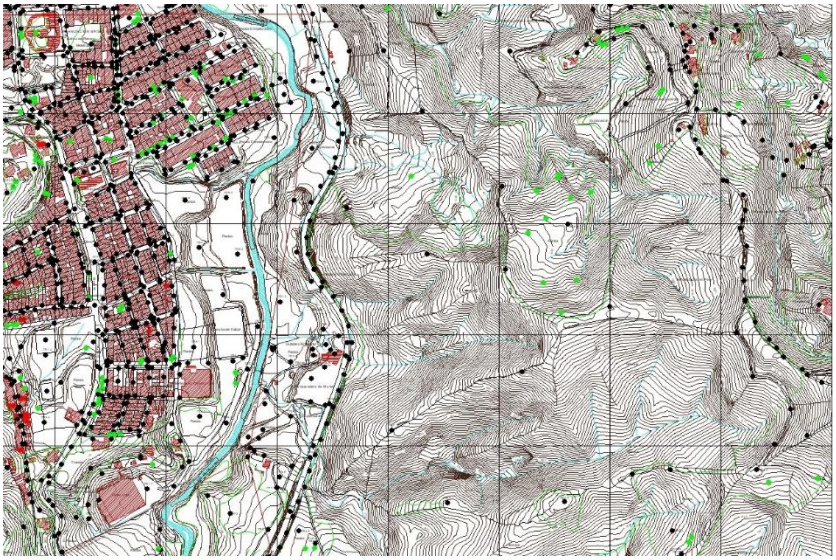
Para este tramo se deje los dos alineamientos que hacen parte de la red del POT vigente y CartoAntioquia:

Plancha del IGAC de 1971, escala 1: 2.000

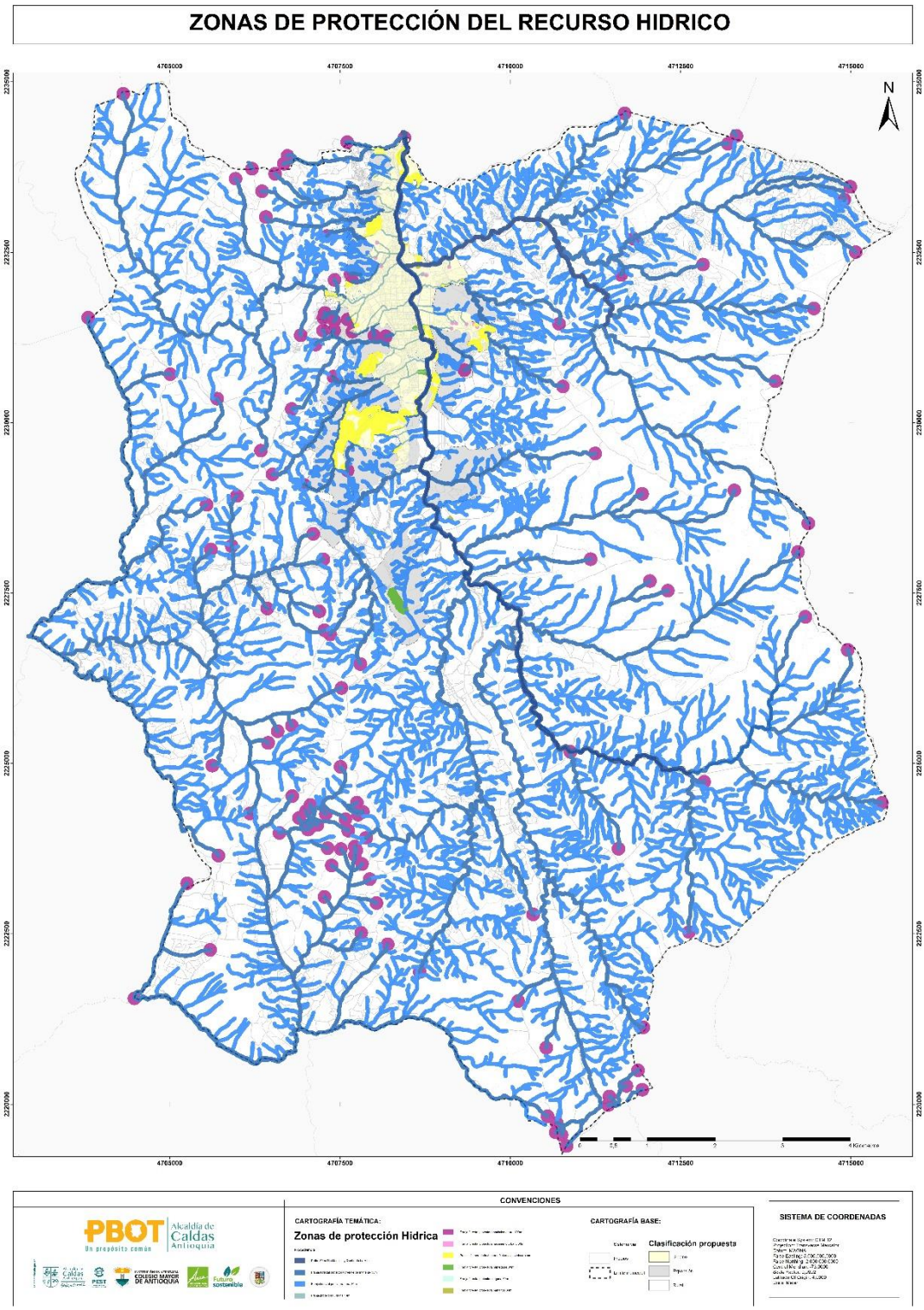


En esta plancha se encontró que el rio tenía un comportamiento trenzado constituyendo una serie de canales separados por bancos de arena el cual contienen los dos alineamientos identificados en esta revisión.

En esta imagen de EPM 1998, escala 1:2.000, se evidencia los cambios en el alineamiento por la dinámica fluvial del rio:

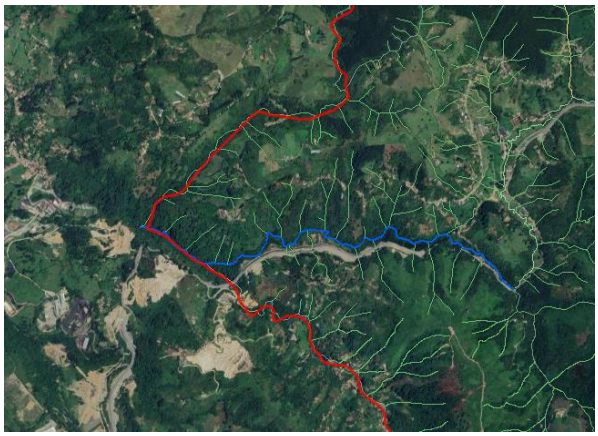


Mapa 15. Sistema Hídrico propuesto



2.5.2.1. Red hídrica Principal

A continuación, se presenta la descripción de las principales cuencas del municipio:

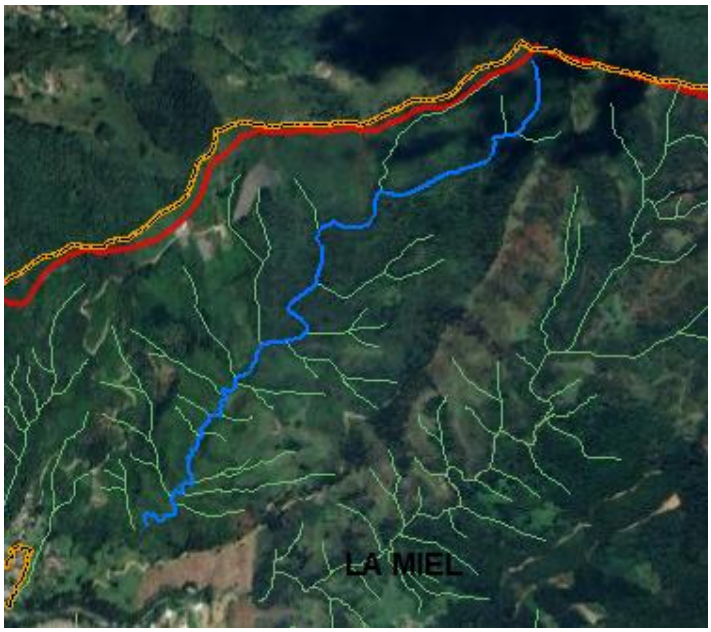
Fuente hídrica principal	Río Amagá
Municipio de nacimiento	Amagá
cota de nacimiento (msnm)	2000
Veredas que atraviesa	Piedecuesta, La Maní del Cardal y Salinas
Desembocadura	Quebrada el Cardal. Quebrada La Salina.
Cota de desembocadura (msnm)	600
Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal, Vegetación secundaria o en transición, Pastos arbolados y Tejido urbano discontinuo
principales afluentes	Quebrada la Paja y Quebrada la Maní
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada Sinifaná
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2100
Veredas que atraviesa	Sinifaná La Maní del Cardal
Desembocadura	Río Cauca
Cota de desembocadura (msnm)	600
Coberturas terrestres dominantes	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales Mosaico de pastos y cultivos vegetación secundaria o en transición Plantación forestal
principales afluentes	Quebrada Borracha (Quebrada la Peña) Quebrada La Selva (Quebrada La Sucia)

Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Romera
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2038
Veredas que atraviesa	La Miel
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Bosque fragmentado Bosque denso Pastos limpios
principales afluentes	Quebrada San José

Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Tablacita
Municipio de nacimiento	Sabaneta
cota de nacimiento (msnm)	1738
Veredas que atraviesa	La Miel
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Pastos enmalezados vegetación secundaria o en transición Bosque fragmentado
principales afluentes	Quebrada la Sucia
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada la Miel
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2800
Veredas que atraviesa	La Clara La Miel
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Bosque fragmentado, Pastos limpios, Plantación forestal y Vegetación secundaria o en transición.
principales afluentes	Quebrada el Cebadero y Quebrada la Ahumada
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Clara
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2433
Veredas que atraviesa	La Clara y La Salada Parte Baja
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Bosque denso, Bosque fragmentado, Vegetación secundaria o en transición, Plantación forestal, Moscaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Tejido urbano discontinuo

principales afluentes	Quebrada Santa Barbara, Quebrada La Mazo, Quebrada Caniarana, Quebrada la Balastrera,Quebrada la Bramadora, Quebrada la Honda y Quebrada Javielina
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Moladora
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2900
Veredas que atraviesa	La Clara El 60
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Bosque denso, Vegetación secundaria o en transición, Pastos Enmalezados y Bosque fragmentado
principales afluentes	Quebrada la Vieja y Quebrada Santa Isabel
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada la Mina
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	1934

Veredas que atraviesa	Salada Parte Alta y Salada Parte Baja
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios, Vegetación secundaria o en transición, Plantación forestal, Pastos enmalezados y Zona industrial o comercial
principales afluentes	Quebrada Mermejala y Quebrada el Molino
Ilustración	

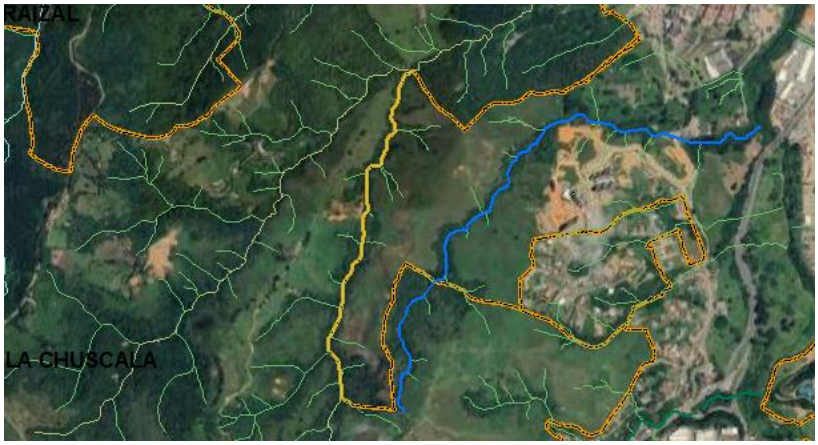
Fuente hídrica principal	Quebrada la Salada
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2100
Veredas que atraviesa	Cardalito Salada Parte Alta
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal, Pastos limpios, Pastos enmalezados, Cultivos confinados y Vegetación secundaria o en transición
principales afluentes	Cañada Limoncito y Quebrada La Montoya

Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La lejía
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2000
Veredas que atraviesa	La Maní del Cardal La Quiebra
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Vegetación secundaria o en transición, Pastos arbolados, Plantación forestal, Tejido urbano discontinuo, Pastos enmalezados, Zonas verdes urbanas y Ríos
principales afluentes	Quebrada La Juntas Quebrada San Francisco

Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Rápida
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2000
Veredas que atraviesa	La Chuscala
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Vegetación secundaria o en transición, Zonas verdes urbanas, Pastos arbolados, Tejido urbano discontinuo y Ríos
principales afluentes	

Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada Mandalay
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2100
Veredas que atraviesa	La Chuscala
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Pastos limpios, Bosque de galería y/o ripario, Tejido urbano continuo, Red vial ferroviaria y terrenos asociados
principales afluentes	Quebrada La Piedrahita
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Valeria

Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2600
Veredas que atraviesa	El Cano y La Valeria
Desembocadura	Río Aburrá
Cota de desembocadura (msnm)	1300
Coberturas terrestres dominantes	Vegetación secundaria o en transición, Pastos enmalezados, Plantación forestal, Bosque fragmentado, Zona industrial o comercial y Pastos arbolados
principales afluentes	Quebrada La Reventona y Quebrada Cañada Honda
Ilustración	

Fuente hídrica principal	Quebrada La Maní el Cardal
Municipio de nacimiento	Caldas
cota de nacimiento (msnm)	2100
Veredas que atraviesa	La Maní del Cardal y Salinas
Desembocadura	Río Amagá
Cota de desembocadura (msnm)	1500
Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal, Zona de extracción minera, Red vial ferroviaria y terrenos asociados, Mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, Bosque de galería y/o ripario, Vegetación secundaria o en transición.
principales afluentes	Quebrada la Tigra

Ilustración	

2.5.2.2. Cuerpos Lénticos

A continuación, se presenta la descripción de los cuerpos lénticos en el municipio, como lo son lagunas, ojos de sal, pantanos, humedales y jagüey, identificados por el Área Metropolitana Valle de Aburrá y el Instituto Alexander von Humboldt y en la cartografía base de CartoAntioquia

A través del proyecto desarrollado entre el Área Metropolitana Valle de Aburrá y el Instituto Alexander von Humboldt realizado mediante convenio 1031 de 2021 , el cual tiene como objeto *"Identificar los humedales urbanos, su biodiversidad, aspectos ambientales y demás ecosistemas que impactan la resiliencia frente al cambio climático en el territorio del Área Metropolitana Valle de Aburrá"* se inventariaron 7 humedales para el municipio de Caldas; de los cuales 4 están ubicados en el perímetro urbano (humedal El Chorro, humedal Las Margaritas, laguna Rosinda y humedal Parque de las Tres Aguas), 2 en el de expansión (humedal Los Naranjos y lago Finca El Álamo) y 1 en el rural (Nacimiento del río Aburrá).

Cabe resaltar, que en dicho proyecto no se incluyen los límites biofísicos de estos humedales, ya que la delimitación no hace parte de su alcance. El estudio llega hasta entregar un inventario de puntos para todo el territorio del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuya identificación parte del reconocimiento social de cuerpos de agua por parte de pobladores y tomando como premisa la definición de humedal por parte de resoluciones Ramsar "Tipo de ecosistema que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permite la acumulación de agua —temporal o permanente— y que da lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones".

Los puntos de los humedales reportados para toda el Área Metropolitana, se pueden consultar en https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1AnEW4qexWIjmlcQL6WhNALdaX6Llz2k&usp=sharing y la descripción de cada uno de los elementos pertenecientes al municipio de Caldas, se relaciona a continuación, retomando los textos del estudio de identificación de humedales mencionados anteriormente:

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los elementos pertenecientes al municipio de Caldas, retomando los textos del estudio de identificación de humedales mencionados anteriormente, así como fotografías tomadas para los humedales urbanos El Chorro, Laguna Rosinda y Parque de las Tres Aguas, en visita de campo realizada el día 25 de abril del presente año,

por profesionales de la Subdirección de Planeación Integral del AMVA en compañía de funcionarios de Planeación del municipio, en el marco del proceso de revisión y ajuste de largo plazo del PBOT.

- ***Humedal El Chorro***

Tipo: *Humedal ribereño* – **Jurisdicción**: Área Metropolitana Valle de Aburrá

Descripción: ubicado cerca de la calle 142 sur con carrera 48 sobre la zona de retiro del río Aburrá, reportado por las comunidades como muy intervenido. Durante la visita de campo se encontró que el predio está totalmente encharcado por la estela de inundación que deja una pequeña corriente hídrica sin identificar, la cual desemboca en el río en este punto y se registra con altos niveles de contaminación. Se reportan gramíneas y algunos arbustos de porte bajo.



- ***Humedal Las Margaritas***

Tipo: *Nacimiento* – **Jurisdicción**: Área Metropolitana Valle de Aburrá

Descripción: ubicado en la finca El Álamo que corresponde a un pequeño espejo de agua rodeado de potreros con gramíneas y árboles de porte alto como Urapanes, Pinos y Palmas. El propietario asegura que la acumulación hídrica se da porque anteriormente en el lugar solían entrenar caballos, sin embargo, en otras zonas planas no ocurre lo mismo. Se registran algunas plantas asociadas a ecosistemas acuáticos y renacuajos, dentro del ecosistema acuático. En la canalización de la quebrada se logra observar un aparente encharcamiento y alguna vegetación asociada, tal vez por el represamiento de esta cuando posee mayor caudal. Donde se canaliza la corriente hídrica hay una obra de infraestructura en construcción que ha tenido algunos inconvenientes en su avance por problemas de estabilidad del terreno.



- ***Humedal Los Naranjos***

Tipo: *Humedal ribereño* – **Jurisdicción**: Corantioquia

Descripción: ubicado en la zona rural de Caldas fue reportado por las comunidades como el más conservado del municipio. Se localiza en la finca Los Naranjos y corresponde a un ecosistema léntico asociado a la cañada La Rápida. Presenta vegetación hidrófila y requiere aislamiento para controlar el acceso del ganado.

- ***Humedal Parque de las Tres Aguas***

Tipo: *Humedal ribereño* – **Jurisdicción**: Área Metropolitana Valle de Aburrá

Descripción: Este humedal se ubicaba sobre la planicie inundable del río Aburrá, en la confluencia con las quebradas La Valeria y la Miel. Fue reportado por las comunidades y con la visita se evidencia encharcamiento y vegetación riparia, también se observan asentamientos humanos o viviendas en las rondas hídricas.



- ***Lago Finca El Álamo***

Tipo: *Reservorio de agua* – **Jurisdicción**: Corantioquia

Descripción: En la finca El Álamo encontramos que una pequeña corriente de agua sin identificar es conducida por medio de una acequia hasta un lago de piedra y cemento, la cual presenta vegetación hidrófila. El sitio está rodeado por un potrero de gramínea, árboles frutales y guaduales. En todo el recorrido de la cañada se observa un alto nivel freático en el suelo.

- ***Laguna Rosinda***

Tipo: *Humedal ribereño* – **Jurisdicción**: Área Metropolitana Valle de Aburrá

Descripción: Ubicado en un predio privado al que no se pudo acceder, desde la distancia se observa un potrero en el borde del río Aburrá y una zona de vegetación riparia más alta. Reportado por las comunidades como muy intervenido, fue posible observar en las imágenes satelitales una depresión, pero sin confirmar la presencia de agua o plantas acuáticas.

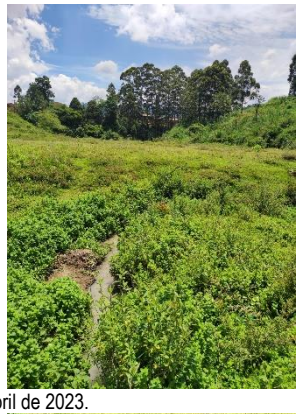


- ***Nacimiento del río Aburrá***

Tipo: *Nacimiento* – **Jurisdicción**: Corantioquia

Descripción: En el sector del Alto de San Miguel, se encuentran los afloramientos de agua que dan origen la principal fuente hídrica de la región. Durante los talleres comunitarios los asistentes del municipio de Caldas recordaron la importancia que tiene para todo el valle de Aburrá el nacimiento del río.





Fotografías en humedal El Chorro, tomadas en visita de campo del día 25 de abril de 2023.





Fotografías en humedal El Chorro, tomadas en visita de campo del día 25 de abril de 2023.



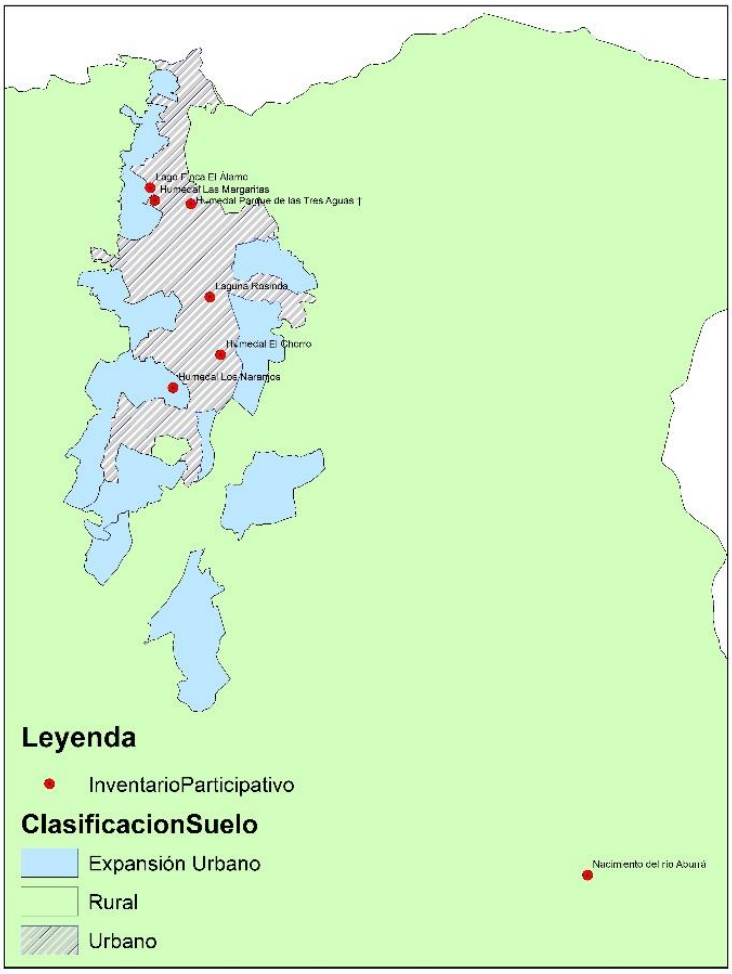


Fotografías en humedal Parque de las Tres Aguas, tomadas en visita de campo del día 25 de abril de 2023.





Fotografías tomadas del mapa Inventario participativo de humedales del río Aburrá del Instituto Humboldt (2022).



Inventario Humedales identificados por el Instituto Humboldt para el municipio de Caldas

A continuación, se presenta la descripción de los cuerpos lenticos incorporados de la cartografía base de CartoAntioquia:

Nombre	Laguna 1
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada la Mina
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	La Salada Parte Baja
Área (ha)	0,022214
Coberturas terrestres dominantes	Tejido urbano discontinuo

Ilustración	

Nombre	Laguna 2
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada la lejía
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	La Quiebra
Área (ha)	0,323324
Coberturas terrestres dominantes	Pastos arbolados
Ilustración	

Nombre	Laguna 3
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada la lejía
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	La Quiebra
Área (ha)	0,011776
Coberturas terrestres dominantes	Pastos limpios

Ilustración	

Nombre	Laguna 4
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada Santa Gertrudiz
Cota (msnm)	2700
Barrio	N/A
Vereda	La Miel
Área (ha)	0,014222
Coberturas terrestres dominantes	Mosaico de pastos y cultivos
Ilustración	

Nombre	Laguna 5
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	La Miel
Área (ha)	0,010054
Coberturas terrestres dominantes	Pastos arbolados

Ilustración	

Nombre	Laguna 6
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	2400
Barrio	N/A
Vereda	La Miel
Área (ha)	0,011909
Coberturas terrestres dominantes	Pastos limpios
Ilustración	

Nombre	Laguna 7
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	2500
Barrio	N/A
Vereda	La Miel
Área (ha)	0,035839
Coberturas terrestres dominantes	Bosque fragmentado

Ilustración	

Nombre	Laguna 8
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	2000
Barrio	N/A
Vereda	La Maní del cardal
Área (ha)	0,028914
Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios
Ilustración	

Nombre	Pantanos 1
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	2000
Barrio	N/A
Vereda	La corrala
Área (ha)	0,005522
Coberturas terrestres dominantes	Bosque de galería y/o ripario

Ilustración	

Nombre	Humedal
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada la Brunera
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	Primavera – Suelo de Expansión urbana
Área (ha)	3,052777
Coberturas terrestres dominantes	Pastos arbolados Vegetación secundaria o en transición Tierras desnudas y degradadas
Ilustración	

Nombre	Humedal Rural
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	Primavera
Área (ha)	0,227216

Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios Pastos arbolados Red vial ferroviaria y terrenos asociados
Ilustración	

Nombre	Pantanos 2
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1800
Barrio	N/A
Vereda	Primavera
Área (ha)	0,155205
Coberturas terrestres dominantes	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Ilustración	

Nombre	Pantanos 4
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1800
Barrio	N/A

Vereda	La Miel
Área (ha)	0,029602
Coberturas terrestres dominantes	Zona industriales y comerciales
Ilustración	

Nombre	Jaguey 1
Fuente hídrica que lo surte	Quebrada La Valeria
Cota (msnm)	2000
Barrio	N/A
Vereda	La Valeria
Área (ha)	0,091111
Coberturas terrestres dominantes	Pastos enmalezados Tejido urbano discontinuo
Ilustración	

Nombre	Jaguey 2
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	Salinas
Área (ha)	0,046022
Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios
Ilustración	

Nombre	Jaguey 3
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	Salinas
Área (ha)	0,097418
Coberturas terrestres dominantes	Pastos arbolados Tejido urbano discontinuo
Ilustración	

Nombre	Jaguey 4
Fuente hídrica que lo surte	N/A

Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	Salinas
Área (ha)	0,005169
Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios
Ilustración	

Nombre	Jaguey 5
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1800
Barrio	N/A
Vereda	Primavera
Área (ha)	0,143727
Coberturas terrestres dominantes	Tejido urbano discontinuo
Ilustración	

Nombre	Jaguey 6
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1900
Barrio	N/A
Vereda	La Corrala

Área (ha)	0,007156
Coberturas terrestres dominantes	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Ilustración	

Nombre	Jaguey 7
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	2200
Barrio	N/A
Vereda	La Salada Parte Alta
Área (ha)	0,032675
Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal
Ilustración	

Nombre	Jaguey 8
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1600
Barrio	N/A
Vereda	Cardalito
Área (ha)	0,004591

Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal
Ilustración	

Nombre	Jaguey 9
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1600
Barrio	N/A
Vereda	Caldalito
Área (ha)	0,003674
Coberturas terrestres dominantes	Plantación forestal
Ilustración	

Nombre	Ojo de Sal
Fuente hídrica que lo surte	N/A
Cota (msnm)	1800
Barrio	N/A
Vereda	Salinas
Área (ha)	N/A
Coberturas terrestres dominantes	Pastos Limpios

Ilustración	

2.5.2.3. Microcuencas abastecedoras de acueducto

A continuación, se presenta una descripción de las microcuencas que surten los acueductos veredales:

Nombre	Sin Nombre
Sistema	JAC La Miel
Área (ha)	0,055
Vereda	La Miel
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Coberturas terrestres	Pastos enmalezados
Ilustración	
Nombre	La Miel
Sistema	La Corrala
Área (ha)	0,389
Vereda	La Clara
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2450

Coberturas terrestres	Bosque fragmentado Vegetación secundaria o en transición
Ilustración	
Nombre	La Corrala
Sistema	La Corrala
Área (ha)	0,029
Vereda	La Corrala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Plantación forestal
Ilustración	
Nombre	La Clarita
Sistema	La Clara
Área (ha)	0,128
Vereda	La Clara
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Plantación forestal

Ilustración	
Nombre	Sin nombre
Sistema	La Primavera
Área (ha)	0,43
Vereda	Rural Primavera
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2150
Cobertura terrestre	Bosque de galería y/o riparioPlantación forestal
Ilustración	
Nombre	Las Minas
Sistema	La Salada
Área (ha)	0,083
Vereda	La Salada Parte Alta
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2000
Cobertura terrestre	Plantación forestal

Ilustración	
Nombre	La Chaquira
Sistema	La Sesenta
Área (ha)	0,068
Vereda	La Salada Parte Alta
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2300
Cobertura terrestre	Plantación forestal
Ilustración	
Nombre	Chuchas
Sistema	La Sesenta
Área (ha)	0,095
Vereda	La Salada Parte Alta
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2200
Cobertura terrestre	Plantación forestal

Ilustración	
Nombre	Moraima
Sistema	La Quiebra
Área (ha)	0,062
Vereda	La Maní del Cardal
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Pastos arbolados Bosque de galería y/o ripario
Ilustración	
Nombre	La Junta
Sistema	La Quiebra
Área (ha)	0,723
Vereda	La Quiebra
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrera	Bosque de galería y/o ripario Pastos arbolados

Ilustración	
Nombre	La Rapida
Sistema	ASDAR
Área (ha)	0,394
Barrio	La Almendra
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1850
Cobertura terrestre	Zonas verdes urbanas
Ilustración	
Nombre	La Piedrahita
Sistema	Madalay
Área (ha)	0,193
Vereda	La Chuscala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1850
Cobertura terrestre	Bosque de galería y/o ripario Zonas verdes urbanas

Ilustración	
Nombre	Mandalay
Sistema	Mandalay
Área (ha)	0,164
Vereda	La Chuscala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Bosque de galería y/o ripario
Ilustración	
Nombre	Cañada honda
Sistema	Raizal
Área (ha)	0,107
Vereda	La Chuscala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2000
Cobertura terrestre	Plantación forestal

Ilustración	
Nombre	La Reventona
Sistema	La Valeria
Área (ha)	0,381
Vereda	La Valeria
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Plantación forestal
Ilustración	
Nombre	El Cano
Sistema	El Cano
Área (ha)	0,039
Vereda	La Aguacatala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Bosque fragmentado
Ilustración	

Nombre	La Chalo
Sistema	Aguacatal
Área (ha)	0,081
Vereda	La Valeria
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2050
Cobertura terrestre	Plantación forestal
Ilustración	
Nombre	La Peñola
Sistema	El Cano
Área (ha)	0,058
Vereda	El Cano
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Bosque fragmentado
Ilustración	
Nombre	La Raya
Sistema	La Raya
Área (ha)	0,317
Vereda	La Raya
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Vegetación secundaria o en transición

Ilustración	
Nombre	La Peña
Sistema	La Raya
Área (ha)	0,172
Vereda	La Estrella – municipio
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Vegetación secundaria o en transición
Ilustración	
Nombre	San Francisco 1
Sistema	La Quiebra
Área (ha)	0,011
Vereda	La Maní del Cardal
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2000
Cobertura terrestre	Bosque de galería y/o ripario

Ilustración	
Nombre	San Francisco 2
Sistema	La Quiebra
Área (ha)	0,107
Vereda	La Maní del Cardal
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	2000
Cobertura terrestre	Vegetación secundaria o en transición
Ilustración	

Nombre	El Treinta
Sistema	Salinas
Área (ha)	1,416
Vereda	La Chuscala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Bosque de galería y/o ripario Pastos limpios

Ilustración	
Nombre	El Torbellino
Sistema	Salinas
Área (ha)	0,512
Vereda	Salinas
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Vegetación secundaria y/o en transición
Ilustración	

Nombre	Mal Paso
Sistema	Salinas
Área (ha)	0,64
Vereda	Salinas
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900

Cobertura terrestre	Vegetación secundaria y/o en transición
Ilustración	
Nombre	La Borracha
Sistema	Cardalito
Área (ha)	0,344
Vereda	Cardalito
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1850
Cobertura terrestre	Vegetación secundaria o en transición
Ilustración	
Nombre	Cardalito
Sistema	Mani del Cardal
Área (ha)	0,075
Vereda	La Mani del Cardal
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1950
Cobertura terrestre	Plantación forestal

Ilustración	
Nombre	La Chuscala
Sistema	La Chuscala
Área (ha)	0,394
Vereda	La Chuscala
Cota - Altura sobre nivel del mar m.s.n.m	1900
Cobertura terrestre	Plantación forestal
Ilustración	

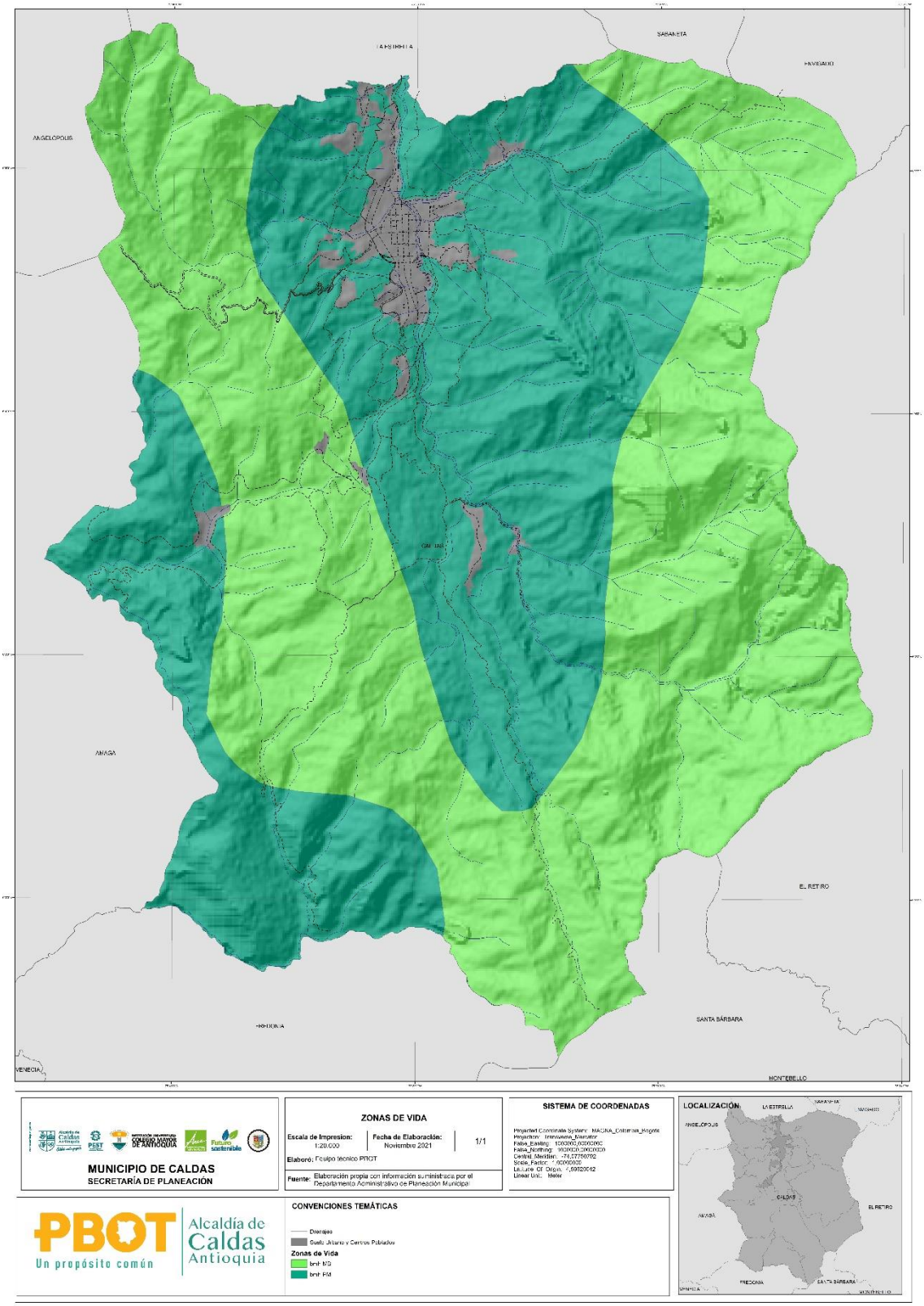
2.6. ZONAS DE VIDA

La interacción de estos factores climáticos: altitud, precipitación y biotemperatura, determinan la existencia de las zonas de vida o unidades bioclimáticas principales en determinada región. Para el municipio de Caldas, y debido a su variabilidad geográfica, se presentan 2 zonas de vida que estructuran los ecosistemas en el área.

El Bosque Muy Húmedo – Montano Bajo: bmh-MB, comprende el 52% del área total de la zona en las partes altas mayores a la cota 1950 metros sobre el nivel del mar, caracterizados por una biotemperatura media entre 12 y 18 grados centígrados y un promedio anual de lluvias entre 2.000 y 4.000 milímetros.

Bosque Muy Húmedo-Premontano: bmh-PM, cubre el 48% del área, en el extremo Sur-Occidental de Caldas, tiene una biotemperatura entre 18 y 24 grados centígrados y un promedio anual de lluvias entre 2.000 y 4.000 milímetros.

Las coberturas naturales del municipio de Caldas se encuentran conservadas principalmente en las partes altas. Este grado de conservación representa una importante oportunidad para el desarrollo ecoturístico, la captación de bonos de carbono o el pago por servicios ambientales. Es importante que el municipio y las autoridades ambientales respectivas desarrollen proyectos que permitan la conservación de dichas zonas de vida a través de las coberturas conservadas, mientras se garantiza el desarrollo sostenible del municipio.



Mapa 16. Zonas de vida.

2.7. PENDIENTES

A nivel general, el municipio de Caldas se caracteriza por el predominio de fuertes pendientes, sin embargo, hacia la zona urbana imperan las pendientes bajas debido a la importancia de los procesos aluviales de deposición y a las explanaciones realizadas para la adaptación de predios. Hacia los límites del perímetro urbano se presentan pendientes que oscilan entre 25-40% y 40-60%. La distribución de pendientes en el municipio de Caldas (Mapa 17, Tabla 119) refleja la geografía montañosa predominante.

Tabla 119. Distribución de los rangos de pendiente en hectáreas y porcentaje respecto al área total de la zona de estudio

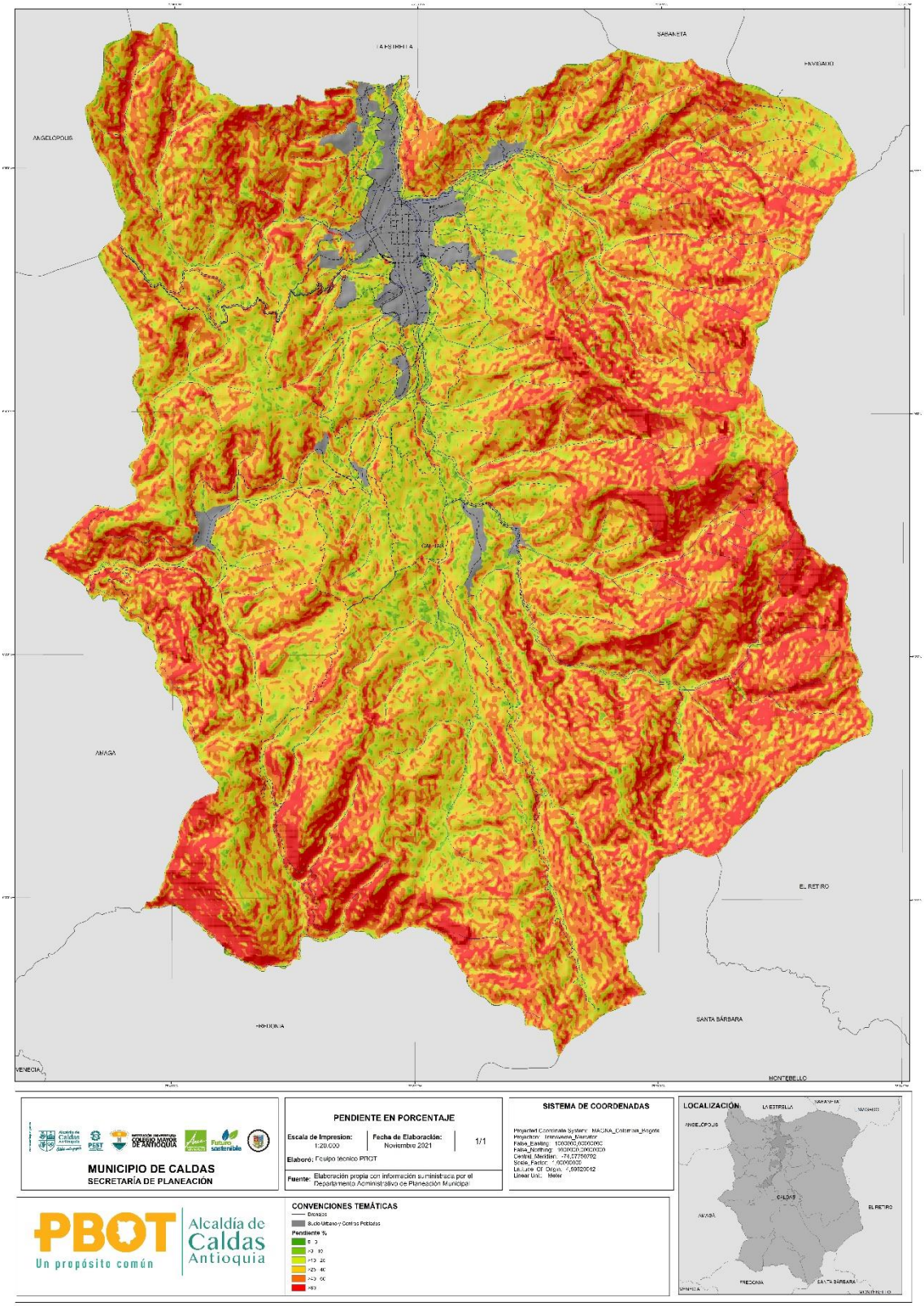
PENDIENTE	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
0-3 %	1380,3	10,4%
3-10%	124,3	1%
10-25%	746,5	5,6%
25-40%	2126,4	15,9%
40-60%	3887,1	29,1%
>60%	5084,4	38%

El rango de pendientes 0-3% ccorresponde al 10.4 % del área total del municipio. Este rango de pendientes está representado básicamente por zonas planas que pertenecen a la zona aluvial del río Medellín a lo largo del municipio y a explanaciones puntuales realizadas para la ubicación de construcciones y equipamientos específicos en la cabecera municipal. Dentro del municipio algunas áreas características de este rango de pendientes son las que corresponden a la unidad geomorfológica de superficie aluvial, tales como las llanuras de inundación. Terrenos representativos de este rango en la zona urbana se ubican en parte del barrio La Inmaculada, la zona donde se encuentra ubicado el estadio municipal de Caldas, la franja del abanico aluviotorrencial de la quebrada La Miel en inmediaciones de su desembocadura al río y la cancha localizada en el contorno de la empresa Jimar. Hacia la parte rural del municipio, hacen parte de este intervalo de pendientes las superficies aluviales localizadas en las veredas La Clara, La Salada, Primavera y Salinas.

*El r*ango de pendientes 3-10% dan cuenta de una topografía bastante suave y están asociadas a terrazas aluviales, algunas explanaciones y a suelos residuales de esquistos. En la zona urbana, en terrenos característicos de este rango de pendientes se encuentra ubicada la empresa Fivres, algunas viviendas del sector de los Cerezos y la urbanización La Rivera, las terrazas aluviales del río Medellín principalmente hacia la margen derecha y algunos sitios del barrio La inmaculada, también se pueden observar estas pendientes en inmediaciones de la empresa Jimar. A nivel rural estas pendientes se encuentran asociadas al rango de pendientes anteriormente descrito en las veredas La Clara, La Salada, Primavera y La Cima.

El rango de pendientes 10-25% corresponde a zonas de aspecto irregular que se distribuyen por toda la zona de estudio, intercaladas con pendientes de rangos superiores e inferiores. Las áreas más representativas de este rango a nivel urbano se pueden observar sobre los depósitos aluviotorrenciales de las quebradas La Valeria y La Miel, también entre la carrera 50 y la margen izquierda del río Medellín, se pueden apreciar algunos sectores de pendientes en este intervalo entre las calles 119 sur y 108 sur. Es posible además encontrar este tipo de pendientes en el suelo de expansión localizado en el sector del barrio el Porvenir, algunas áreas de menor tamaño se localizan hacia el barrio Andalucía y en la zona de expansión cercana a la quebrada La Miel. Los terrenos donde las pendientes se aproximan al límite superior del rango empiezan a ver condicionado de manera moderada su diseño urbanístico. Hacia la parte

rural, las pendientes de este rango sobresalen al este de la vereda La Aguacatala, en las veredas La Cima, La Quiebra, Primavera y el sector norte de la vereda La Salada, entre otras.



Mapa 17: Pendientes en el municipio de Caldas.

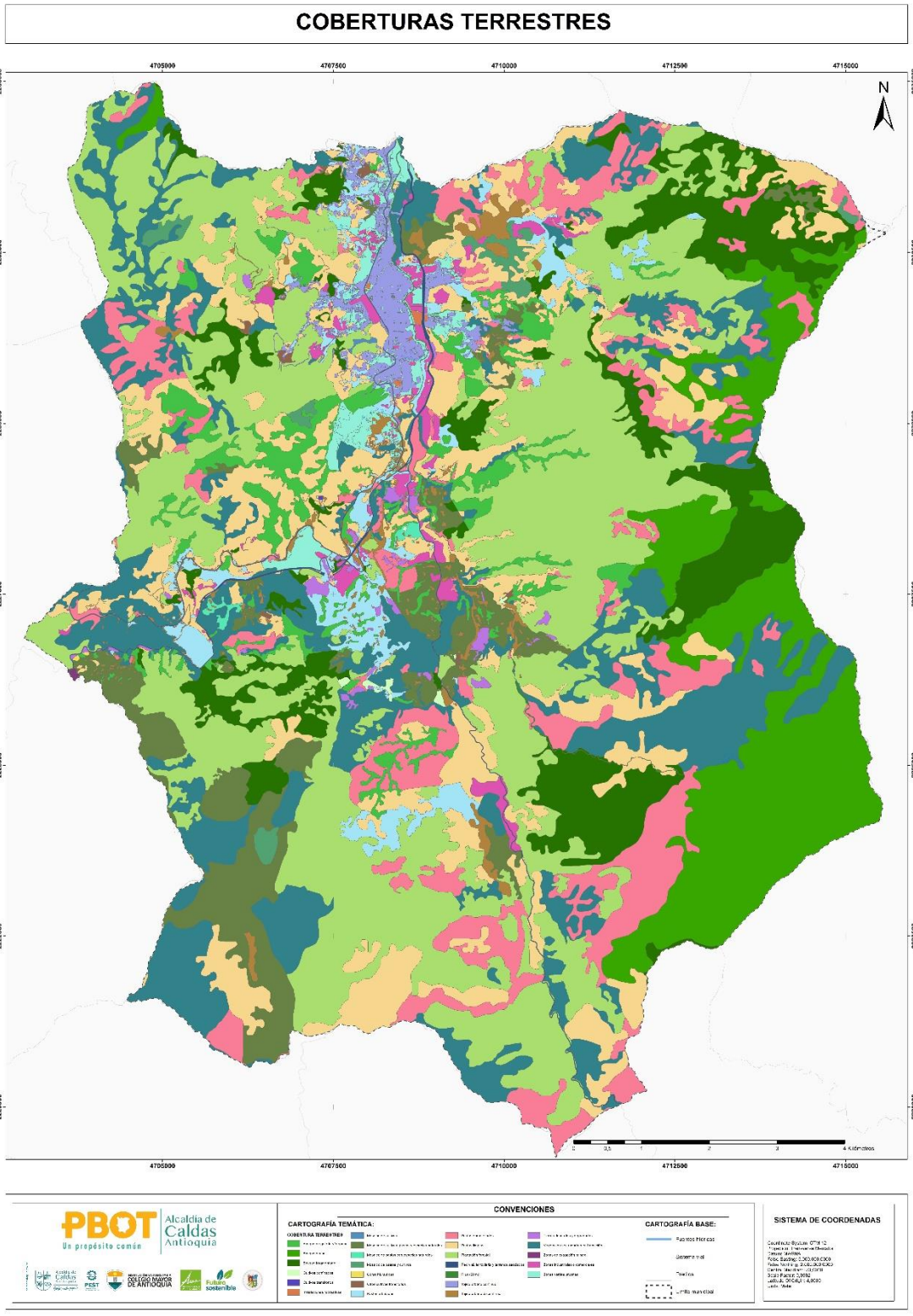
El rango de pendientes 25-40% cubren alrededor del 16% del área total del municipio. Al interior de los suelos urbanos y de expansión, se encuentran hacia los cañones de las quebradas El Ñato y La Raza localizadas al norte del perímetro urbano, en algunos taludes hacia La Corrala y en el talud que se extiende desde el barrio fundadores hasta la Universidad Lasallista paralelo a la línea férrea. En el sector rural del municipio este Intervalo de pendientes es encontrado en parte de las veredas El Cardal, La Salada, La Corrala y La Cima principalmente. En este rango la topografía condiciona considerablemente el diseño urbanístico y se requieren obras especiales de ingeniería para contener taludes y controlar la escorrentía.

El rango de pendientes 40-60% no es apto para urbanizaciones continuas y en muchos casos tampoco soportan la vivienda aislada, es un rango con condiciones críticas para procesos urbanísticos y regularmente requiere obras con altos costos para su adecuación y manejo. A nivel urbano este rango de pendientes se observa hacia los cañones de algunas quebradas, en los taludes que bordean explanaciones para la ubicación de construcciones como los de las empresas Fivres y Jimar, entre la margen izquierda del río y el parque del barrio Juan XXIII y en algunos taludes producto de banqueos y cortes. También en los bordes del perímetro urbano en especial hacia la margen oriental del río Medellín. A nivel rural este rango se encuentra muy relacionado con el de pendientes superiores al 60%, característicamente en las veredas La Valeria, La Miel, Potrerillo, al noroccidente la vereda La Cima y en gran parte de las veredas La Salada y La Clara

El rango de pendientes > 60% no son aptos para procesos urbanísticos de ningún tipo y en general debería reservarse como áreas de protección o para determinado tipo de usos en el suelo rural, en el municipio de Caldas estas pendientes cubren el 38% del área total. Está representado a nivel urbano principalmente por las vertientes ubicadas en la margen derecha del río al norte de la quebrada La Miel sobre la unidad de neis, se observan pendientes de este rango en las márgenes de la mayoría de las quebradas que cruzan la zona urbana y en los taludes generados por explanaciones, cortes y banqueos para la ubicación de construcciones. A nivel rural corresponden a la mayor parte de las veredas La Valeria, La Miel, La Clara, La Maní del Cardal, Las Minas, la parte occidental de las veredas Sinifaná, Salinas y El Cardal, la vereda El Cano y el sector oriental de las veredas Primavera y La Corrala.

2.8. COBERTURAS TERRESTRES

En el municipio de Caldas, a diferencia del resto de municipios del valle de Aburrá, cuenta con grandes extensiones de coberturas naturales conservadas. La clase de coberturas predominantes son Las Plantaciones forestales con un (27,46%), los bosques naturales, la vegetación secundaria o en transición y las Tierras desnudas y degradadas con un 36,90% distribuidas uniformemente en todo el territorio, seguido de Los Cultivos y Mosaicos con un 6,18%, Pastos con un 23,70%, Zonas Verdes Urbanas con un 1,37% divido en: Grama Pasto con un 53,69% respecto al área total de Zonas Verdes urbanas, Arboles 42,18%, Arbustos 1,88%, Cultivos 1,63%, Jardín 0,35%, Tierra 0,47% y Piso Semi 0,001%. Por último, El Tejido urbano continuo, discontinuo, obras hidráulicas, las zonas industriales, comerciales, y de extracción minera con un 3,88%, como se evidencia en la siguiente tabla:

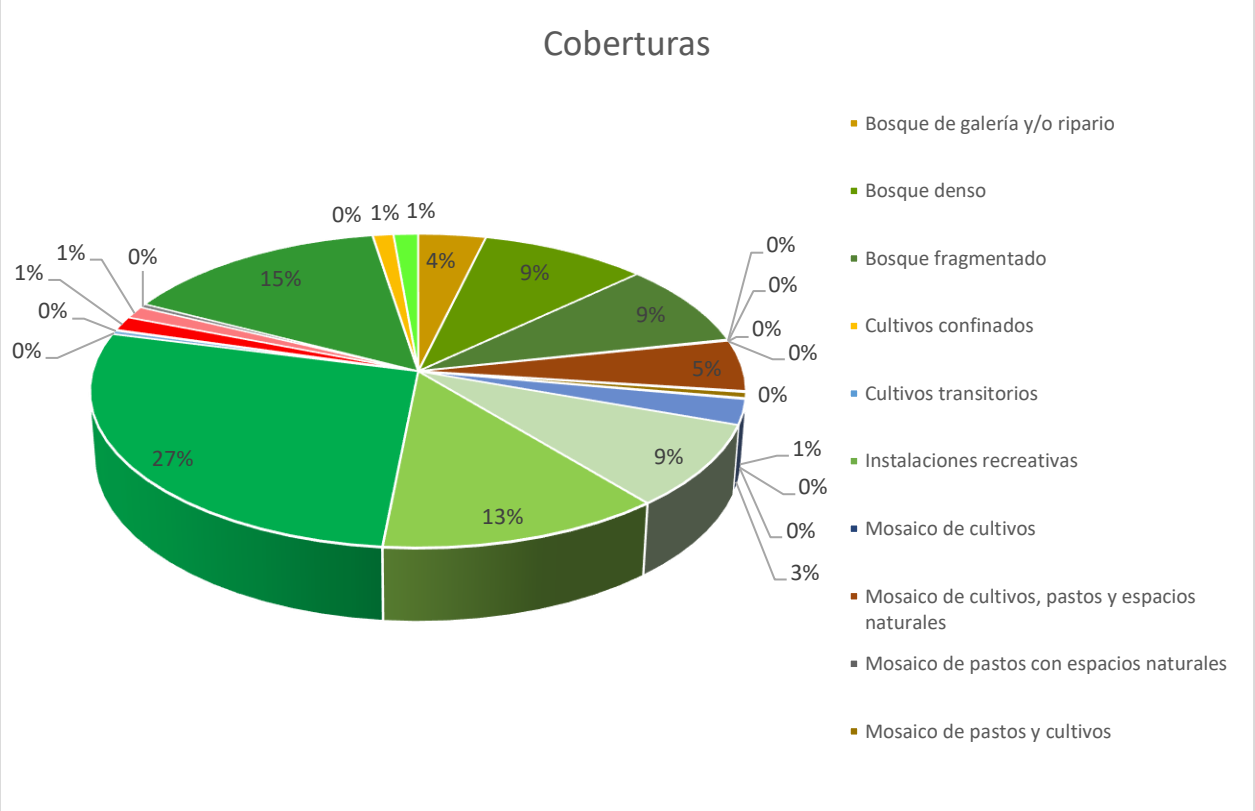


Mapa 18: Coberturas del municipio de Caldas.

Tabla 120. Porcentajes de las coberturas del municipio.

COBERTURA	ÁREA ha	PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL (%)
Bosque de galería y/o ripario	498.05	3.75%
Bosque denso	1232.07	9.28%
Bosque fragmentado	1139.34	8.58%
Cultivos confinados	10.70	0.08%
Cultivos transitorios	0.36	0.00%
Instalaciones recreativas	4.50	0.03%
Mosaico de cultivos	2.56	0.02%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	699.66	5.27%
Mosaico de pastos con espacios naturales	15.02	0.11%
Mosaico de pastos y cultivos	79.15	0.60%
Obras hidráulicas	1.32	0.01%
Otros cultivos transitorios	12.22	0.09%
Pastos arbolados	342.61	2.58%
Pastos enmalezados	1142.17	8.61%
Pastos limpios	1660.30	12.51%
Plantación forestal	3644.15	27.46%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	52.86	0.40%
Ríos (50 m)	11.89	0.09%
Tejido urbano continuo	193.09	1.45%
Tejido urbano discontinuo	166.65	1.26%
Tierras desnudas y degradadas	54.41	0.41%
Vegetación secundaria o en transición	1974.32	14.87%
Zonas de extracción minera	1.70	0.01%
Zonas industriales o comerciales	152.46	1.15%
Zonas verdes urbanas	181.39	1.37%
Total	**13272.95**	**100.00%**

Fuente: Actualización PBOT Caldas, 2023



Asociadas a las coberturas del suelo y en concordancia con las mismas, el principal **uso del suelo** en el municipio corresponde al forestal productor. Esta se desarrolla en gran parte en la Vereda La Clara del municipio con una extensión de 676,97 hectáreas y una representación del 5,10% del territorio, aunque, a pesar de su extensión, no son el principal reglón económico del municipio. La segunda cobertura en extensión es la Vegetación Secundaria o en Transición con un total de 1974.32 hectáreas ubicadas en mayoría en la vereda La Clara con un 2,715 respecto al área total y la tercera cobertura en extensión son los pastos limpios con un 12,51% de extensión abarcando gran área respecto al total, en las dos veredas: La Miel con un 2,07% y La Salada Parte Alta con un 1,97%, son asociados al uso agrícola, uso que se desarrolla en las zonas aledañas al casco urbano y que ha venido disminuyendo a lo largo del tiempo, principalmente debido a la utilización de estos suelos productivos para la instalación de vivienda campestre y al crecimiento de la mancha urbana. La cobertura urbana, asociada al desarrollo urbanístico, industrial y comercial del municipio, aunque representando solo el 3,86% entre urbano continuo, discontinuo y zonas comerciales del territorio municipal, corresponde al principal uso desde el punto de vista económico, toda vez que asociados a este se encuentran los principales reglones productivos del municipio.

El **uso potencial del suelo** en el municipio de Caldas está directamente relacionado con las condiciones naturales del territorio. Las altas pendientes desarrolladas en gran parte del territorio implican grandes restricciones técnicas y ambientales para el desarrollo de proyectos productivos, siendo las plantaciones forestales o el pago por servicios ecosistémicos, unas de las pocas alternativas viables. La ubicación estratégica del municipio en el sur del valle de Aburrá, y las vías que lo atraviesan como ejes conectores regionales, brindan una oportunidad importante para el desarrollo de usos residenciales, comerciales e industriales. Estos usos deberán de desarrollarse en las zonas de pendientes medias y bajas que presentan aptitud geológica del suelo compatible con este tipo de proyectos.

La ocupación actual del suelo presenta una serie de **conflictos en los usos del suelo**, principalmente en los asociados a asuntos medioambientales. Los usos forestales han deforestado parte importante de las coberturas de bosque natural, incluso al interior de áreas protegidas. Los usos residenciales y de vivienda campestre han ocupado parte de los suelos productivos y están generando un proceso de gentrificación donde el campesino del municipio se ha visto desplazado a zonas de más altas pendientes, donde las actividades agrícolas son difícilmente realizables, lo cual implica una migración a la producción forestal, la cual, de nuevo, implica deforestación en área que muchas veces conservaban su cobertura boscosa natural.

El proceso de suburbanización que está sufriendo el municipio se está materializando a través de la consolidación de centros poblados rurales y la densificación de la vivienda rural. Este proceso se está dando de manera orgánica y sin atender a los parámetros técnicos necesarios, lo cual esta detonando una serie de problemáticas medioambientales, de servicios públicos y de gobernanza que tienden a crecer en el tiempo.

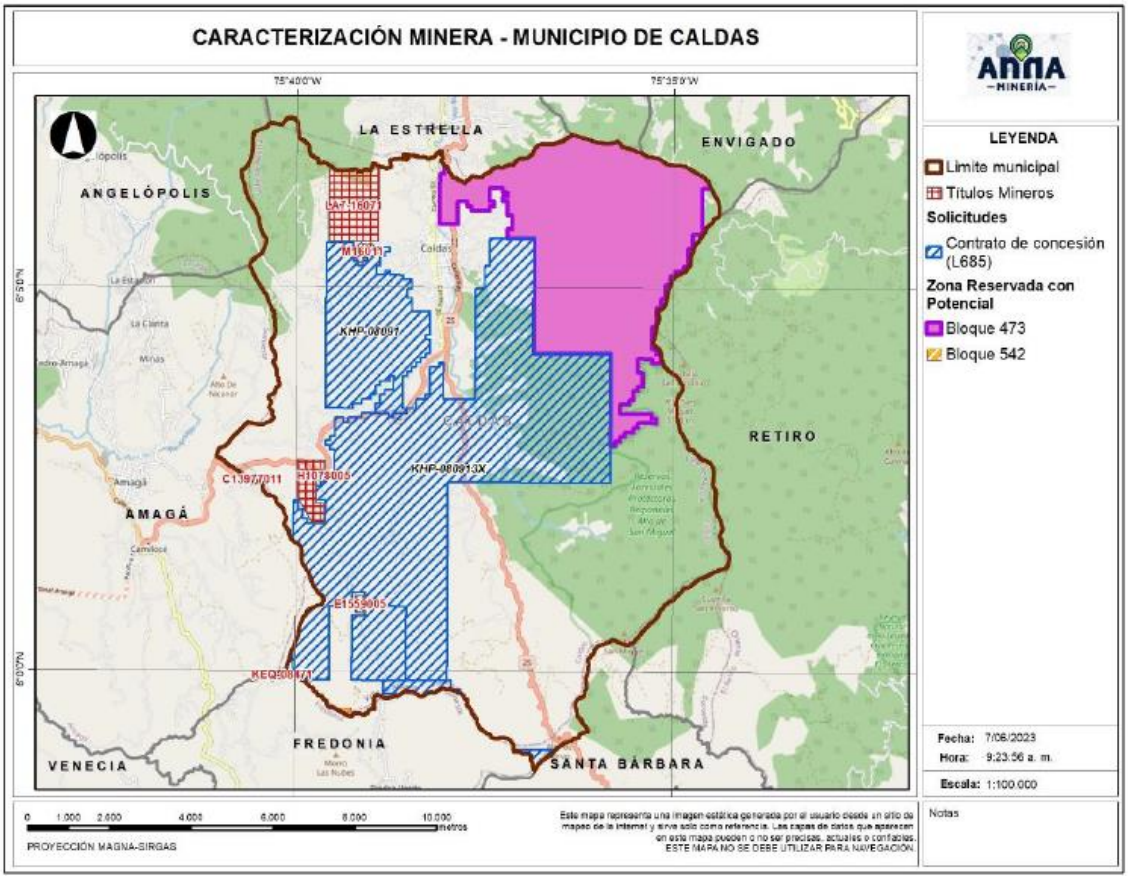
Es necesario que los usos del suelo sean cuidadosamente reglamentados de tal manera que se atiendan las normativas ambientales y se garantice el desarrollo económico de las poblaciones asentadas en dichos territorios. Los usos que se consideren deberán de ir acompañados de proyectos que permitan la materialización de dichos usos y la correcta gestión del suelo.

2.9. MINERÍA

Debido a las características geológicas del departamento de Antioquia y su riqueza en recursos minerales, la minería representa uno de los reglones más importantes de la economía departamental. Esta actividad se fundamenta en el aprovechamiento de los recursos que brinda el territorio y su desarrollo tiene implicaciones importantes en el ordenamiento territorial.

Al igual que el resto del departamento, el municipio de Caldas presenta un alto potencial mineral, potencial que se refleja en la cantidad de licencias y solicitudes mineras en su territorio. De acuerdo con la información de la Agencia Nacional de Minería, El municipio de Caldas cuenta con un área total 13.272,9547 hectáreas, de las cuales 309,7930 hectáreas se encuentran tituladas; en 2.175,0934 hectáreas se encuentran definidas como Zonas Reservadas con Potencial; en 4.410,1407 hectáreas fueron presentadas cinco (5) solicitudes de Contrato de Concesión.

Mapa 19. Caracterización Minera Municipio de Caldas



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

A continuación, se realiza una breve descripción de los diferentes grupos de minerales presentes en el municipio, a partir del documento técnico para la inclusión del uso minero en el ordenamiento territorial del municipio de Caldas, Departamento de Antioquia:

2.9.1. Desarrollo de la infraestructura Pública Nacional

Con relación a los minerales para el Desarrollo de la Infraestructura Pública Nacional, en el municipio de Caldas se encuentran dos (2) títulos mineros activos en etapa de explotación, otorgados bajo el régimen del Decreto 2655 de 1988, registrados en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 79,0142 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 121. Títulos mineros vigente D2655 para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
1	C13977011	Arenas Arcillosas, Arenas Feldespáticas, Arenas Industriales,	Explotación	AMAGÁ, CALDAS	96,9792	2,5410	2,62%

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
		Arenas Y Gravas Siliceas, Gravas, Recebo					
2	H1078005	Arenas Arcillosas, Arenas Feldespáticas, Arenas Industriales, Arenas Y Gravas Siliceas, Gravas, Recebo	Explotación	CALDAS	76,4732	76,4732	100,00%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

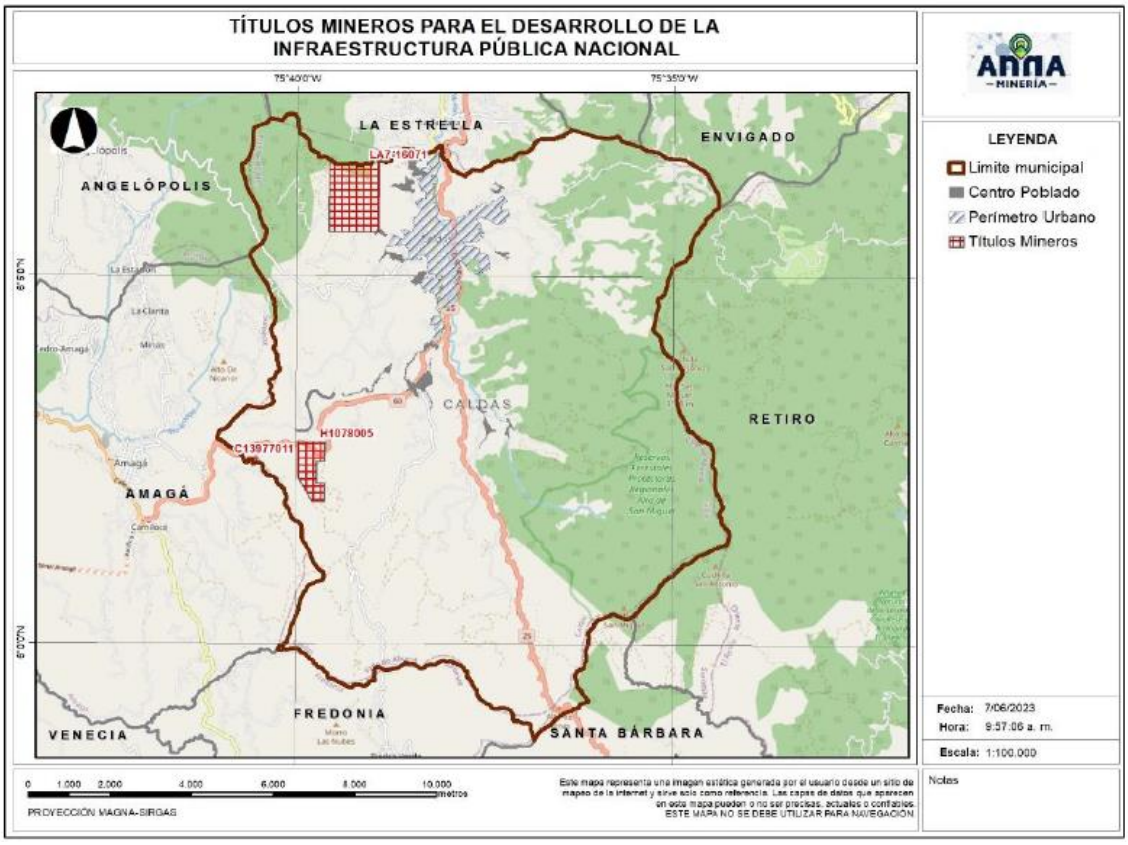
Adicionalmente, se encuentra un (1) título minero activo en etapa de explotación otorgado bajo el régimen de la Ley 685 de 2001, registrado en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 204,68093 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 122. Título minero vigente L 685 para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
1	LA7-16071	Anhidrita, Antracita, Arcilla Comun, Arcillas, Arcillas Especiales, Arcillas Refractarias, Arenas, Arenas Arcillosas, Arenas Feldespáticas, Arenas Industriales, Arenas Y Gravas Siliceas, Areniscas, Asfalto Natural, Azufre, Bauxita, Bentonita, Calcita	Explotación	CALDAS, LA ESTRELLA	207,9439	204,6809	98,43%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 20. Títulos mineros vigentes L685 para el desarrollo de la infraestructura pública nacional



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

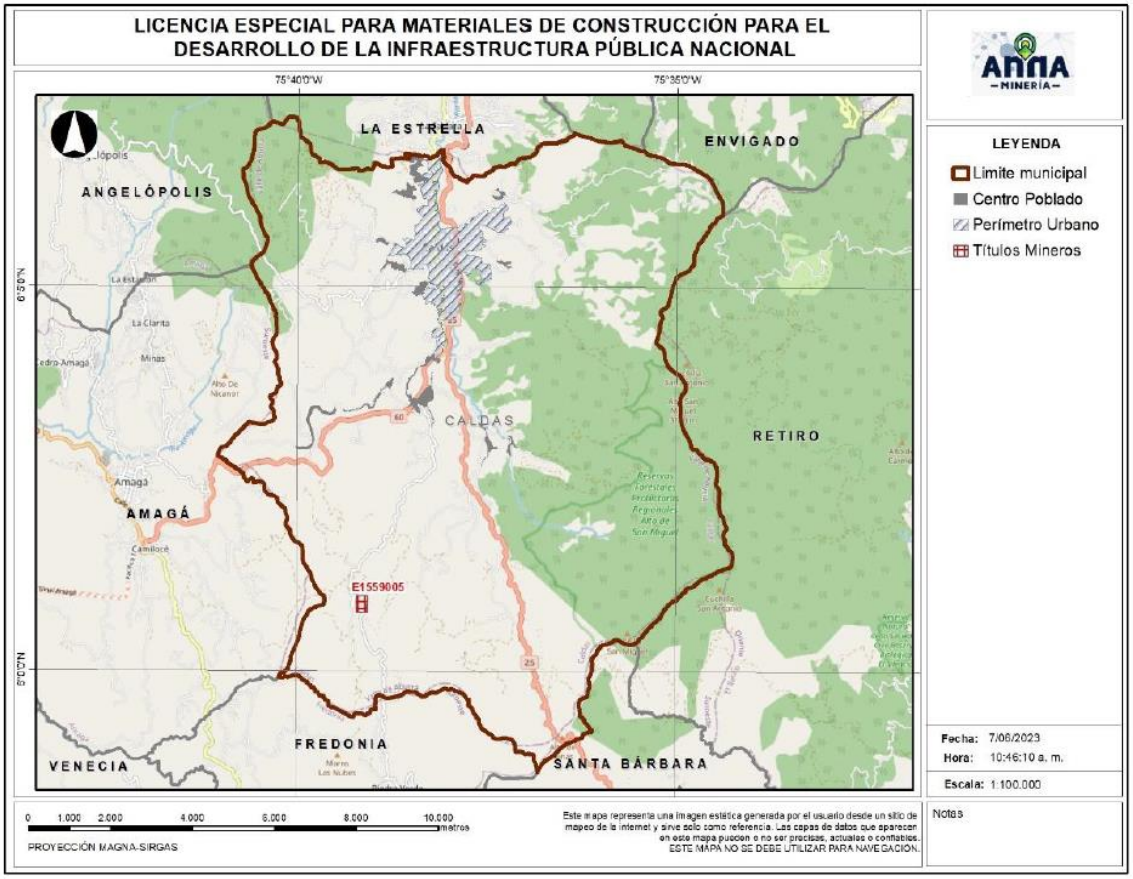
Por otra parte, se encuentra otorgada una (1) Licencia Especial de Material de Construcción, la cual se encuentra activa en etapa de explotación, está registrada en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 9,99917 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 123. Licencia especial material de construcción para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
1	E1559005	Arenas Arcillosas, Arenas Feldespáticas, Arenas Industriales, Arenas Y Gravas Siliceas, Gravas, Recebo	Explotación	CALDAS	9,9992	9,9992	100,00%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 21. Licencia especial material de construcción para el desarrollo de la infraestructura pública nacional



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

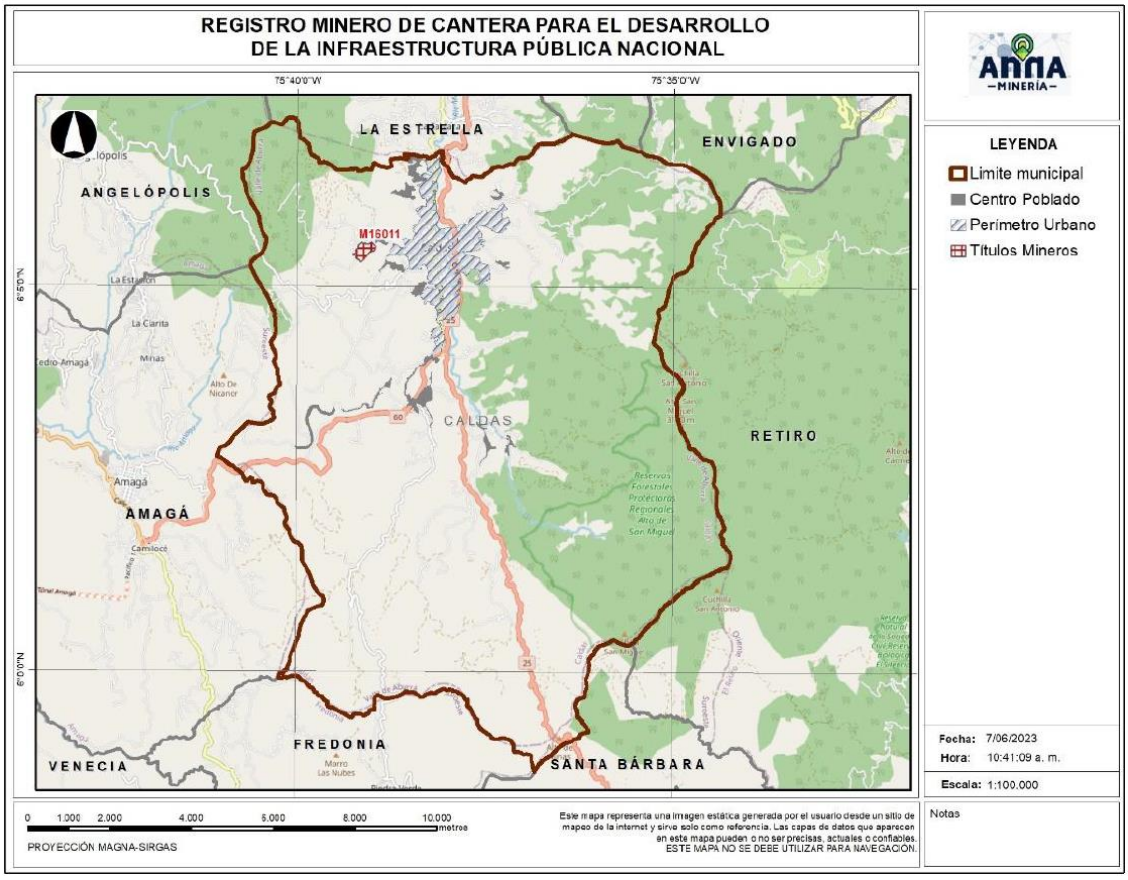
Finalmente, para el Desarrollo de la Infraestructura Pública Nacional, en el municipio de Caldas se encuentra otorgado un (1) Registro Minero de Canteras – RMC, el cual se encuentra activo en etapa de explotación, está registrado en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 13,6210 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 124. Registro minero de canteras para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
1	M16011	Arenas Arcillosas, Arenas Feldespáticas, Arenas Industriales, Arenas Y Gravas Siliceas, Gravas, Recebo	Explotación	CALDAS	13,6210	13,6210	100,00

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 22. Registro minero de canteras para el desarrollo de la infraestructura pública nacional



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

De acuerdo con información consolidada por el Grupo de Regalías y Contraprestaciones Económicas de la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la Agencia Nacional de Minería (Agencia Nacional de Minería, 2023) con corte del 30 de abril 2023, en el período 2012 al primer trimestre del año 2023, y compilado documento técnico para la inclusión del uso minero en el ordenamiento territorial del Municipio de Caldas, Departamento de Antioquia, en el municipio se reportó una producción de minerales como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 125. Volúmenes de explotación reportados en regalías por minerales para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

Mineral	Unidad de Medida	Volúmenes de Explotación Reportados	Monto Regalías Causadas COP
Materiales de Construcción	Metros Cúbicos	87.133,26	$ 18.777.243,30

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

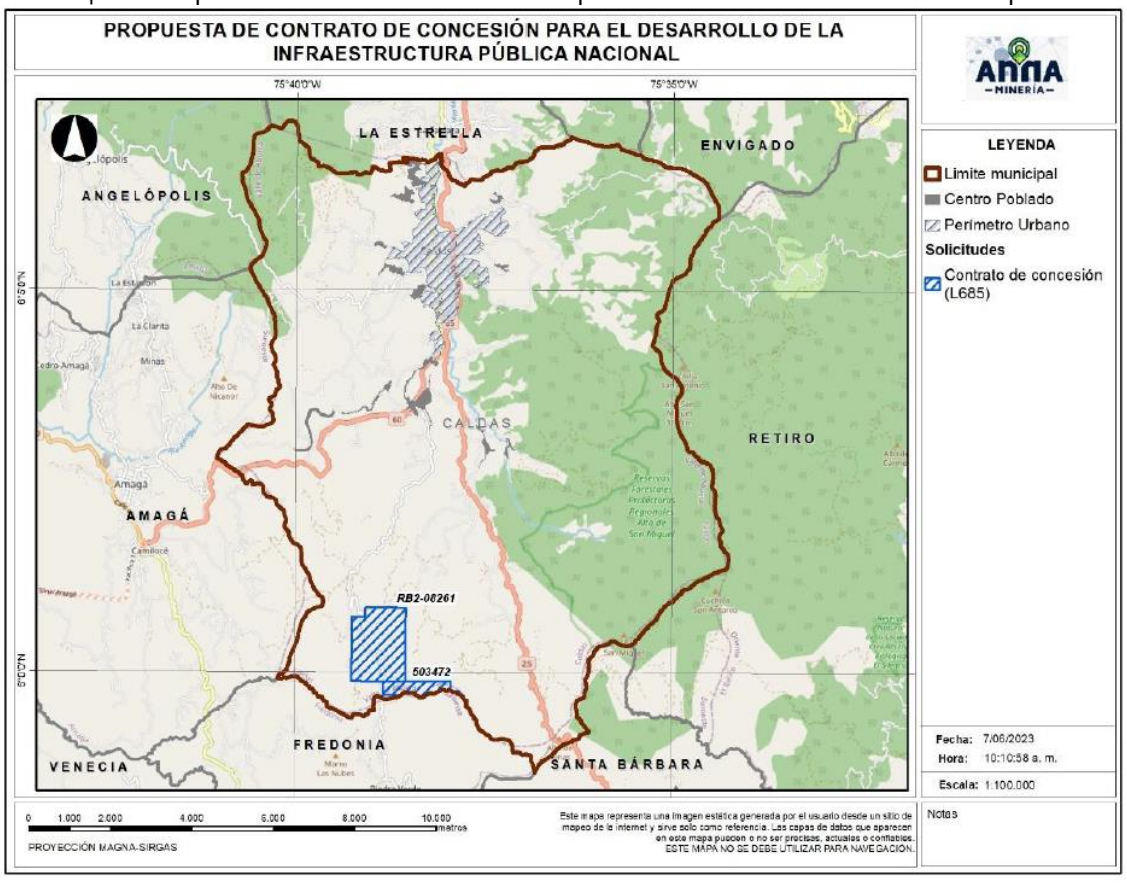
Por otra parte, para este grupo de minerales en el municipio de Caldas se encuentran dos (2) Propuestas de Contrato de Concesión bajo el régimen de la Ley 685 de 2001 en evaluación, registradas en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 278,8838 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 126. Propuestas de contrato de concesión para el desarrollo de la infraestructura pública nacional

No.	Expediente	Minerales	Municipios	Área Total (Ha)	Área Superposición En El Mpio (Ha)	% Superposición En El Mpio.
1	RB2-08261	Arenas, Gravas, Recebo	CALDAS	227,8454	227,8454	100,00%
2	503472	Arenas, Gravas, Recebo	CALDAS, FREDONIA	149,4477	51,0384	34,15%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 23. Propuestas de contrato de concesión para el desarrollo de la infraestructura pública nacional



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

2.9.2. Reindustrialización de la Economía

Con relación a los minerales para la Reindustrialización de la Economía, en el municipio de Caldas se encuentra un (1) título minero activo en etapa de explotación otorgado bajo el régimen de la Ley 685 de 2001, registrado en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 2,4777 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio.

Tabla 127. Títulos mineros vigentes para la reindustrialización de la economía

No.	Expediente	Minerales	Etapa	Municipios	Área (Ha.)	Área Superposición En El Mpio (Ha.)	% Superposición En El Mpio.
1	KEQ-08471	Carbón, Carbón Térmico	Explotación	AMAGÁ, CALDAS, FREDONIA	118,3517	2,4777	2,09%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 24. Título minero vigentes para la reindustrialización de la economía



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

2.9.3. Transición Energética

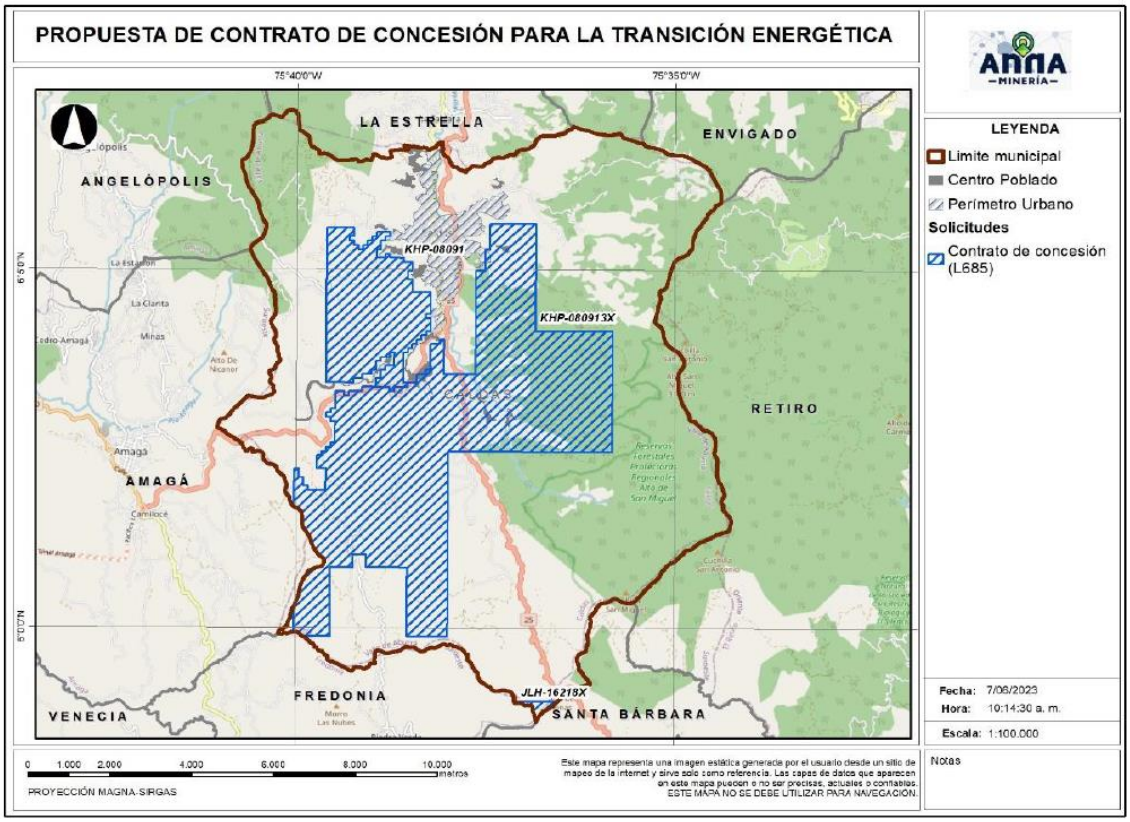
Con relación a los minerales para la Transición Energética, en el municipio de Caldas se encuentran tres (3) Propuestas de Contrato de Concesión bajo el régimen de la Ley 685 de 2001 en evaluación, registradas en el Sistema Integral de Gestión Minera – SIGM – AnnA Minería, con un área total 4131,2569 hectáreas superpuestas con el territorio del municipio

Tabla 128. Propuestas de contrato de concesión para la transición energética

No.	Expediente	Minerales	Municipios	Área Total (Ha)	Área Superposición En El Mpio (Ha)	% Superposición En El Mpio.
1	JLH-16218X	Minerales De Oro Y Sus concentrados, Minerales De Platino (Incluye Platino, Paladio, Rutenio, Rodio, Osmio) Y Sus Concentrados	CALDAS, FREDONIA, SANTA BÁRBARA	1915,9486	17,9996	0,94%
2	KHP-08091	Minerales De Oro Y Sus Concentrados, Minerales De Platino (Incluye Platino, Paladio, Rutenio, Rodio, Osmio) Y Sus Concentrados	CALDAS	766,7436	766,7436	100,00%
3	KHP-080913X	Minerales De Oro Y Sus Concentrados, Minerales De Platino (Incluye Platino, Paladio, Rutenio, Rodio, Osmio) Y Sus Concentrados	AMAGÁ, CALDAS, FREDONIA	3428,3955	3346,5137	97,61%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Mapa 25. Propuesta de contrato de concesión para la transición energética



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

De acuerdo con información consolidada por el Grupo de Regalías y Contraprestaciones Económicas de la Vicepresidencia de Seguimiento, Control y Seguridad Minera de la Agencia Nacional de Minería (Agencia Nacional de Minería, 2023) con corte del 30 de abril 2023, en el período 2012 al primer trimestre del año 2023, en el municipio se reportó una producción de minerales como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 129. Volúmenes de explotación reportados en regalías por minerales para la transición energética

Mineral	Unidad de Medida	Volúmenes de Explotación Reportados	Monto Regalías Causadas COP
Oro	Gramos	135,47	$ 352.521,44
Plata	Gramos	10,25	$ 599,00

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Finalmente, con relación a los minerales para la Transición Energética, en el municipio de Caldas la Autoridad Minera Nacional ha reservado unas áreas con potencial en virtud de la función dada a la entidad a través del Decreto No. 4134 de 2011, donde se ha establecido la existencia de potencial para minerales estratégicos, en las cuales se busca profundizar su conocimiento geológico para una eventual declaratoria como Áreas Estratégicas Mineras, después de realizar actividades exigidas por la Corte Constitucional mediante la sentencia T-766 (consulta previa y obtención del consentimiento previo, libre e informado de las comunidades étnicas que habiten lo territorios y procesos de

coordinación y concurrencia con los territorios con las autoridades locales que tienen jurisdicción en las zonas de interés).

Estas áreas corresponden a dos (2) bloques definidos y reservados como áreas con potencial para albergar minerales estratégicos de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. 180102 de 2012, los cuales cuentan con un área total de 7729,8556 hectáreas, de las cuales 2175,0934 hectáreas se superponen con el municipio.

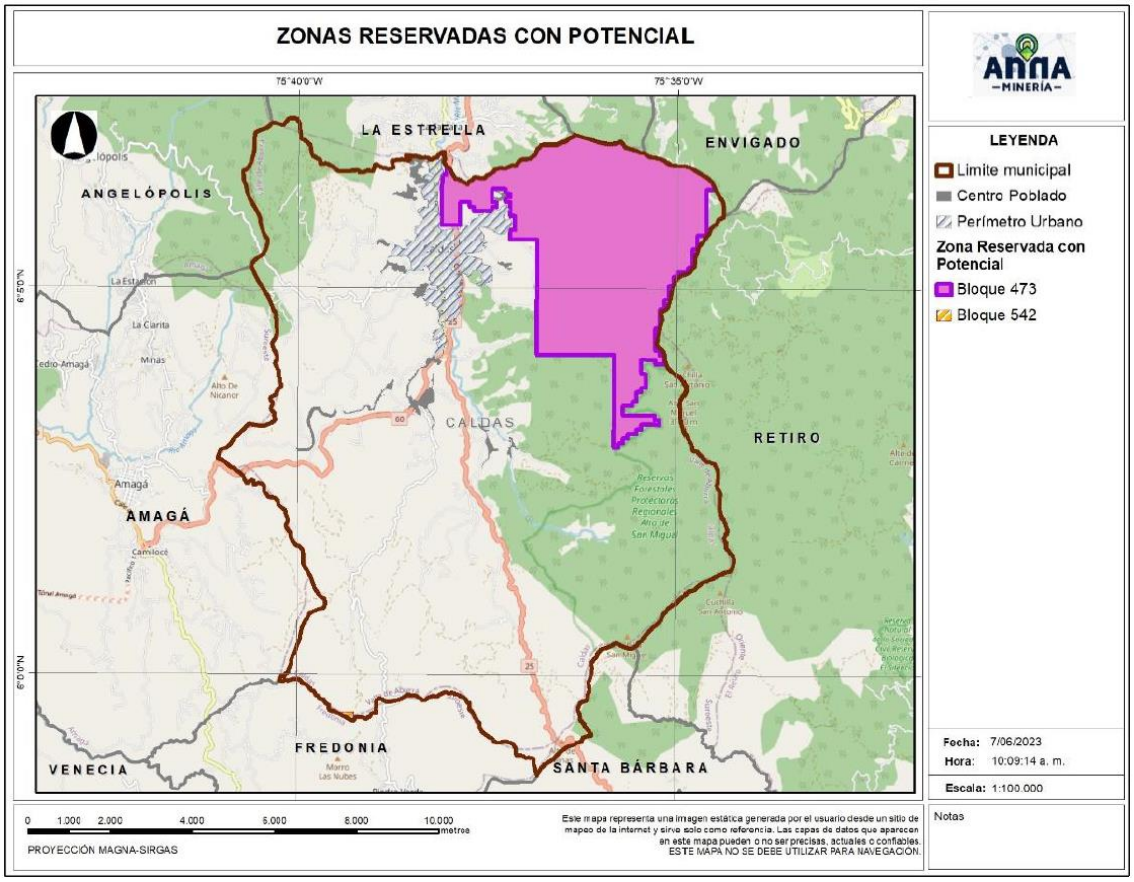
Tabla 130. Zonas reservadas con potencial para la transición energética

No.	Nombre	Descripción	Área Total (Ha)	Área Superpuesta (Ha)	Superposición (%)
1	Bloque 473	Resolución VPPF 183 del 15/09/2021	4696,5065	2169,5442	46,19%
2	Bloque 542		3033,3491	5,5492	0,18%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

De acuerdo con la tabla anterior, los bloques 473 – 542 fueron definidos y reservados mediante la Resolución VPPF No. 183 de fecha 15 de septiembre de 2021, publicado en el Diario Oficial No. 51800 de fecha del 17 de septiembre de 2021, a través de las cuales se determinó que estos bloques “presentan alto potencial mineral para depósitos de Oro (Au), Platino (Pt) y cobre con la existencia de varios grupos de minerales estratégicos”, con el fin de continuar su proceso de análisis y, de resultar viable su delimitación y declaración como Áreas de Reserva Estratégica Minera, se debe continuar con los procedimientos y actividades exigidos para la misma.

Mapa 26. Zonas reservadas con Potencial para la transición energética



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

2.9.4. Zonas Excluidas de la Minería

De conformidad con la normativa que señala aquellas zonas en las cuales en ninguna circunstancia se pueden realizar actividades de exploración y explotación minera, a continuación, se hace una descripción de la zona excluible de minería en el municipio de Caldas, según la información registrada en el Sistema Integral de Gestión Minera-Anna Minería:

Tabla 131. Zonas excluibles de minería - Ley 685 de 2001

No.	Nombre	Categoría	Acto Administrativo	Fuente	Área (Ha.)	Área Superposición (Ha.)	% Superposición
1	Alto de San Miguel	Reserva Forestal Protectora Regional	Acuerdo No. 476 del 22/09/2016	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP	1621,8227	1615,5391	99,61%

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

De acuerdo con la información reportada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las Corporaciones Autónomas Regionales, como autoridades ambientales del nivel nacional y regional, a la Agencia Nacional de Minería, autoridad minera que consolida información minera, ambiental y de otras capas de información en el Sistema Integral

de Gestión Minera-AnnA Minería, en el municipio de Caldas del departamento de Antioquia, se encuentra una (1) zona de exclusión minera, en donde no se podrá ejecutar trabajos y obras de exploración y explotación mineras, las cuales se describen a continuación.

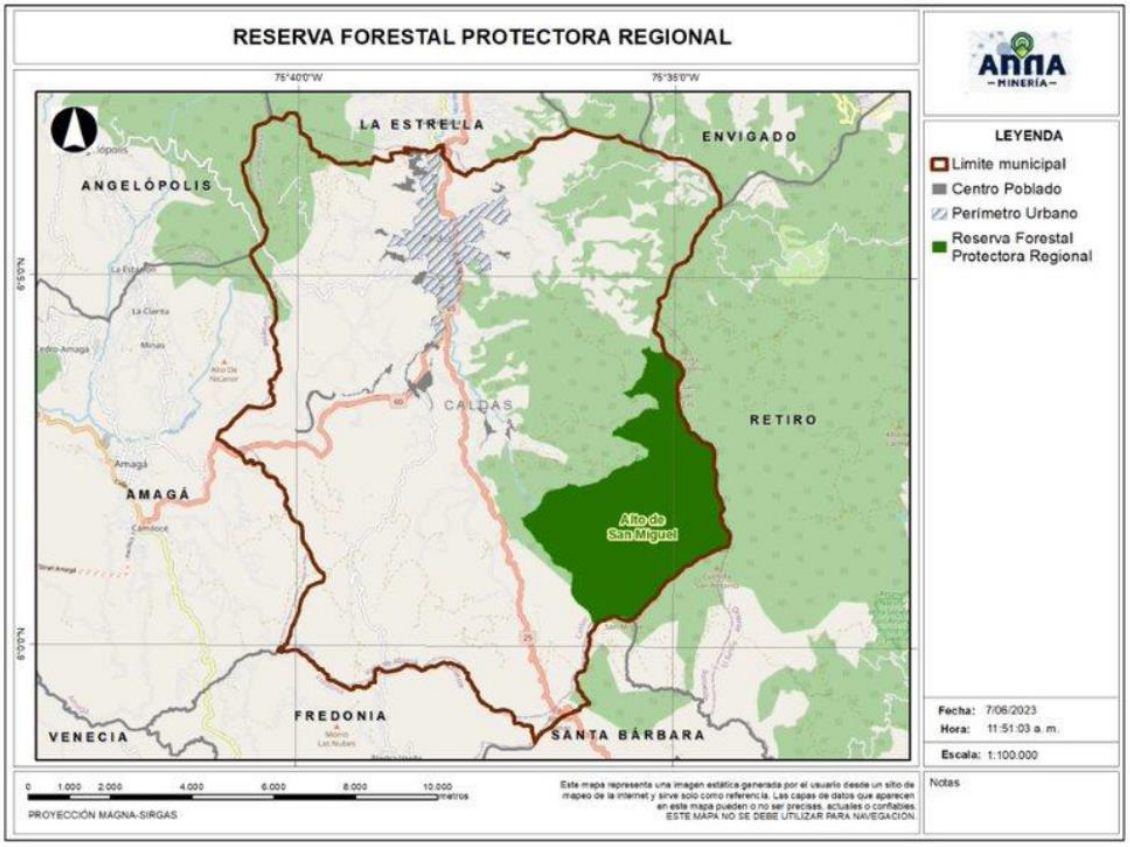
2.9.4.1. Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel

La Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel hace parte de la jurisdicción la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-Corantioquia, está ubicada en el municipio de Caldas, al norte de la Cordillera Central de los Andes, en el departamento de Antioquia, Colombia.

La Reserva Forestal está conformada por un área de 1621,8227 hectáreas, de los cuales 1615,5391 hectáreas se superponen con el municipio de Caldas, fue declarada reserva desde 1993 y fue protegida por el Instituto Mi Río hasta el año 2001. En el 2001 se declara la zona como Refugio de Vida Silvestre, hasta el 2016 que cambia a la figura de Reserva Forestal Protectora Regional (Andean Forests Colombia, 2023)

Esta zona es reconocida por su importancia hídrica, ya que allí nacen el río Medellín – Aburrá y el río Negro – Nare. Además, constituye un importante corredor biológico que se conecta con zonas de bosque en los municipios de Sabaneta, Envigado y El Retiro (Andean Forests Colombia, 2023).

Mapa 27. Reserva Forestal Protectora Regional



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

2.9.5. Zonas de Minería Restringida

En los términos del Artículo 35 de la Ley 685 de 2001, pueden efectuarse trabajos y obras de exploración y explotación de minas en las siguientes zonas y lugares, con las restricciones que se expresan a continuación:

a) Perímetro urbano de las ciudades o poblados, señalados por los acuerdos municipales adoptados de conformidad con las normas legales del régimen municipal, salvo en áreas en las cuales estén prohibidas las actividades mineras de acuerdo con dichas normas;
b) En las áreas ocupadas por construcciones rurales, incluyendo sus huertas, jardines y solares anexos, siempre y cuando se cuente con consentimiento de su dueño o poseedor y no haya peligro para la salud e integridad de sus moradores;
c) En las zonas definidas como de especial interés arqueológico, histórico o cultural siempre y cuando se cuente con la autorización de la autoridad competente;
d) En las playas, zonas de bajamar y en los trayectos fluviales servidos por empresas públicas de transporte y cuya utilización continua haya sido establecida por la autoridad competente, si esta autoridad, bajo ciertas condiciones técnicas y operativas, que ella misma señale, permite previamente que tales actividades se realicen en dichos trayectos;
e) En las áreas ocupadas por una obra pública o adscritas a un servicio público siempre y cuando:
    i. Cuente con el permiso previo de la persona a cuyo cargo este el uso y gestión de la obra o servicio.
    ii. Que las normas aplicables a la obra o servicio no sean incompatibles con la actividad minera por ejecutarse y,
    iii. que el ejercicio de la minería en tales áreas no afecte la estabilidad de las construcciones e instalaciones en uso de la obra o servicio.

Es decir, las que corresponden al señalamiento y localización de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional, puertos y aeropuertos, sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía, así como las directrices de ordenamientos para sus áreas de influencia.

f) En las zonas constituidas como Zonas Mineras Indígenas, siempre y cuando las correspondientes autoridades comunitarias, dentro del plazo que se les señale, no hubieren ejercitado su derecho preferencial a obtener el título minero para explorar y explotar, con arreglo a lo dispuesto por el Capítulo XIV de este Código;

g) En las zonas constituidas como Zonas Mineras de Comunidades Negras, siempre y cuando las correspondientes autoridades comunitarias, dentro del plazo que se les señale, no hubieren ejercitado su derecho preferencial a obtener el título minero para explorar y explotar, con arreglo a lo dispuesto por el Capítulo XIV de este Código;

h) En las zonas constituidas como Zonas Mineras Mixtas, siempre y cuando las correspondientes autoridades comunitarias, dentro del plazo que se les señale, no hubieren ejercitado su derecho preferencial a obtener el título minero para explorar y explotar, con arreglo a lo dispuesto por el Capítulo XIV de este Código.

Teniendo en cuenta lo anterior, y la información disponible en el Sistema Integral de Gestión Minera -SIGM-AnnA Minería, en el municipio de Caldas se encuentran las siguientes zonas de minería restringidas:

No.	Nombre	Acto Administrativo	Fuente	Área (Ha.)	Área Superposición (Ha.)	% Superposición
1	Obras adscritas a servicios públicos - Carretera Camilo C - Primavera	Resolución INVIAS 02412 del 29/05/2013	INVIAS	140,5262	94,8899	67,52%
2	Cuchilla Romeral	-	Gobernación de Antioquia	5147,6063	795,8453	15,46%
3	Zona de utilidad pública - Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon Sur Polígono 1	Resolución 20216060003335	Agencia Nacional Infraestructura - ANI	714,8457	72,9841	10,21%
4	Zona de utilidad pública - Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon			46,6763	46,6763	100%
5	Zona de utilidad pública - Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon Sur Polígono 2 Pesaje Ancón Sur			16,9321	16,9321	16,9321
6	Perímetro urbano Caldas	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE		398,5949	398,5949	398,5949
7	Centro Poblado La Aguacatala			10,4872	10,4872	10,4872
8	Centro Poblado La Raya			9,5737	9,5737	9,5737
9	Centro Poblado La Corralita			3,0831	3,0831	3,0831
10	Centro Poblado La Quiebra			7,8261	7,8261	7,8261
11	Centro Poblado La Valeria			3,1669	3,1669	3,1669
12	Centro Poblado La Primavera Santa Cruz			5,1618	5,1618	5,1618
13	Centro Poblado La Salada Parte Baja			8,1749	8,1749	8,1749
14	Centro Poblado La Chuscala			7,4453	7,4453	7,4453
15	Centro Poblado La Clara			3,9669	3,9669	3,9669
16	Centro Poblado La Salinas			15,1315	15,1315	15,1315
17	Centro Poblado La Tolva			24,6347	24,6347	24,6347
18	Centro Poblado El Caño			10,0587	10,0587	10,0587
19	Centro Poblado El Raizal			7,4249	7,4249	7,4249
20	Centro Poblado La Miel			3,7203	3,7203	3,7203

Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

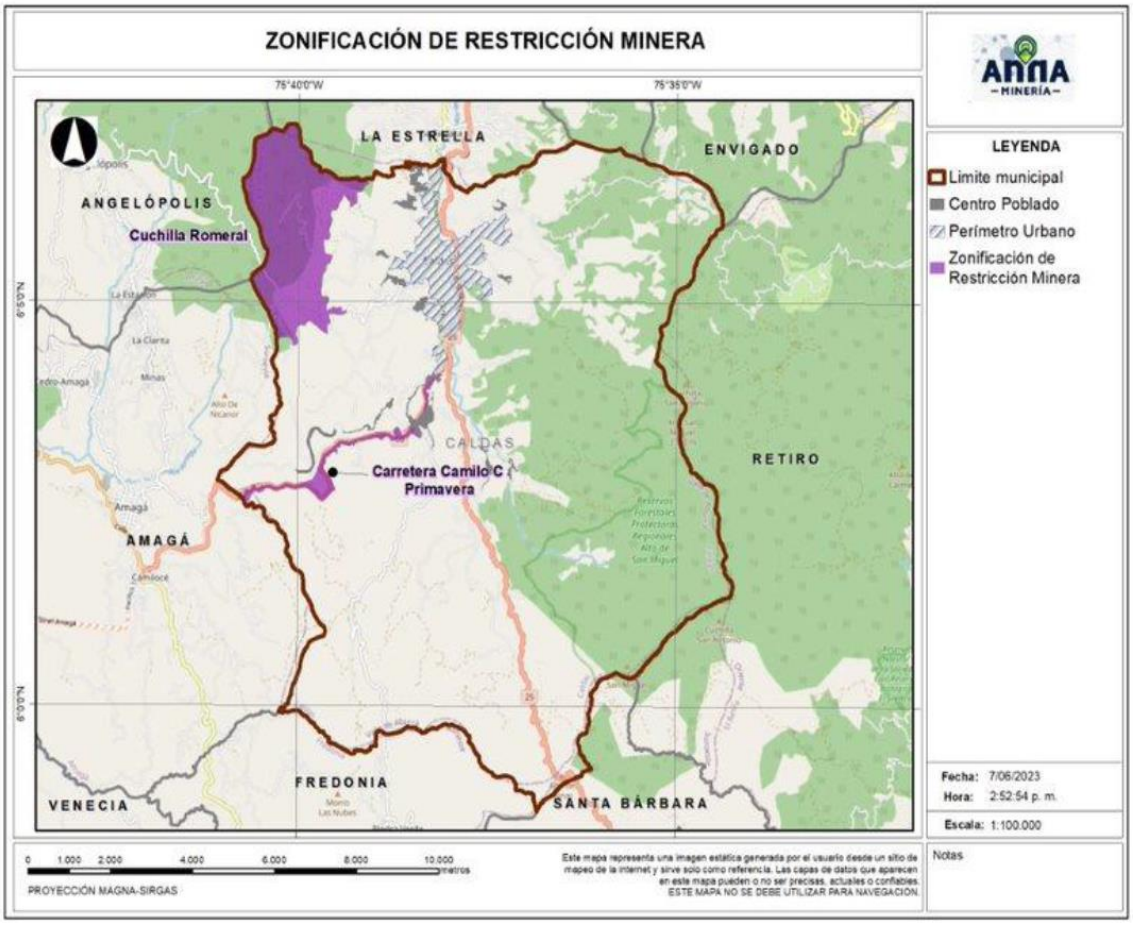
Obras Adscritas a Servicios Públicos - Carretera Camilo C – Primavera

De acuerdo con el Sistema Integral de Gestión Minera- SIGM-Anna Minería, en el municipio de Caldas en del departamento de Antioquia, se encuentra un (1) área de minería restringida identificada como Obras Adscritas a Servicios Públicos - Carretera Camilo C – Primavera, fue declarada por medio de la Resolución INVIAS 02412 del 29 de mayo de 2013, ésta se superpone con el municipio de Caldas en 94,8899 hectáreas de un área total de 140,5262 hectáreas, lo que equivale al 67,52 % del área total del territorio municipal (Agencia Nacional de Minería, 2023).

Cuchilla Romeral

Así mismo, en el municipio se localiza un (1) área de minería restringida identificada como Cuchilla Romeral, y de acuerdo con el Sistema Integral de Gestión Minera- SIGM-Anna Minería, la zona se superpone con el municipio de Caldas en 795,8453 hectáreas de un área total de 5147,6063 hectáreas (Agencia Nacional de Minería, 2023).

Mapa 28. Zonificación de restricción minera



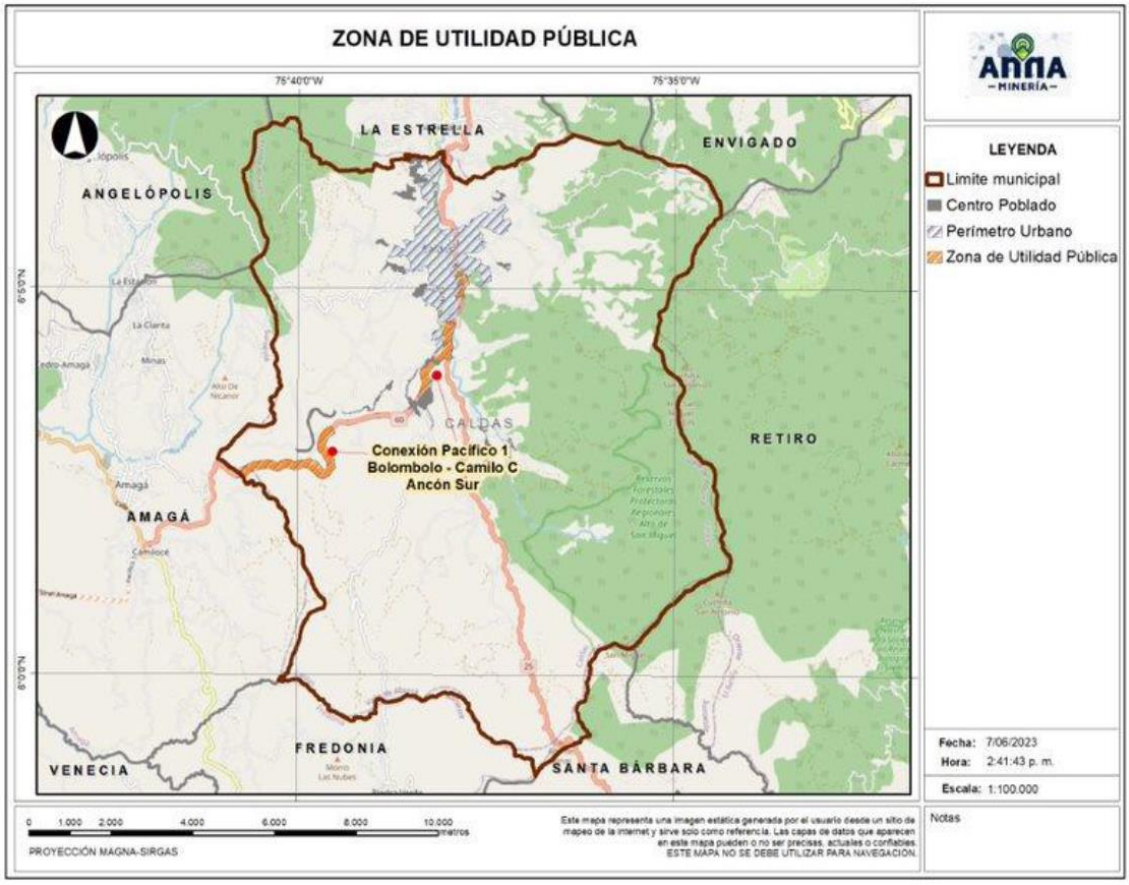
Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Zonas de Utilidad Publica

Corresponden a las áreas destinadas a planes, proyectos y ejecución de obras de infraestructura vial, para la generación, transmisión, distribución de energía eléctrica, acueductos, riego, regulación de ríos y caudales, así como las zonas afectadas por los mismos (Ministerio de Minas y Energía, 2014).

El municipio de Caldas cuenta con tres (3) proyectos viales (Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon Sur Polígono 1, Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon Sur Polígono 3 Int. Primavera + Pesaje Ancón Sur, Proyecto conexión pacífico 1 Bolombo - Camilo C - Ancon Sur Polígono 2 Pesaje Ancón Sur), los cuales suman un área total de 778,4542 hectáreas, con una superposición de 136,5926 hectáreas en el municipio de Caldas (Agencia Nacional de Minería, 2023).

Mapa 29. Zonas de utilidad pública



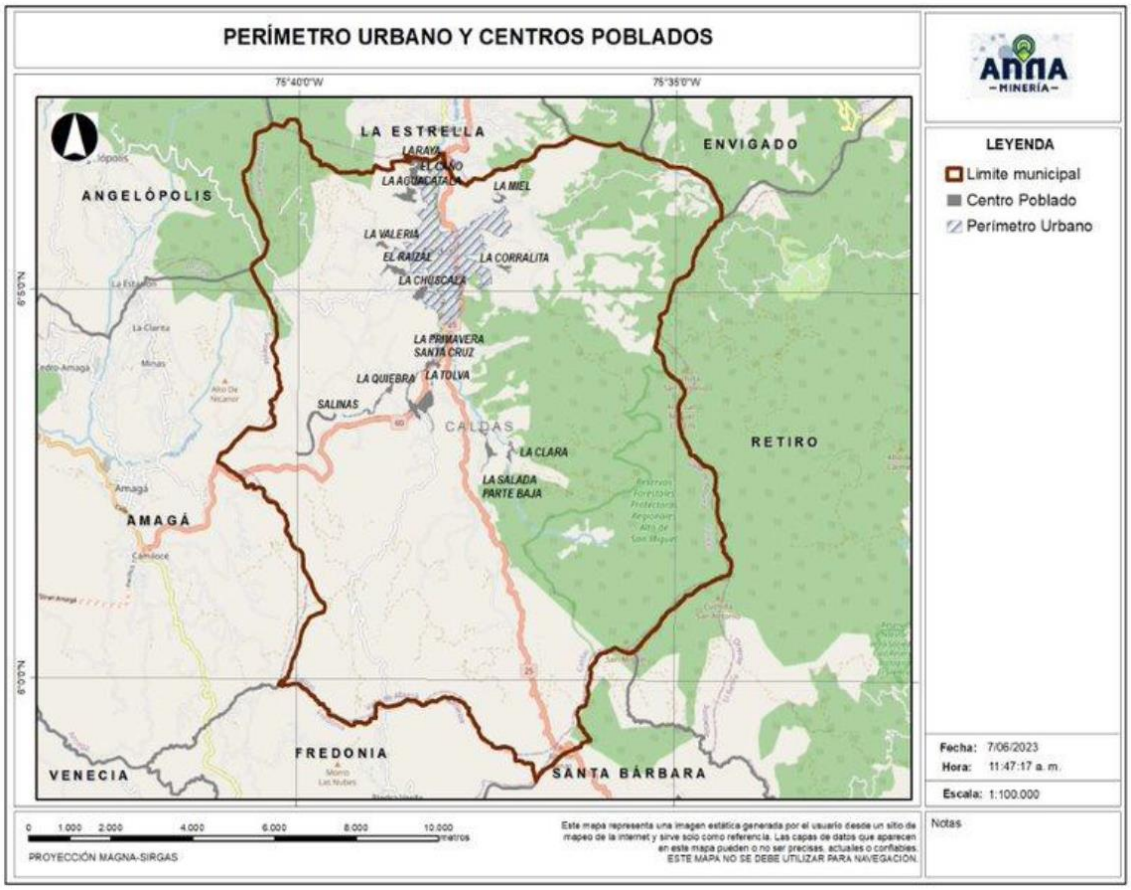
Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Perímetro Urbano y Centros Poblados

El perímetro urbano Caldas ocupa un área de 398,5949 hectáreas, este corresponde a la "frontera geográfica que delimita el área urbana, cuyos límites se definen por acuerdo del Concejo Municipal, suele estar asociado con la cota de servicios públicos, es decir, hasta donde la gravedad permite proveer el suministro del agua" (Agencia Nacional de Minería, 2023).

Además del centro urbano, en este territorio se tienen identificados 14 centros poblados denominados: La Aguacatala, La Raya, La Corralita, La Quiebra, La Valeria, La Primavera Santa Cruz, La Salada Parte Baja, La Chuscala, La Clara, La Salinas, La Tolva, El Caño, El Raizal y La Miel que corresponden a "los asentamientos rurales nucleados, con vivienda concentrada, que albergan servicios públicos, sociales, asistenciales, administrativos, recreativos y culturales, y que atienden la población dispersa de las veredas en su área de influencia", los cuales suman un área total de 119,8561 hectáreas.

Mapa 30. Perímetro urbano y centros poblados



Fuente: Agencia Nacional de Minería, 2023

Merece mención especial el contrato de concesión en etapa de explotación y destinado a todos los minerales ubicado en el extremo noroccidental del municipio, al interior del DRMI Divisoria Aburrá-Rio Cauca, el cual, fue considerado dentro de la zonificación ambiental del mismo y se presenta en la zonificación ambiental como un área de uso múltiple.

Así mismo, se indica que, dentro de la información registrada y compilada por la Agencia Nacional de Minería, no se encuentra las zonas de protección delimitadas por del POMCA río Aburrá y el POMCA rio Cauca – rio Amagá, quebrada Sinifaná.

2.10. USOS DEL SUELO

2.10.1. Uso potencial del suelo.

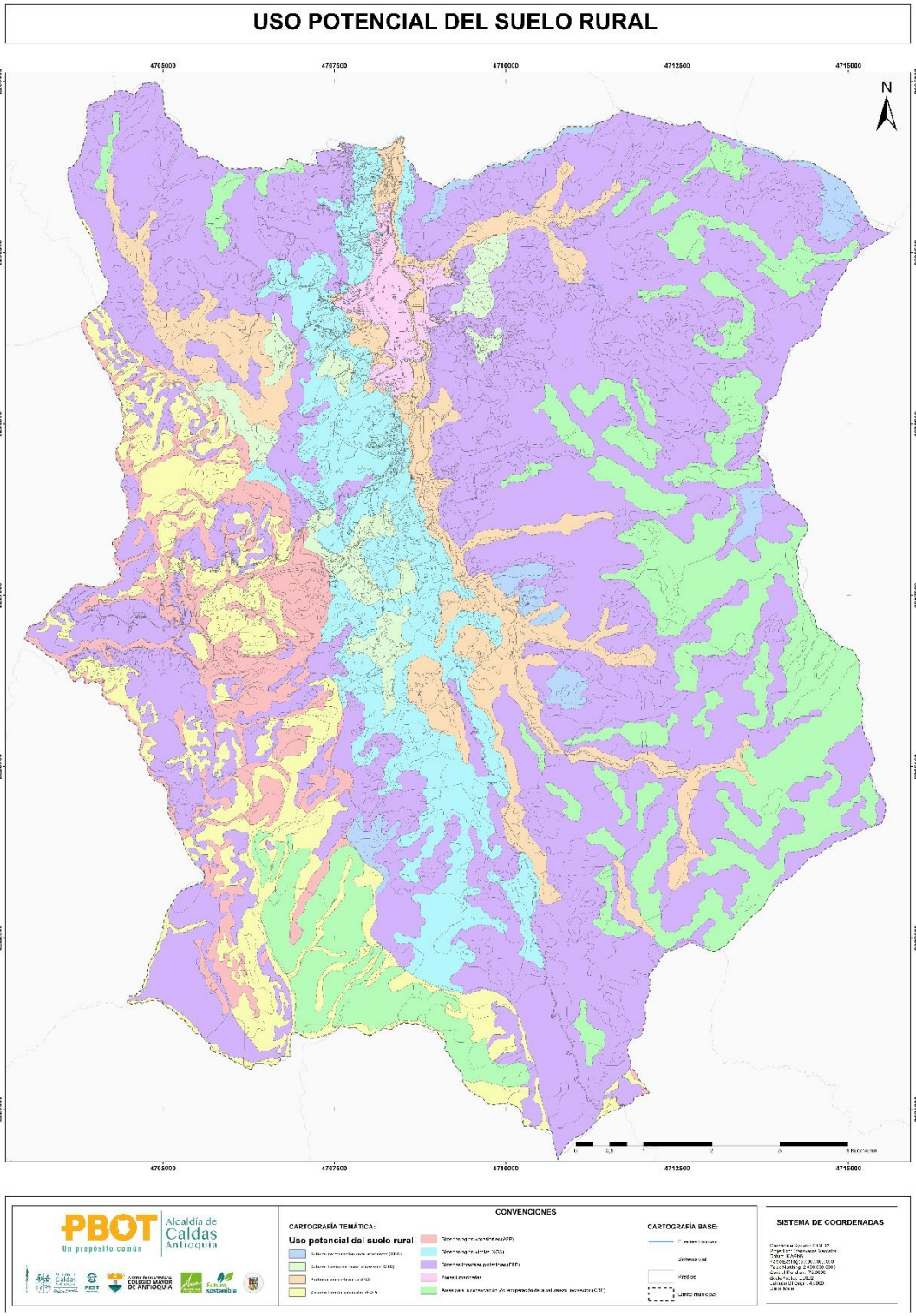
Según Corantioquia, la clasificación de las tierras por su capacidad de uso se fundamenta en el análisis de las características de los suelos que limitan el uso y generan riesgo de degradación de los mismos, especialmente por erosión. Dicho sistema, está estructurado de forma tal que, a medida que se incrementa la clase por capacidad agrologica, disminuye la gama de cultivos a escoger, se incrementan las prácticas de manejo y aumentan significativamente la necesidad de proteger el recurso así:

- Clase I y II: Tierras arables, con capacidad para cualquier tipo de cultivo, con pocas prácticas de conservación de suelos.

- Clase III y IV: Tierras arables, con restricciones en la selección de cultivos, con prácticas intensivas de conservación de suelos
- Clase V: Tierras no apropiadas para agricultura convencional debido a limitaciones como inundaciones prolongadas y la presencia de pedregosidad superficial abundante. Su uso puede darse en actividades agrícolas y ganaderas con rendimientos aceptables con la implementación de sistemas de cultivo y prácticas de manejo especiales.
- Clase VI: Tierras para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes o reforestación.
- Clase VII: Tierras forestales con posibilidades de uso sostenible del bosque.
- Clase VIII: Tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua y son muy vulnerables.

Las subclases son divisiones de las clases que agrupan suelos que tienen igual número de factores y grados similares de limitaciones y riesgos para su uso. Las limitaciones se pueden presentar solas o en combinación y se designan con letras minúsculas, así:

- p: pendiente
- e: erosión actual
- s: suelos, por obstáculos físicos y/o químicos
- h: humedad, por exceso de humedad (mal drenaje, inundaciones o encharcamientos)
- c: clima: bajas temperaturas, heladas, exceso de nubosidad, exceso o déficit de lluvias.



Mapa 31. Uso potencial del suelo rural

A continuación, se presentan las clases agrologicas y su respectiva área de participación en el municipio de Caldas:

Tabla 81. Clases Agrologicas del municipio de Caldas.

Clase	Área Ha
Clase II	65,12
Clase III	1308,61
Clase IV	1448,64
Clase VI	1546,78
Clase VII	6630,20
Clase VIII	2097,10
Zona Urbana	171,77
Total	13268,23

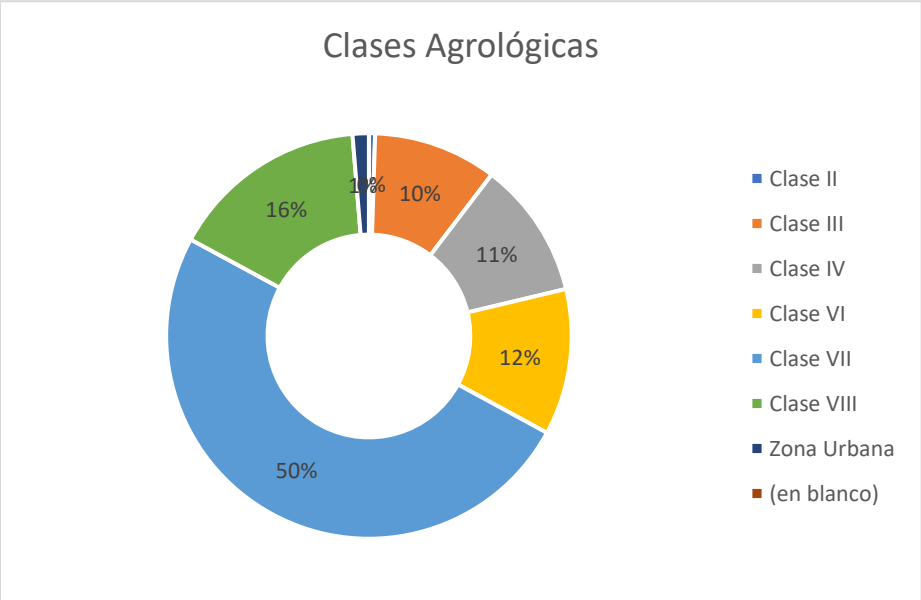


Gráfico 14. Clases Agrologicas en el municipio de Caldas.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La descripción de los usos principales recomendados para el municipio de Caldas es la siguiente:

Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS): Tienen un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; rara vez se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad varía de bajo a alto; no hay erosión, ni problemas de sales; puede ocurrir poca pedregosidad; el relieve es plano a moderadamente inclinado u ondulado con pendientes inferiores al 25%.

Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS): Tienen un ciclo de vida mayor de un año y requieren para su establecimiento inversión moderada de capital, tecnología adecuada y mano de obra calificada. Los suelos aptos para este tipo de uso deben tener las siguientes características: drenaje bueno a imperfecto, profundidad efectiva mayor de

25 cm, fertilidad baja o mayor, erosión moderada o menor, inundaciones ocasionales, pedregosidad moderada y salinidad ligera; el relieve puede ser quebrado con pendientes 50% o menores.

Pastoreo semi-intensivo (PSI): Pastoreo bajo programas de ocupación de potreros con mediana capacidad de carga (generalmente mayor de una res por cada dos hectáreas); requiere moderadas prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con rotación de potreros, aplicación de fertilizantes, uso de ganado seleccionado y controles fitosanitarios adecuados; en consecuencia, se necesita moderada o alta inversión de capital, moderada, tecnología y mano de obra calificada. Las condiciones edafológicas disminuyen en calidad lo suficiente para impedir una actividad ganadera intensiva; por ejemplo, el drenaje oscila entre bueno y pobre, la fertilidad entre baja y alta y la profundidad efectiva es mayor a 25 cm. Pueden ocurrir erosión ligera, inundaciones ocasionales; pedregosidad moderada y salinidad ligera.

Sistema forestal productor (FPD): tierras aptas para el establecimiento de sistemas forestales destinados a satisfacer la demanda industrial y comercial de productos derivados del bosque; este tipo de productos está relacionado con maderas, pulpa y materias primas farmacéuticas y de perfumería.

Sistemas agrosilvícolas (AGS): tierras aptas para el establecimiento de sistemas asociados a especies forestales con cultivos transitorios o permanentes; por tratarse de asociaciones, las tierras calificadas para este uso presentan diversas alternativas tales como cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosques protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor.

Sistemas agrosilvopastoriles (ASP): tierras aptas para el establecimiento integrado de bosques y pastos, así: producción de forraje en bosques plantados y pasturas arboladas; en consecuencia, las alternativas de uso pueden ser: ganadería intensiva y bosque productor; ganadería semi-intensiva y bosque productor; ganadería extensiva y bosque protector productor; ganadería extensiva y bosque protector.

Sistemas forestales protectores (FPR): tierras aptas para el establecimiento de sistemas forestales destinadas a la protección de las laderas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, o a la protección de especies maderables en vía de extinción, o como protección de recursos hídricos. En general, en estas áreas no se debe desarrollar ningún tipo de actividad económica diferente a aquella que propenda a la protección y crecimiento del bosque protector.

Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE): las tierras catalogadas para este tipo de uso forman parte de ecosistemas muy frágiles, esencialmente páramos, que constituyen los principales reservorios de agua en una región; en consecuencia, la única opción debe ser la conservación. Caben también en esta categoría áreas donde los procesos erosivos o las condiciones de sequía o de salinidad son tan fuertes que solo permiten el desarrollo de la vegetación nativa mediante programas de recuperación.

La descripción de G manejo es el siguiente:

2s-2: La mayor parte de estas tierras permiten el uso de maquinaria agrícola, requieren prácticas agronómicas como la aplicación de abonos acorde con el contenido de nutrientes en el suelo y las necesidades del respectivo cultivo, el mejoramiento de praderas y la utilización técnica de prácticas de mecanización agrícola adecuadas que no deterioren las características de los suelos, principalmente su estructura. El manejo de pastos y ganado debe estar orientado a aplicaciones tecnológicas sostenibles e integrales.

3es-1: Recomiendan implementar prácticas con enfoques sostenibles, tales como: localizar y rotar adecuadamente los cultivos, aplicar enmiendas para corrección de la acidez, aplicar fertilizantes de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los requerimientos de los cultivos, adicionar abonos orgánicos, manejar adecuadamente los

pastos y el ganado. Controlar la erosión sembrando en curvas de nivel, a través de las pendientes o al contorno y mantener el suelo cubierto con vegetación.

3hs-1: para incorporar plenamente estas tierras a las actividades agropecuarias se requiere la construcción de obras que controlen las inundaciones, abatan el nivel freático y eliminen el exceso de agua, además se debe aplicar fertilizantes y labranza en condiciones óptimas de humedad de los suelos, seleccionar especies que se adapten bien a sus limitaciones. De igual manera para las explotaciones ganaderas se requiere incorporar pastos resistentes al exceso de humedad, rotación de potreros, evitar la sobrecarga de animales y sobrepastoreo.

3hs-2: Para obtener mejores resultados en las explotaciones, se recomienda la siembra de cultivos en curvas de nivel o líneas en contorno, cultivos en fajas; siembra de pastos adaptados a las condiciones ecológicas, rotar los potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado, construir acequias de laderas e implantar barreras vivas y cualquier otra práctica biomecánica para disminuir la velocidad y encausar las aguas de escorrentía.

3s-1: Para obtener mejores resultados en las explotaciones, se recomienda la siembra de cultivos en curvas de nivel o líneas en contorno, cultivos en fajas; siembra de pastos adaptados a las condiciones ecológicas, rotar los potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado, construir acequias de laderas e implantar barreras vivas y cualquier otra práctica biomecánica para disminuir la velocidad y encausar las aguas de escorrentía."4pe-1: "Para obtener mejores resultados en las explotaciones, se recomienda la siembra de cultivos en curvas de nivel o líneas en contorno, cultivos en fajas; siembra de pastos adaptados a las condiciones ecológicas, rotar los potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado, construir acequias de laderas e implantar barreras vivas y cualquier otra práctica biomecánica para disminuir la velocidad y encausar las aguas de escorrentía.

4pe-2: Para obtener mejores resultados en las explotaciones, se recomienda la siembra de cultivos en curvas de nivel o líneas en contorno, cultivos en fajas; siembra de pastos adaptados a las condiciones ecológicas, rotar los potreros, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado, construir acequias de laderas e implantar barreras vivas y cualquier otra práctica biomecánica para disminuir la velocidad y encausar las aguas de escorrentía.

4pes-2: Se deben utilizar en ganadería semiestabulada con pastos braquiaria, estrella y pastos de corte leucaena, guinea o caña forrajera. Frutales de tipo permanente. Se pueden hacer plantaciones de caimito, árbol del pan, arrayan, caucho, melina o teca. Se recomienda adicionar materia orgánica o residuos de cosecha, espolvoreada con cales para mejorar la agregación de los suelos, la retención de humedad y la capacidad de cambio catiónica, aplicar fertilizantes que contengan elementos mayores, secundarios y microelementos; aplicar fertilizantes de forma fraccionada. Requieren moderadas prácticas de manejo para evitar dejar el suelo desnudo y acelerar los procesos de erosión.

6pe-1: Se recomienda implementar las siguientes prácticas: reforestar con especies nativas o exóticas, manejar adecuadamente los pastizales y el ganado, efectuando rotación de potreros y evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga; los cultivos se deben sembrar en curvas de nivel, en fajas o en líneas en contorno, efectuar fertilizaciones, construir acequias de laderas y establecer barreras vivas. Las áreas erosionadas se deben aislar y suspender toda actividad agropecuaria y desarrollar programas de recuperación de estas zonas, favorecer la regeneración natural de la vegetación, evitar quemas y tala de bosques.

6pes-2: Profundos, bien drenados, de familia textural franca gruesa y muy alta capacidad de retención de humedad (> 12 cm de agua /100 cm de suelo) Pendientes del terreno del 25 al 50%, erosión hídrica en grado moderado y pedregosidad superficial que recubre del 15 al 35%.

6pes-3: Tierras con suelos muy superficiales y moderadamente profundos, drenaje moderadamente excesivo, abundantes fragmentos de roca en el perfil, reacción ligeramente ácida a neutra, baja y alta saturación de aluminio,

fertilidad moderada. Ubicados en clima cálido húmedo, con pendientes ligeramente escarpadas 25 al 50% y erosión moderada.

7pe-1: Se recomienda reforestar con especies nativas o exóticas adaptadas al medio, mantenimiento de la cobertura vegetal propia de estas condiciones ecológicas, reforestación protectora, eliminar las actividades agropecuarias, evitar tala y quemas de bosques.

7pe-2: Tierras con suelos superficiales a profundos, en pendientes moderadamente escarpadas 50-75%, bien drenados a moderadamente excesivos, texturas francas finas y finas, reacción muy fuerte a moderadamente ácida, alta saturación de aluminio. Se ubican en clima templado húmedo. La limitante principal se relaciona con las pendientes escarpadas, superficiales, la acidez, el exceso de humedad y la erosión moderada.

7pe-3: Tierras con suelos muy superficiales y moderadamente profundos con fragmentos de roca en eln el perfil, en pendientes moderadamente escarpadas 50-75%, bien drenados a moderadamente excesivos, reacción moderada a ligeramente ácida, neutra y moderadamente alcalina. Se ubican en clima cálido húmedo. La limitante principal se relaciona con las pendientes escarpadas, profundidad efectiva muy superficial, el exceso de humedad y la erosión moderada.

7pes-1: Tierras con suelos superficiales y profundos limitados por piedra y gravilla, en pendientes moderadamente escarpadas 50-75%, bien drenados, texturas francas finas con fragmentos de roca, reacción muy fuerte a fuertemente ácida, fertilidad baja. Se ubican en clima frio húmedo con procesos de erosión de grado moderado.

8pe-1: Se recomienda prohibir todas las actividades agropecuarias, evitar tala y quema de bosques, reforestar con especies nativas las zonas donde la vegetación ha sido talada e implementar programas de recuperación de áreas degradadas por erosión o remoción en masa entre muchas otras.

8pe-2: Se recomienda prohibir todas las actividades agropecuarias, evitar tala y quema de bosques, reforestar con especies nativas las zonas donde la vegetación ha sido talada e implementar programas de recuperación de áreas degradadas por erosión o remoción en masa entre muchas otras.

2.10.2. Uso Actual del Suelo

La actualización del uso del suelo del municipio de Caldas se realizó a partir del mapa de cobertura terrestre, con el fin de analizar el uso actual para cada una de las categorías del suelo (áreas de expansión urbana, área rural y área urbana) en el proceso de actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT).

Los usos actuales en la clasificación del suelo se encuentran bajo las siguientes categorías:

- Cuerpos de agua naturales
- Cultivos permanentes intensivos
- Cultivos permanentes semi- intensivos con pastoreo extensivo
- Cultivos semi- intensivos:
- Cultivos transitorios intensivos
- Industrial y comercial
- Infraestructura y transporte
- Minería de materiales y construcción
- Pastoreo extensivo y recreacional
- Pastoreo intensivo y recreacional
- Producción forestal
- Protección
- Recreacional
- Restauración
- Sistemas combinados de agricultura, ganadería y foreste ría
- Sistemas combinados de ganadería y foresteria

En la categoría de suelo de expansión urbana, el uso más representativo es el pastoreo intensivo y recreacional que abarca 1,79%, seguido del uso de protección que representa el 0,86%. En la categoría del suelo urbano el uso actual más representativo es el residencial, el cual representa el 1,21%, seguido del uso recreacional con el 1,05%. Finalmente, Para la categoría del suelo rural el uso actual más representativo es el de protección, el cual corresponde al 35,61%, seguido de la producción forestal con el 27,1%.

A continuación, se muestra las categorías del uso actual presentes en el municipio, con su respectiva área y porcentaje:

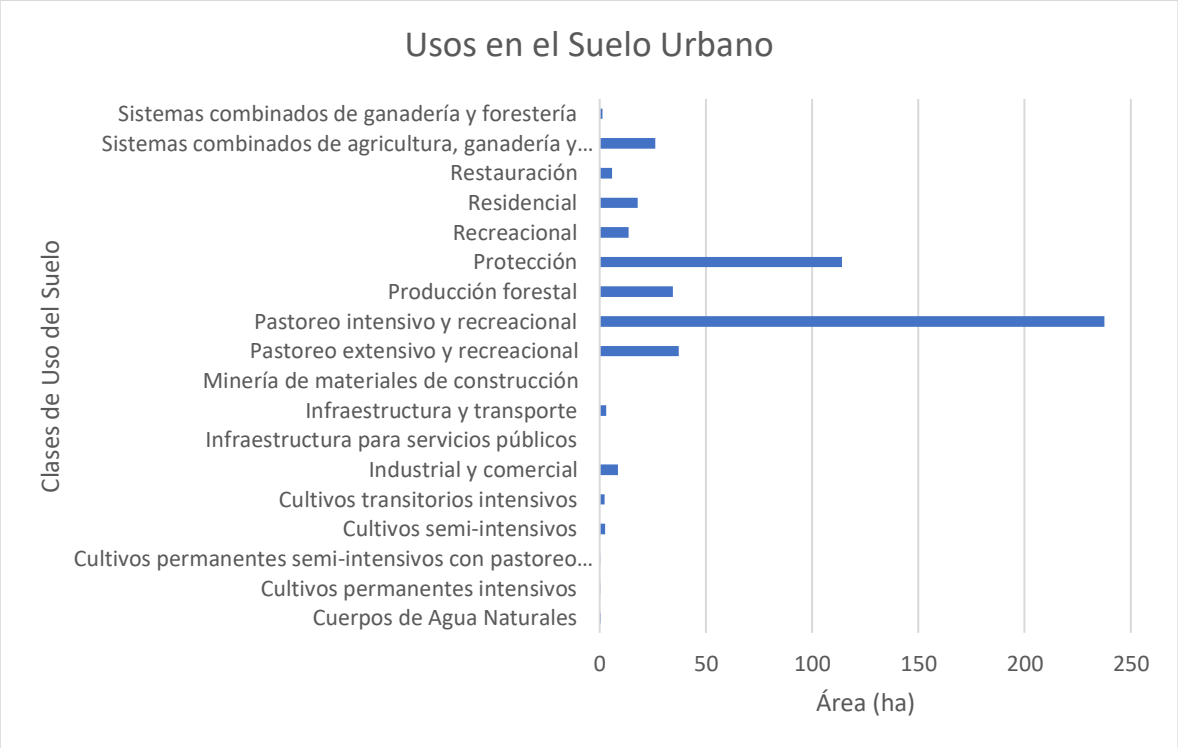
Tabla 132. Uso actual en las categorías del suelo.

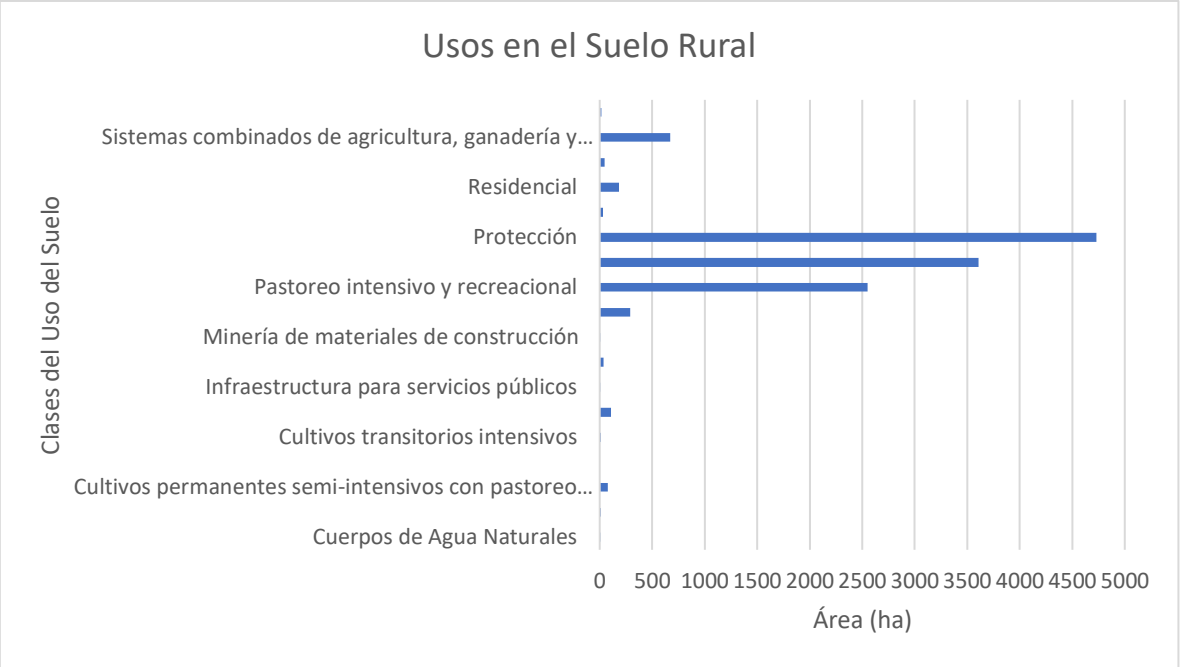
	Clasificación del Suelo						
	Área (ha)						
Uso de Suelo Actual	**Expansión Urbano**	**%**	**Rural**	**%**	**Urbano**	**%**	**Total**
Cuerpos de Agua Naturales	0,455424	0,00	8,045023	0,06	3,390143	0,03	11,89059
Cultivos permanentes intensivos	0,261709	0,00	10,441058	0,08			10,702767
Cultivos permanentes semi-intensivos con pastoreo extensivo	0,040211	0,00	79,109492	0,60			79,149703
Cultivos semi-intensivos	2,557219	0,02		0,00			2,557219
Cultivos transitorios intensivos	2,309096	0,02	10,253593	0,08	0,01471	0,00	12,577399
Industrial y comercial	8,67906	0,07	105,427271	0,79	38,35358	0,29	152,459911
Infraestructura para servicios públicos		0,00	1,31673	0,01			1,31673
Infraestructura y transporte	3,107148	0,02	38,029964	0,29	11,723875	0,09	52,860987

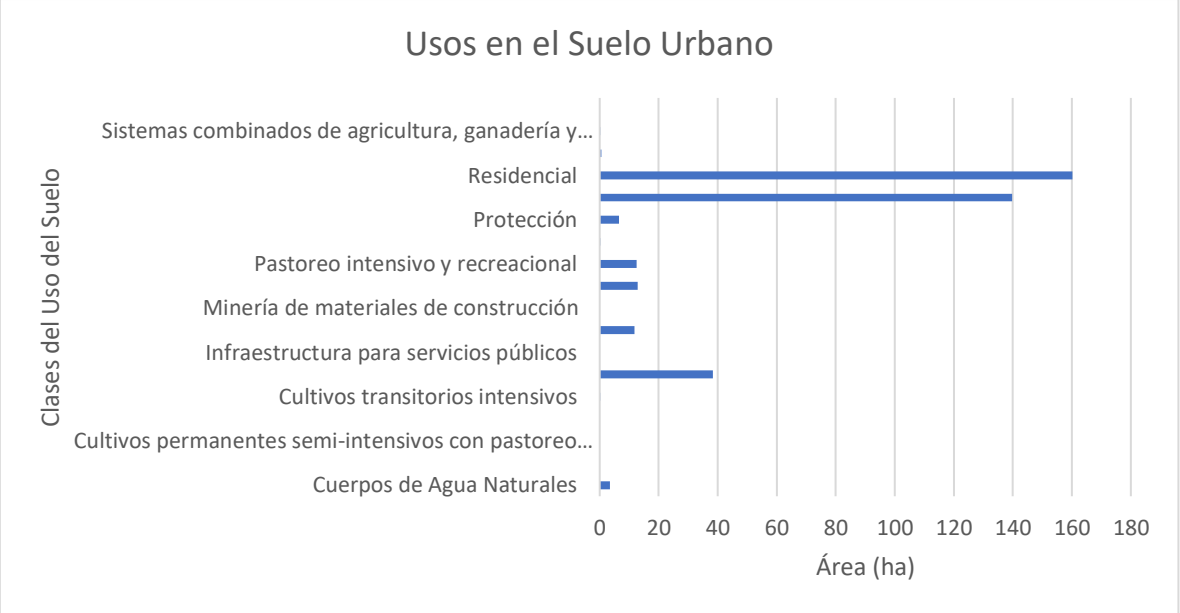
Minería de materiales de construcción		0,00	1,70054	0,01			1,70054
Pastoreo extensivo y recreacional	37,301318	0,28	292,454196	2,20	12,856671	0,10	342,612185
Pastoreo intensivo y recreacional	237,457199	1,79	2552,28229	19,22	12,573029	0,09	2802,31252
Producción forestal	34,566261	0,26	3609,38088	27,19	0,198493	0,00	3644,14563
Protección	113,965098	0,86	4727,5319	35,61	6,454388	0,05	4847,95138
Recreacional	13,72437	0,10	32,312358	0,24	139,851892	1,05	185,88862
Residencial	17,84533	0,13	181,664533	1,37	160,236397	1,21	359,74626
Restauración	5,761034	0,04	48,155079	0,36	0,497789	0,00	54,413902
Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería	26,272489	0,20	673,277239	5,07	0,110783	0,00	699,660511
Sistemas combinados de ganadería y forestería	1,26147	0,01	13,7617	0,10			15,02317

Fuente: elaboración propia.

Grafico 15. Uso Actual de la Clasificación del Suelo en Caldas.







Fuente: elaboración propia.

A nivel veredal se analizó las clases de uso del suelo, con el fin de conocer los usos representativos en el suelo rural en función del grupo de uso.

En Agricultura, se presentan el uso actual de cultivos permanentes intensivos, cultivos semi- intensivos y cultivos transitorios intensivos, los cuales están presentes en la vereda La Valeria, El Raizal, La Salada Parte Baja y La Maní del Cardal. Relacionado a suelos con pendientes bajas y cercanos al casco urbano que permitan la producción de alimentos.

En Agropecuario el uso actual es de Cultivos permanentes semi – intensivo con pastoreo extensivo, los cuales están presenten en la vereda La Miel, La Valeria, La Maní del Cardal, La Corrala, La Chuscala. Relacionado a suelos con pendientes bajas que permitan la agricultura y ganadería.

En Agrosilvopastoril el uso actual es de Sistemas combinados de agricultura, ganadería y foresteria, los cuales están presentes en la vereda La Miel, La Clara, La Salada Parte Alta, Salinas, La Chuscala, Potrerito

y La Corrala, en mayor proporción en la vereda La Maní del Cardal y Sinifaná, específicamente dentro del área del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná. Donde se permiten la combinación adecuada de árboles, cultivos o ganadería.

En Conservación el uso actual es de protección se encuentra en la vereda La Valeria, La Miel, La Corrala, Potrerito, La Chuscala, Salinas, La Maní del Cardal, El 60, La Clara y La Salada Parte Alta. En mayor proporción se encuentra hacia el oriente del municipio, con relación al POMCA Aburrá y la Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel.

En Cuerpos de Agua Naturales el uso actual es de Cuerpos de Agua Naturales, corresponde al río Aburrá (río Medellín) el cual nace en la Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel de la vereda La Clara y recorre el municipio por su zona centro hacia el norte de Caldas.

En Foresteria el uso actual es la producción forestal, se encuentra en la vereda La Valeria, El Raizal, La Chuscala, Potrerito, Salinas, La Maní del Cardal, Cardalito, Sinifaná, La Salada Parte Alta, La Clara y La Miel. Está relacionado a la industria maderable de Cipreses de Colombia y otras industrias.

En Ganadería el uso actual es de pastoreo extensivo – recreacional y pastoreo intensivo - recreacional, los cuales se encuentran en la vereda La Valeria, La Miel, Potrerito, Salinas, La Chuscala, Cardalito, El 60, La Clara, La Miel, La Salada Parte Baja y Sinifaná. Asociado a las cercanías de los cuerpos de agua del municipio y algunas zonas con menor pendiente.

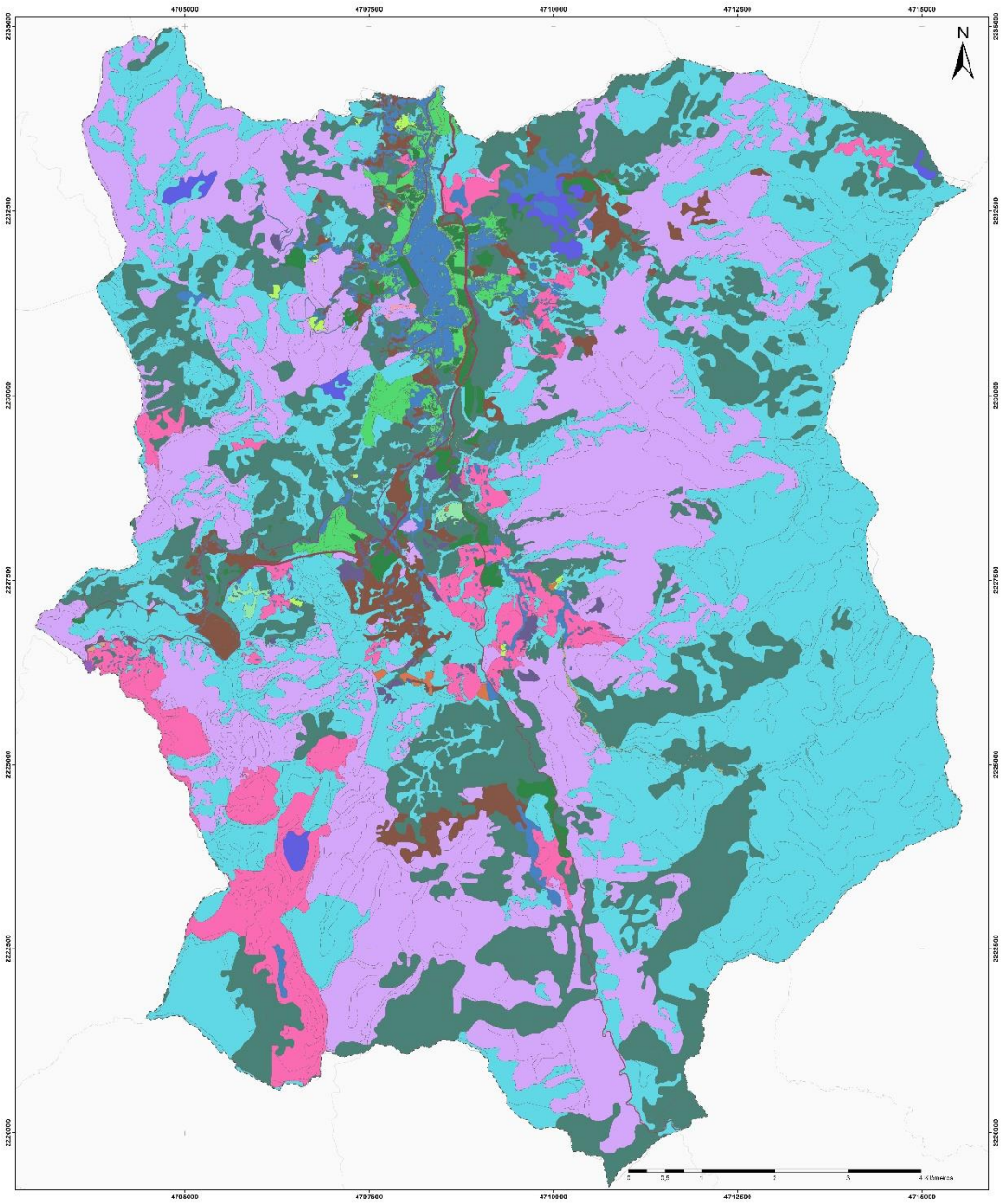
En Infraestructura el uso actual es Industrial y Comercial, Infraestructura para servicios públicos, Infraestructura y transporte, recreacional y residencial, ubicado en la vereda La Miel y en el área urbana municipal, relacionada al desarrollo del área urbana.

En Minería el uso actual es la minería de materiales de construcción, ubicado en la vereda La Maní del Cardal, el cual se encuentra dentro del área del POMCA Amagá, quebrada Sinifaná, el cual está asociado a Continental de Canteras.

En Silvopastoril el uso actual es de Sistemas Combinados de Ganadería y Forestaría, está ubicado en la vereda Salinas y al sur del casco urbano (primavera), asociado a la combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera.

Para el Grupo sin uso, el uso actual es de restauración ubicado en la vereda La Valeria, La Quiebra, La Salada Parte Baja, y al sur del casco urbano principal. Asociado al POMCA Aburrá.

USO ACTUALDEL SUELO RURAL



Mapa 32. Uso actual del suelo

2.10.3. Conflictos usos del suelo.

Buscando entender los conflictos de uso del suelo del municipio, se integraron las distintas zonificaciones ambientales que hacen parte de este (mapa 14), estas son las de los POMCAS del rio Aburrá y Cauca, Amagá y quebrada Sinifaná. Adicionalmente, se consideraron las zonificaciones de las áreas protegidas de los Distritos Regionales de Manejo Integrado Alto de San Miguel y Divisoria Aburrá Rio Cauca. Posteriormente, estas zonificaciones fueron comparadas con las coberturas actuales del suelo (Mapa 12). La comparación permitió identificar donde las zonificaciones ambientales se ajustan a la realidad del territorio y donde no.

El resultado obtenido en cuanto a los conflictos de uso del suelo en Caldas permite evidenciar que el 30,9% del municipio (4093,8 ha) presentan el uso adecuado, es decir, no presenta conflictos de uso. El 29,6% (3930 ha), presenta conflicto por sobreutilización severa, el 17,1% (2262,5 ha) presenta sobreutilización ligera, el 9,1% presenta sobreutilización moderada, el 9.7% (1285,9 ha) presenta subutilización severa, el 2,3% (307,3 ha) presenta subutilización ligera, el 0,1% (8,60 ha) presenta subutilización moderada y las zonas urbanizadas (no aplica) representan el 1,3% (171,73 ha). A continuación, se presenta los conflictos de uso del suelo y su respectivo gráfico.

Tabla 133. Tipo de conflictos de uso presentes en Caldas.

Tipo de Conflicto	Área (ha)	%
No aplica	171,73	1,3%
Sobreutilización ligera	2262,57	17,1%
Sobreutilización moderada	1204,98	9,1%
Sobreutilización severa	3930,08	29,6%
Subutilización ligera	307,32	2,3%
Subutilización moderada	8,60	0,1%
Subutilización severa	1285,98	9,7%
Uso adecuado	4093,85	30,9%
Total general	**13265,11**	**100,0%**

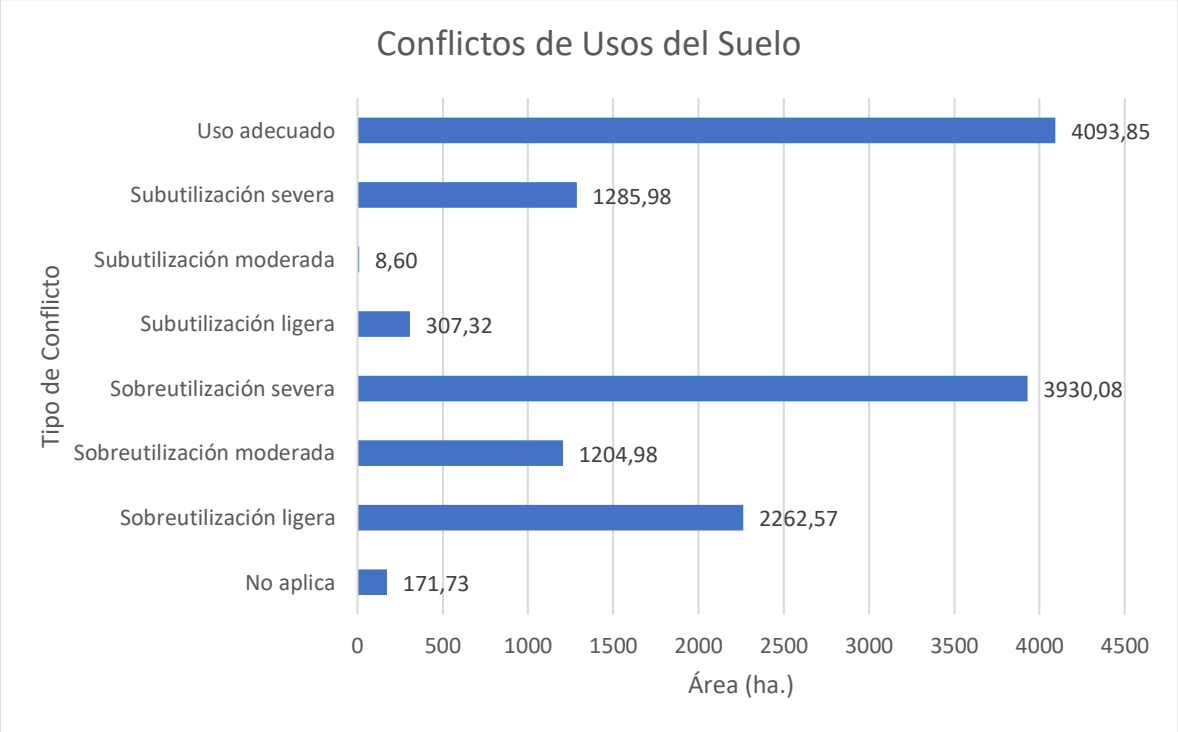
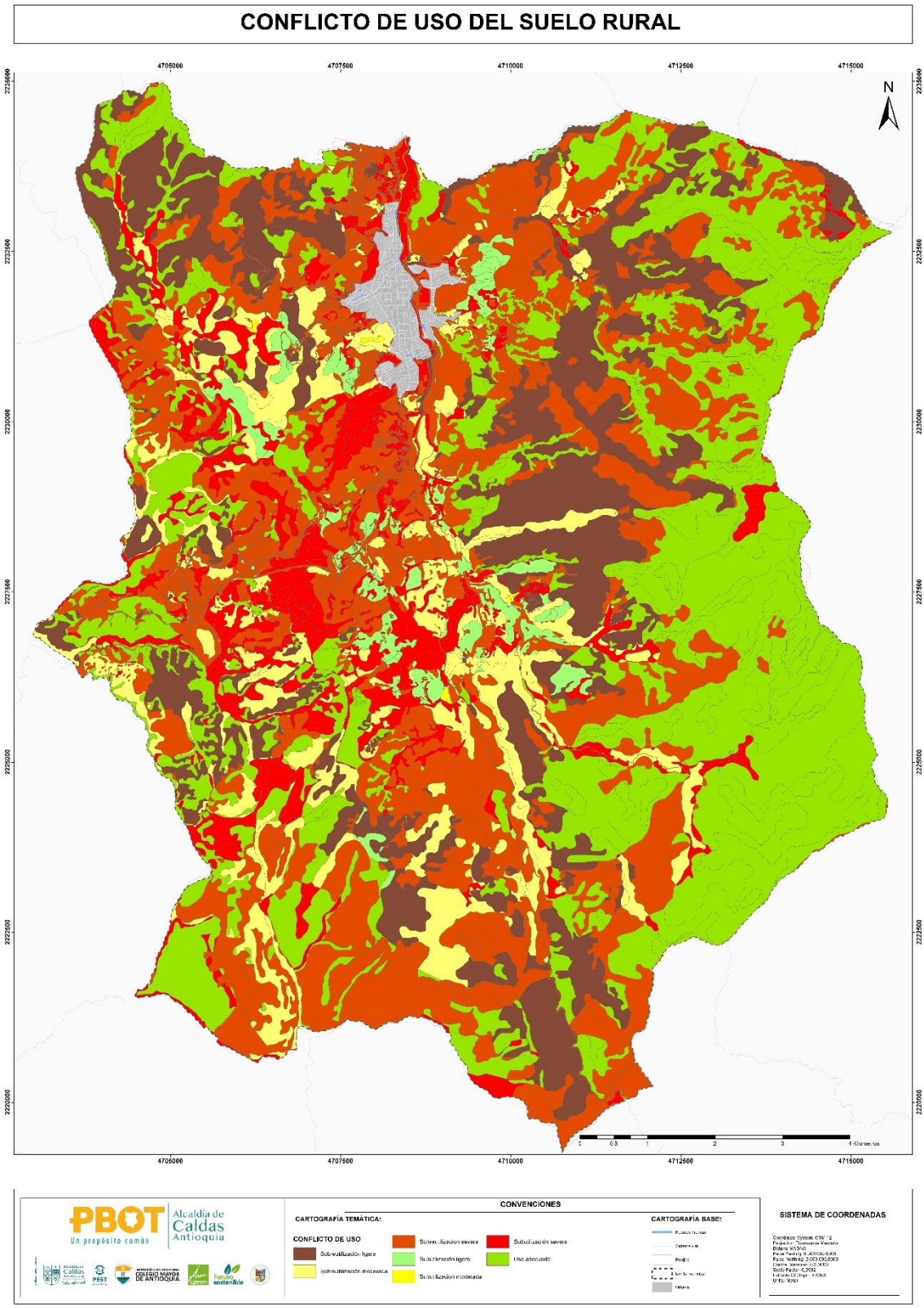


Grafico 16. Tipo de conflicto de uso en Caldas.

		USO ACTUAL DEL SUELO								
GRUPO DE USO	**USO POTENCIAL**	**Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)**	**Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)**	**Cultivos trasitorios semi-intensivos (CTS)**	**Pastoreo semi-intensivo (PSI)**	**Sistema forestal productor (FDP)**	**Sistemas agrosilvícolas (AGS)**	**Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)**	**Sistemas forestales protectores (FPR)**	**Zonas Urbanizadas**
Agricultura	Cultivos permanentes intensivos		Sobreutilización ligera	Subutilización ligera			Sobreutilización moderada	Subutilización moderada		
	Cultivos semi-intensivos				Subutilización moderada		Sobreutilización moderada			
	Cultivos transitorios intensivos		Sobreutilización ligera	Sobreutilización ligera	Subutilización moderada	Subutilización moderada	Sobreutilización ligera	Subutilización moderada	Subutilización moderada	
Agropecuario	Cultivos permanentes semi-intensivos con pastoreo extensivo	Sobreutilización severa	Uso adecuado	Subutilización ligera	Sobreutilización ligera	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa		Sobreutilización severa	
Agrosilvopastoril	Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería		Subutilización severa	Subutilización severa	Subutilización ligera	Sobreutilización moderada	Sobreutilización moderada	Uso adecuado	Sobreutilización severa	No aplica
Conservación	Protección	Uso adecuado	Subutilización severa	Subutilización severa	Subutilización severa	Subutilización severa	Subutilización severa	Subutilización severa	Uso adecuado	No aplica
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales				Uso adecuado				Uso adecuado	No aplica
Forestería	Producción forestal	Sobreutilización severa	Subutilización ligera	Subutilización ligera	Sobreutilización moderada	Uso adecuado	Sobreutilización moderada	Sobreutilización moderada	Sobreutilización ligera	No aplica
Ganadería	Pastoreo extensivo y recreacional	Sobreutilización severa	Sobreutilización ligera	Subutilización ligera	Sobreutilización ligera	Sobreutilización moderada	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	No aplica
	Pastoreo intensivo y recreacional	Sobreutilización severa	Sobreutilización ligera	Subutilización ligera	Sobreutilización moderada	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	No aplica
Infraestructura	Industrial y comercial			Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	No aplica
	Infraestructura para servicios públicos								Sobreutilización severa	
	Infraestructura y transporte			Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	No aplica
	Recreacional			Subutilización severa					Sobreutilización moderada	No aplica
	Residencial		Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	No aplica

Minería	Minería de materiales de construcción					Sobreutilización severa		Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	
Silvopastoril	Sistemas combinados de ganadería y forestería					Sobreutilización moderada	Sobreutilización moderada	Uso adecuado		
Sin uso	Restauración		Subutilización ligera	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Sobreutilización severa	Uso adecuado	No aplica



Mapa 33. Conflicos de uso de suelo

Adicionalmente, el POMCA Rio Cauca, Rio Amagá, Quebrada Sinifaná, dentro del municipio de Caldas, zonifica un área de 31,0 km^2, el cual corresponde al 23,3 % de la extensión municipal, ubicado hacia el este y sur de Caldas. Las áreas de protección suman 14,78 km^2, se encuentran ubicadas dentro de estas las veredas Salinas, Maní del Cardal, Sinifaná y Cardalito. Además, el Centro Poblado Salinas está dentro de las áreas de protección con 0,187 km^2. Al realizar un analisis territorial se evidencia que dentro de las Áreas Protegidas se cuenta con uso agrícola en un área de 0,99 km^2, uso pecuario en un área de 1,89 km^2, plantaciones de bosque y forestal en un área de 11,8 km^2.

Las áreas de restauración suman 5,19 km^2, ubicado en las veredas Salinas, Maní del Cardal, Sinifaná y Cardalito, se cuenta con uso agrícola en 0,38 km^2, uso pecuario en un área de 0,49 km^2 , plantación de bosque y forestal en un área de 4,3 km^2.

Dentro de la zonificación del POMCA Rio Cauca – Rio Amagá (Quebrada Sinifaná) se delimita el área de producción agrícola con un área de 5,6 km^2 alrededor de las veredas Salinas, Maní del Cardal, Sinifaná, Cardalito y el Centro Poblado Salinas. Las coberturas presentes en uso agrícola suman un área de 0,54 km^2, pecuario con un área de 1,75 km^2, de plantación de bosque y forestal con un área de 3,31 km^2. Las Áreas urbanas suman 0,13 km^2, presentan uso pecuario con un área de 0,0012 km^2, uso Agrícola con un área de 0,117 km^2 , plantación de bosque y forestal con un área de 0,011 km^2.

Se puede evidenciar que dentro de la zonificación del POMCA Rio Cauca – Rio Amagá (Quebrada Sinifaná), se presentan diferentes usos del suelo, principalmente dentro de las Áreas de protección y las Áreas de Restauración, siendo de gran importancia reconsiderar la delimitación de dichas áreas o reconsiderar las medidas establecidas por la normativa para el desarrollo de estas prácticas y/o usos, para poder garantizar la armonía entre lo establecido por la norma y los usos del suelo.

Dentro de las áreas de producción agrícola y las áreas urbanas delimitadas en el POMCA, presenta usos pecuarios y de plantación de bosque y forestal, lo que requiere ajustar las medidas para el desarrollo de dichos usos garantizando el cumplimiento de la norma.

El POMCA Rio Aburrá dentro del municipio de Caldas suma un área de 101,8 km^2, el cual corresponde al 76,5 % de la extensión del municipio, ubicado hacia la zona norte, centro, occidente y sur de Caldas.

Las áreas protegidas suman de 25,27 km^2, ubicadas en las veredas El Cano, parte de la Raya, El Raizal, La Chuscala, el 60 y el centro poblado la Aguacatala. Se evidencia uso pecuario en un área de 2,55 km^2, uso agrícola en 0,041 km^2, plantación de bosque y forestal con un área de 22,6 km^2.

Las áreas de protección suman 53,69 km^2,ubicadas dentro de las veredas La Raya, La Aguacatala, La Corrala, La Quiebra, Salada parte Baja, parte de la Salada parte Alta, el 60 , la Miel y la Clara, el centro poblado la Valeria, Centro poblado la Clara, centro poblado la Corrala, centro poblado la Chuscala, centro poblado la Salada Parte Baja, centro poblado La Miel, centro poblado la Aguacatala, centro poblado el Cano, centro poblado la Quiebra, centro poblado la Raya, centro poblado el Raizal, centro poblado la Tolva y el sector Quiebrapatas, los cuales presentan uso pecuario en un área de 8,77 km^2,uso agrícola en 2,49 km^2, plantación forestal y de bosques en un área de 37,9 km^2 y un área urbana de 0,33 km^2.

Las áreas de restauración son de 11,73 km^2, presentes en las veredas La quiebra, Primavera, El Cano, el 60, La Raya, Cardalito, Salada parte baja, Salada parte alta, El Raizal, Maní del Cardal, La Chuscala, La Aguacatala, La Valeria, La Miel, La Clara y la Corrala. Además, está presente en los centros poblados la Chuscala, centro poblado la Salda Parte Baja, cetro poblado la Aguacatala, centro poblado el Canelón, centro poblado la Quiebra, centro poblado el Raizal, centro poblado La Tolva y sector quiebrapatas. Dentro del área de restauración está presente el uso pecuario en un área de 3,33 km^2, uso agrícola en 1,82 km^2, plantación forestal y de bosques en un área de 4,35 km^2 , zona de industria con un área de 0,041 km^2 y un area urbana de 0,022 km^2.

El área de producción agrícola delimitada por el POMCA Aburrá suma 7,38 km^2, presentes en la vereda la quiebra, la primavera, el Cano, el 60, la raya, Cardalito, Salada parte baja, la Salada Parte Alta, el Raizal, Maní del Cardal, la Chuscala, la Valeria, la Miel, la Clara y la Corrala, también está presente los centros poblados la Chuscala, centro poblado la salda parte baja, cetro poblado la Aguacatala, centro poblado el Canelón, centro poblado la quiebra, centro poblado el Raizal, centro poblado La Tolva y sector Quiebrapatas. Se presentan uso pecuario en un área de 1,30 km^2, uso agrícola en 0,52 km^2, área de plantación de bosques y forestal de 3,33 km^2, cuenta con un área industrial de 0,021 km^2, y un área urbana de 0,123 km^2.

El área urbana dentro de la zonificación del POMCA Aburrá es de 3,67 km^2, presente en la vereda la primavera, el Cano, la Raya, la Salada Parte Baja, la Salada Parte Alta, el Raizal, la Chuscala, la Aguacatala, la Miel, la Clara y la Corrala, en los centros poblados la Clara, centro poblado la Corrala, centro poblado la Chuscala, centro poblado la Salada Parte Baja, centro poblado la Miel, centro poblado la Aguacatala, centro poblado el Cano, centro poblado la Quiebra y el centro poblado la Raya. Dentro de esta área se presenta uso pecuario en un área de 0,423 km^2, uso agrícola en 0,135 km^2, plantación forestal y de bosque en un área de 0,08 km^2, un área urbana de 2,18 km^2.

Otras áreas hacen referencia a las áreas excluidas para minería, la cual suma 0,02 km^2, están dentro de las veredas el Raizal, la Chuscala, la Aguacatala y la Miel, presenta uso pecuario en 0,001 km^2, plantación forestal en 0,0009 km^2 y un área urbana de 0,012 km^2.

Se evidencia múltiples usos del suelo dentro de la delimitación del POMCA, lo cual requiere evaluar las medidas y normativas establecidas en cada una de las áreas, para garantizar su cumplimiento, orientando cada área a su objetivo de desarrollo.

Atención particular requiere la empresa Cipreses de Colombia, la cual cuenta con predios dentro del municipio de caldas con un área de 25,4 km^2, los cuales corresponden al 19% del área municipal. El detalle de los predios y su área se presenta a continuación.

Tabla 134. Predios Cipreses de Colombia

PREDIOS CIPRESES DE COLOMBIA	ÁREA KM2
Predio Vereda Salinas 3	0,24
Predio Vereda Potrerillo	0,47
Predio Vereda Potrerillo 6	0,58
Predio Vereda Potrerillo 4	0,2
Predio Vereda Salinas 3	0,15
Predio Vereda La Chuscula	0,34
Predio Vereda La Chuscala 3	0,24
Predio Vereda Potrerillo 2	0,71
Predio Vereda Potrerillo 5	0,25
Predio El Raizal, La Floresta	1,06
Predio Vereda La Miel 2	0,31
Predio Vereda La Valeria	0,001
Predio Vereda Salinas 2	0,34
Predio Vereda La Miel	0,03
Predio Vereda Potrerillo 3	0,45
Predio Vereda La Chuscala 2	0,3
Predio Vereda La Miel 3	1,2
Predio La Mani	4,5
Predio Vereda La Clara	10,73

Predio Vereda Salada Parte Alta	3,28

El predio vereda La Maní, el predio vereda Salada Parte Alta, predio vereda Potrerillo, predio Salinas, predio Salinas 2, predio Salinas 3, predio vereda Potrerillo 4, predio vereda Potrerillo 3, predio vereda Potrerillo 6, predio vereda Poterillo 5, predio vereda el Raizal – la Floresta, predio vereda la Chuscala 3, predio vereda la Chuscala 2 y el predio vereda La Chuscala presenta áreas de protección por la delimitación del POMCA Rio Amaga.

El predio vereda Poterillo 6, predio vereda la Chuscala, predio vereda la Chuscala 3, predio vereda Potrerillo 2, predio vereda Potrerillo 5, predio el Raizal – La Floresta, predio vereda La Valeria, predio vereda Potrerillo 3, predio vereda la Chuscala 2 y el predio vereda La Clara presentan áreas protegidas por la delimitación del POMCA Rio Aburrá.

Tras analizar los usos y coberturas del suelo actualmente instalados y compararlos con las distintas zonificaciones ambientales en el territorio municipal, se identifican conflictos importantes del suelo, donde usos no compatibles en las zonificaciones, son desarrollados en el territorio. Es necesario que se realicen las consideraciones normativas requeridas para ajustar esta situación y conseguir una armonía respecto a las normas de ordenamiento territorial y los usos y coberturas desarrolladas.

GESTIÓN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE CALDAS – ANTIOQUIA.

2.11. RIESGO SÍSMICO

La ocurrencia de eventos sísmicos de alta magnitud en el territorio puede generar potenciales pérdidas y consecuencias sociales. Para mitigar este efecto los gobiernos locales deben prepararse para atender las emergencias y llevar a cabo programas de reconstrucción que permitan reestablecer las condiciones normales de funcionamiento de las ciudades y minimizar así el impacto social y económico del corto y largo plazo. Las bases fundamentales para la elaboración de los programas de prevención y preparación consisten tener un conocimiento adecuado sobre el riesgo sísmico, el cual puede estudiarse mediante métodos probabilistas de evaluación del riesgo. El presente estudio pretende cerrar esta brecha para permitir a los municipios dar un paso firme hacia una adecuada gestión de riesgo de desastres (AMVA, 2019).

La evaluación probabilista del riesgo sísmico tiene como objetivo calcular la distribución de pérdidas económicas y humanas que se pueden generar tras la ocurrencia de un conjunto de eventos sísmicos en la región de estudio. Este proceso requiere de tres módulos que representan la amenaza, la exposición de las edificaciones y la vulnerabilidad de estas.

Amenaza

Representa todos los posibles eventos sísmicos que pueden afectar la zona de análisis. Se maneja como un conjunto de escenarios estocásticos con diferentes magnitudes y epicentros, consistentes con las fallas sísmicas identificadas en el territorio nacional. Este módulo incluye la respuesta dinámica de los diferentes depósitos de suelo, conocido también como efectos de sitio.

Exposición

Este módulo representa la infraestructura sobre la cual se va a realizar el análisis de riesgo. Además de la localización geográfica, cada edificación debe ser caracterizada mediante variables como materiales de construcción, sistema estructural, número de pisos, fecha de construcción, uso, entre otros.

Vulnerabilidad

Representa la susceptibilidad al daño que pueden tener edificaciones con diversos sistemas estructurales. Su definición está basada en los parámetros que caracterizan a cada una de las viviendas, y representa una relación entre el porcentaje de daño esperada para diferentes medidas de intensidad (aceleración máxima del terreno, aceleración espectral, etc).

Riesgo

Corresponde a la integración de los módulos anteriores. Representa los niveles de pérdidas económicas y humanas que pueden ocurrir sobre los elementos expuestos a causa de la ocurrencia de diferentes eventos sísmicos. Sus resultados pueden ser utilizados para estudios de ordenamiento territorial, prevención y mitigación, preparación de planes de contingencia y atención de emergencias, protección financiera, entre otros.

Figura 3. Información general del municipio de Caldas.

INFORMACIÓN GENERAL

Número de habitantes	76,043	**Valor total expuesto (COP$ millones)**	2,896,601
Número de edificaciones	6,184	**Área total construida (m^2)**	1,835,110
Área construida per cápita (m^2)	24.13	**Valor económico per cápita (COP$/hab)**	38,091,621
		Valor de reposición (COP$ /m^2)	1,578,435

Uso	Area construida (m^2)	Número de edificaciones	Valor económico (COP$ millones)	Número de habitantes	Area construida / población grupo uso (m^2/habitante)	Valor económico / área construida grupo uso (COP$/$m^2$)
Almacenamiento	3,885	1	5,105	3	1,295	1,314,027
Comercial	53,867	172	146,098	1,955	28	2,712,220
Educativo	25,590	24	52,952	8,133	3	2,069,275
Garajes	9,734	31	22,319	153	64	2,292,909
Industrial informal	2,899	5	4,149	41	71	1,430,929
Industrial	65,834	45	175,458	272	242	2,665,136
Oficina	20,080	20	51,363	424	47	2,557,999
Precario	2,904	31	2,650	106	27	912,614
Residencial	1,600,432	5,829	2,264,469	63,454	25	1,414,911
Reunión	11,993	16	28,807	332	36	2,402,079
Salud	31,004	6	125,808	874	35	4,057,759
Seguridad	6,890	4	17,425	296	23	2,529,123
Total	1,835,110	6,184	2,896,601	76,043		

Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

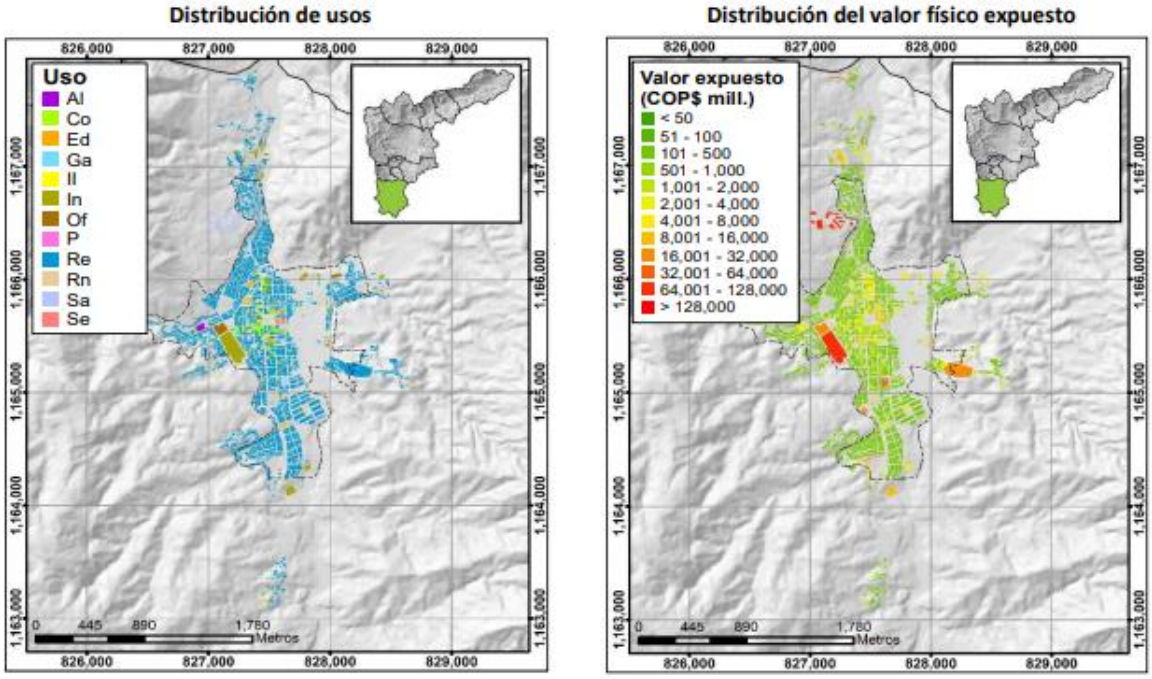


Figura 4. Distribución de usos de suelo y del valor físico expuesto del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

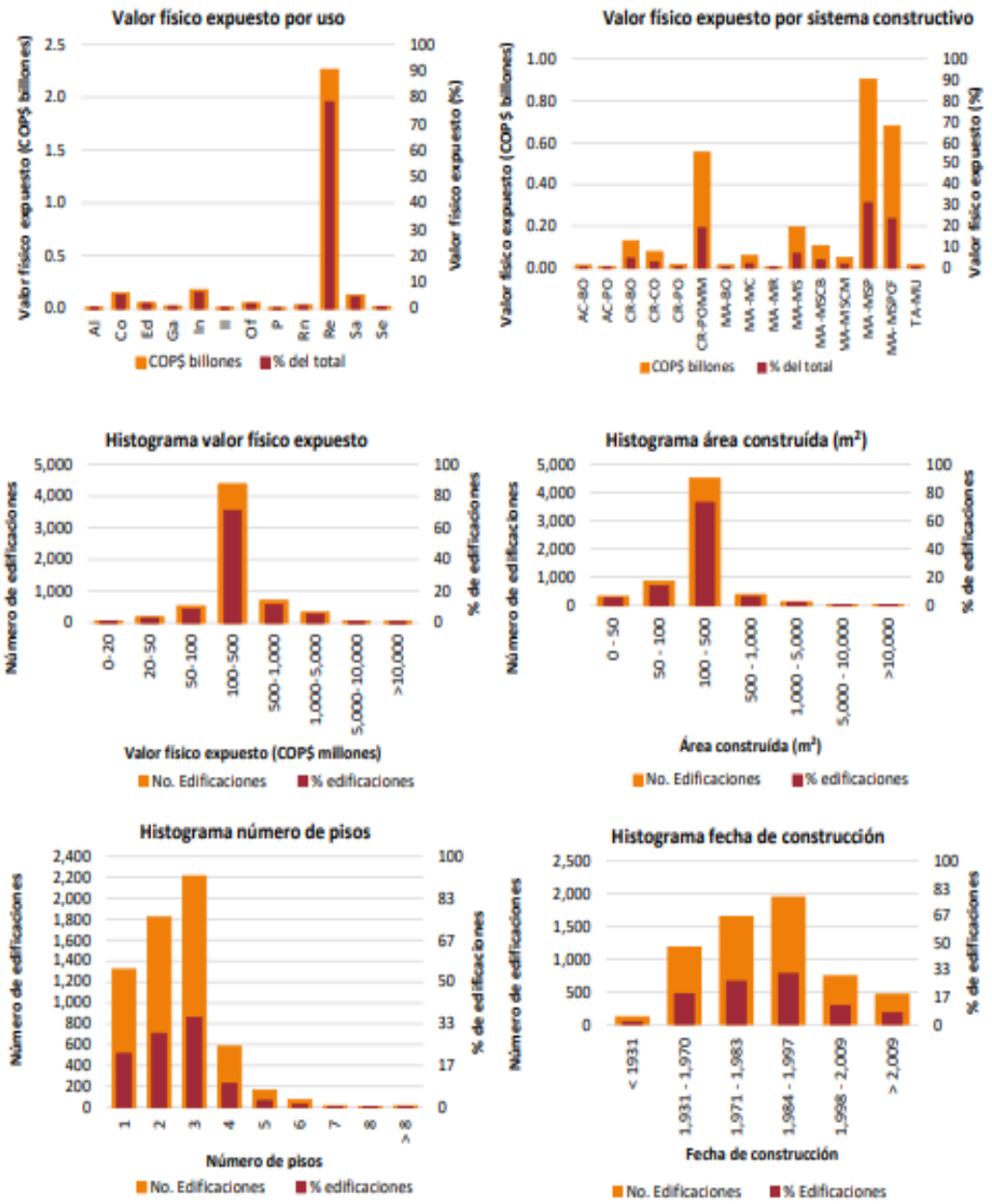


Figura 5. Histogramas de exposición de las edificaciones del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

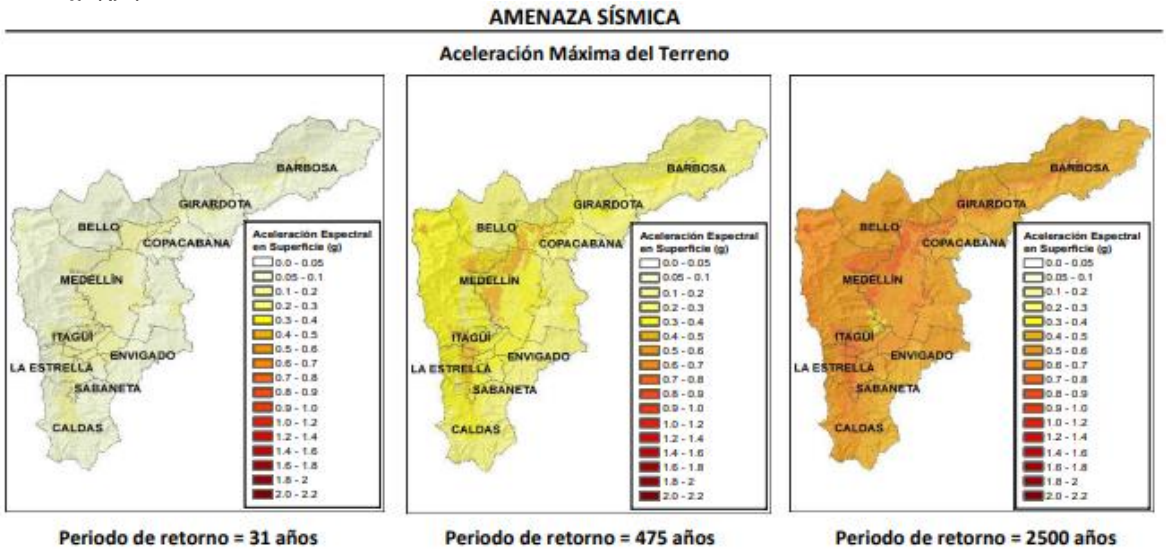


Figura 6. Aceleración máxima del terreno para diferentes periodos de retorno establecidos para el Valle de Aburrá.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

Para los distintos periodos de retorno frente a eventos de sísmicos calculado por el AMVA (2019), se puede observar que el municipio de Caldas en un periodo de retorno de 31 años tiene una aceleración máxima de 0,2g, para un periodo de 475 años se pueden alcanzar aceleraciones máximas de 0,4g y para un periodo de 2500 años se pueden tener movimientos con aceleraciones de 0.7g (Figura 6).

Las relaciones de daño probable en términos de pérdidas económicas frente a eventos sísmicos de diferente intensidad se muestran en la siguiente figura:

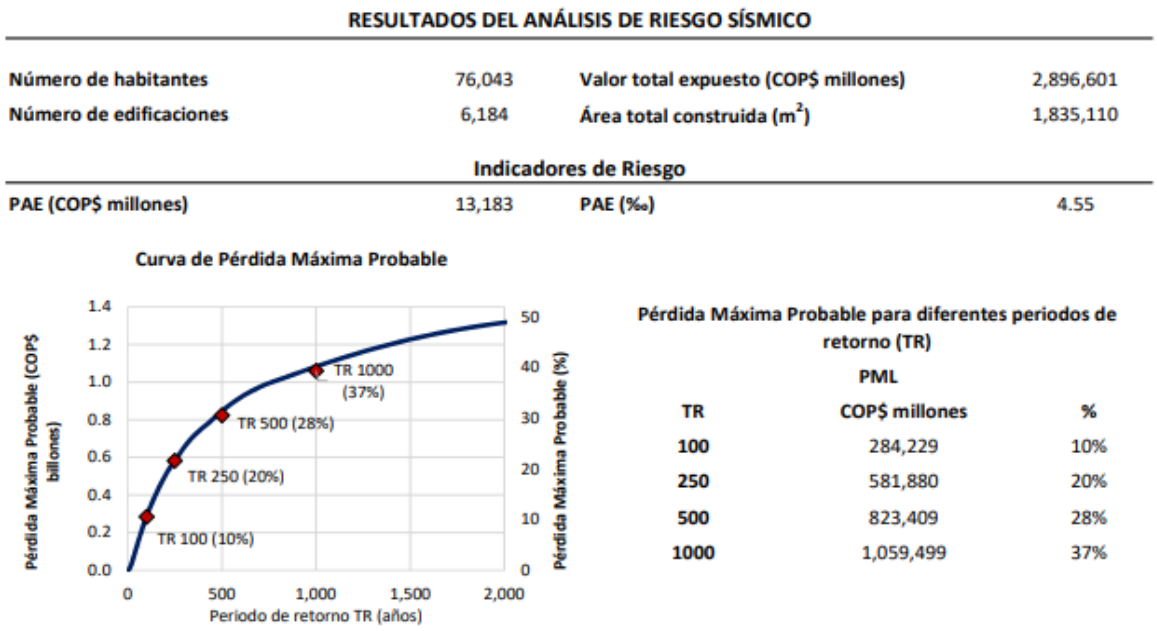


Figura 7. Resultados del análisis del riesgo sísmico para el municipio de Caldas.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

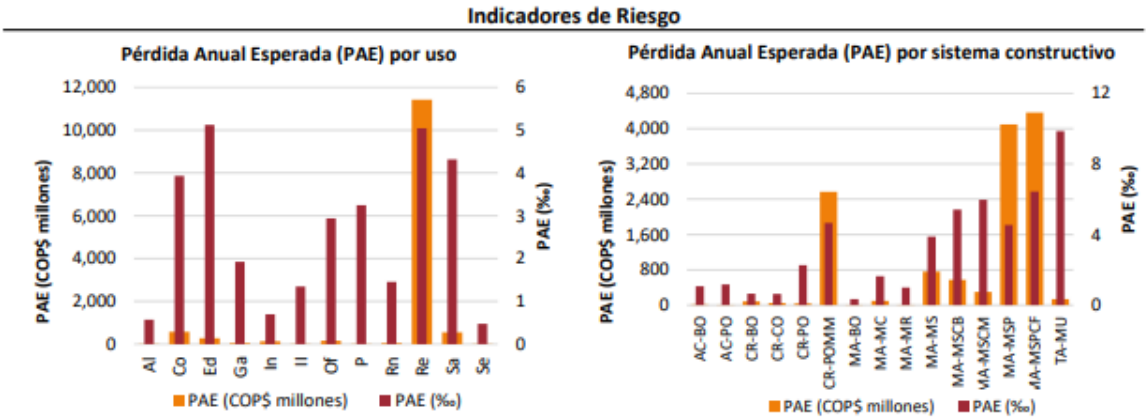


Figura 8. Indicadores de riesgo para el municipio de Caldas.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

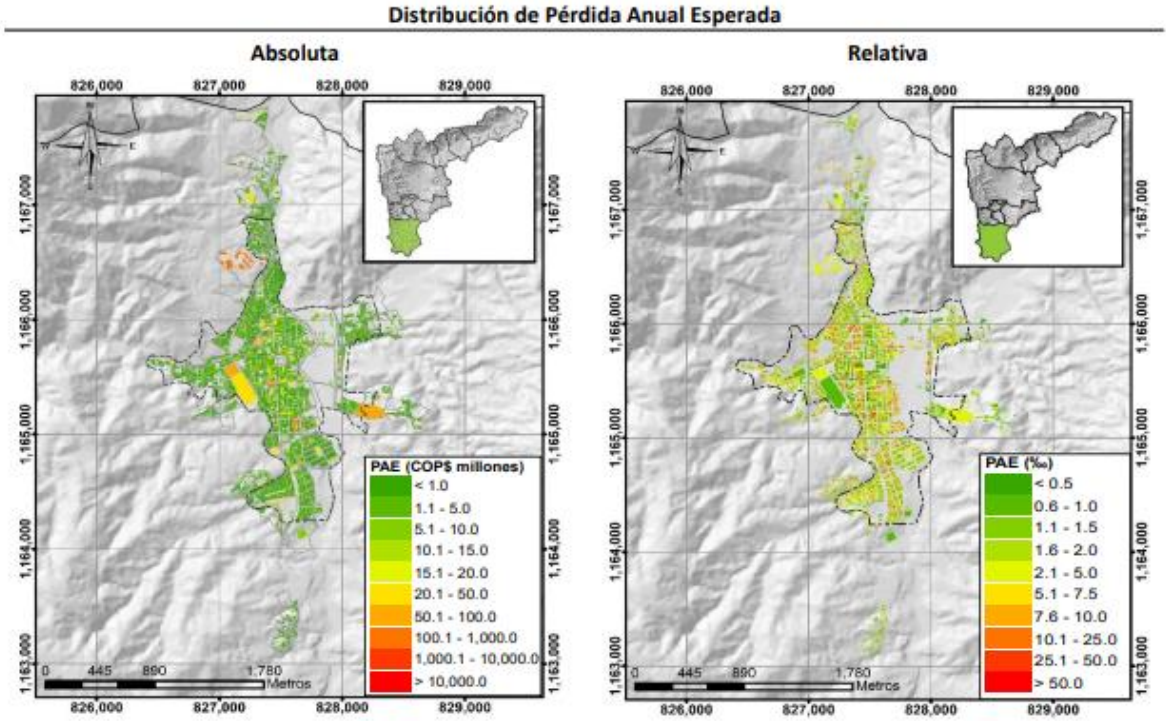


Figura 9. Distribución de Pérdida Anual Esperada para el municipio de Caldas.
Fuente: Estudio del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá. Convenio de Asociación No. 1108 de 2016, junio de 2019

2.12. AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES - POMCA ABURRÁ.

Para el municipio de Caldas se identificaron escenarios de amenaza por incendios forestales en el POMCA río Aburrá (2018) en el suelo rural y el suelo urbano. Se puede observar que la categoría de amenaza media es predominante en todas las veredas del municipio y la categoría de amenaza alta predomina en la vereda La Raya, La Valeria, Aguacatala y La Miel. A continuación, se presentan la amenaza alta, media y baja por incendio forestal en el suelo rural:

Tabla 135. Amenaza por incendio forestal en veredas en Caldas - POMCA Aburrá 2018.

Vereda	Amenaza por incendio Forestal							
	Alto		Medio		Bajo		Área Total por	% Total por
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%		

							Vereda (ha)	Vereda
CARDALITO			520,32	2,451	39,82	0,19	560,14	2,64
EL 60	0,90	0,004	1484,80	6,995	533,60	2,51	2019,30	9,51
EL CANO	8,56	0,040	839,11	3,953	202,28	0,95	1049,96	4,95
EL RAIZAL	0,51	0,002	789,06	3,717	265,26	1,25	1054,84	4,97
LA AGUACATALA	7,62	0,036	444,23	2,093	92,60	0,44	544,45	2,56
LA CHUSCALA	8,54	0,040	805,91	3,797	399,69	1,88	1214,14	5,72
LA CLARA	23,60	0,111	2310,84	10,886	965,23	4,55	3299,67	15,54
LA CORRALA	13,03	0,061	821,45	3,870	385,48	1,82	1219,96	5,75
LA MANI DEL CARDAL	0,64	0,003	253,35	1,194	34,42	0,16	288,41	1,36
LA MIEL	78,61	0,370	2817,60	13,273	885,07	4,17	3781,28	17,81
LA QUIEBRA	2,67	0,013	289,83	1,365	24,65	0,12	317,14	1,49
LA RAYA	25,98	0,122	502,30	2,366	18,12	0,09	546,39	2,57
LA SALADA PARTE ALTA	3,43	0,016	1983,14	9,342	189,32	0,89	2175,89	10,25
LA SALADA PARTE BAJA			316,87	1,493	74,48	0,35	391,35	1,84
LA VALERIA	24,15	0,114	1049,65	4,945	157,44	0,74	1231,24	5,80
POTRERILLO			544,22	2,564	6,76	0,03	550,97	2,60
RURAL PRIMAVERA	2,62	0,012	732,13	3,449	149,17	0,70	883,92	4,16
SINIFANA			94,00	0,443	4,53	0,02	98,54	0,46
Total general	**200,85**	**0,95**	**16598,81**	**78,19**	**4427,92**	**20,86**	**21227,58**	**100**

Fuente: elaboración propia en base al POMCA Aburrá 2018.

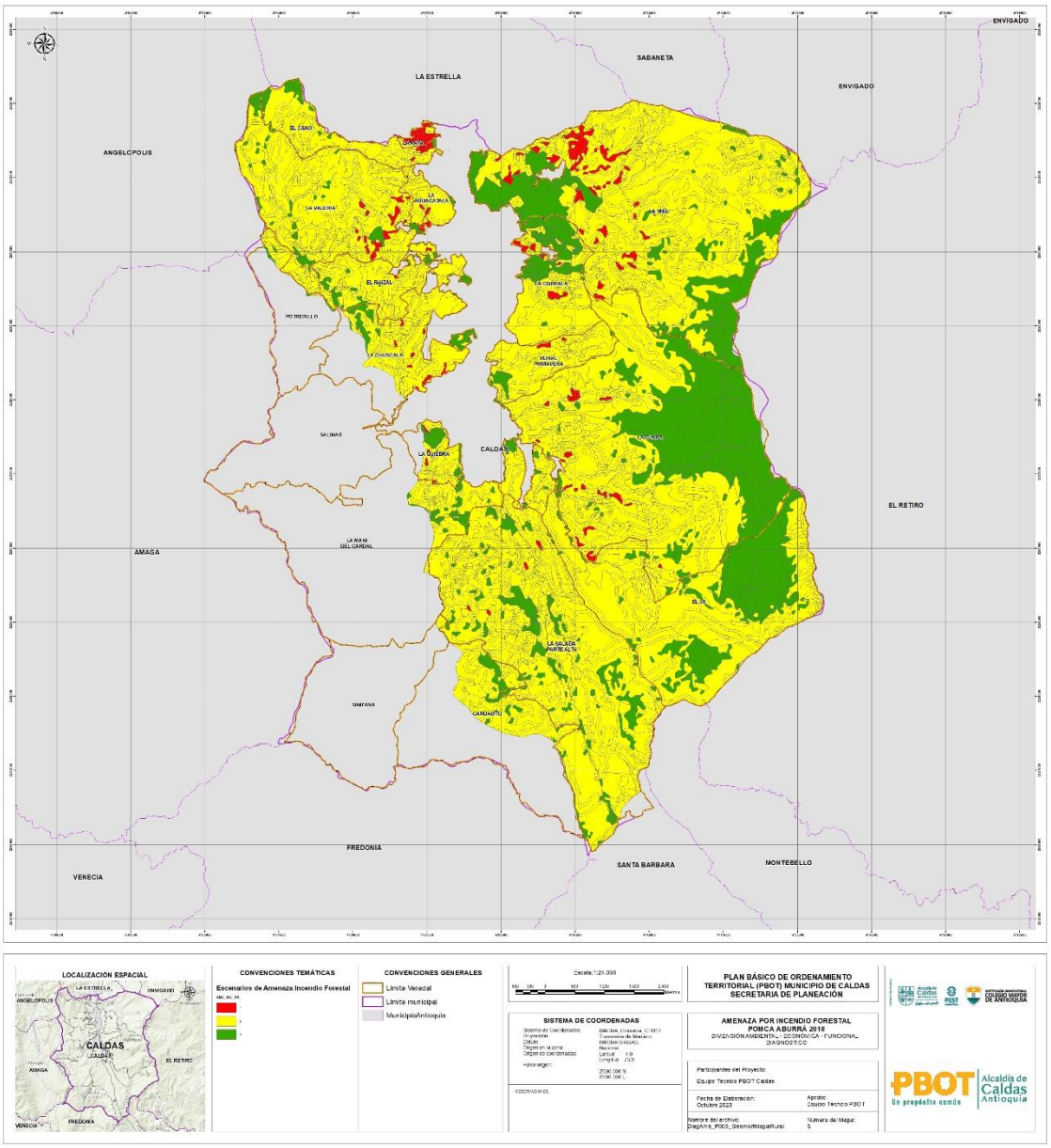


Ilustración 82. Escenarios de amenaza de incendios forestal por vereda. Fuente: elaboración propia en base al POMCA Aburrá,2018.

Para los barrios del municipio de Caldas, el escenario de amenaza de incendios forestales predominante la categoría baja, seguida de la categoría media y finalmente la categoría alta se presenta en el barrio la Corrala II, la Corrala III y la Almendra. A continuación, se presenta las categorías de amenaza de incendios forestales por barrios:

Tabla 136.Categorias de amenaza por incendios forestales por Barrios - POMCA Aburrá 2018.

Barrio	Amenaza por incendio forestal							
	Alto		Medio		Bajo		Área total por Barrio (ha)	% Total por Barrio
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%		
Andalucía			2,46	0,73	16,53	4,87	18,99	5,60
Barrio Nuevo El Cerrito			0,01	0,00	1,39	0,41	1,39	0,41
Barrios Unidos			0,01	0,00	11,67	3,44	11,68	3,44

Bellavista			0,13	0,04	4,62	1,36	4,75	1,40
Centenario			1,24	0,37	9,98	2,94	11,22	3,31
Chuscala Barrio			4,89	1,44	5,16	1,52	10,05	2,96
Cristo Rey			0,12	0,03	4,97	1,46	5,09	1,50
El Porvenir					1,78	0,52	1,78	0,52
El Socorro			0,02	0,01	3,15	0,93	3,17	0,93
Felipe Echavarría 1			0,27	0,08	1,30	0,38	1,57	0,46
Felipe Echavarría 2			0,10	0,03	2,29	0,67	2,39	0,70
Fundadores			0,26	0,08	5,53	1,63	5,79	1,71
Juan XXIII			0,45	0,13	2,81	0,83	3,25	0,96
Kachotis			7,69	2,27	0,03	0,01	7,72	2,28
La Aguacatala			3,31	0,98	10,77	3,17	14,08	4,15
La Acuarela y La Rivera			2,00	0,59	5,56	1,64	7,56	2,23
La Almendra	1,09	0,32	42,27	12,45	1,53	0,45	44,90	13,23
La Buena Esperanza					2,04	0,60	2,04	0,60
La Corrala I			0,27	0,08	4,47	1,32	4,74	1,40
La Corrala II	2,64	0,78	2,15	0,63	3,86	1,14	8,65	2,55
La Corrala III	0,56	0,17	1,25	0,37	3,86	1,14	5,67	1,67
La Docena					3,43	1,01	3,43	1,01
La Inmaculada					7,64	2,25	7,64	2,25
La Mansión			0,18	0,05	5,13	1,51	5,31	1,56
La Planta			0,36	0,11	8,14	2,40	8,50	2,50
La Playita					1,76	0,52	1,76	0,52
La Raya			1,42	0,42	4,86	1,43	6,28	1,85
La Salle			9,34	2,75	0,56	0,16	9,90	2,92
Las Margaritas			1,51	0,44	15,47	4,56	16,98	5,00
Locería			0,54	0,16	5,41	1,59	5,95	1,75
Los Cerezos			3,52	1,04	5,60	1,65	9,12	2,69
Mandalay					7,57	2,23	7,57	2,23
Minuto De Dios			0,07	0,02	4,89	1,44	4,96	1,46
Olaya Herrera					5,68	1,67	5,68	1,67
Primavera			0,76	0,22	7,65	2,25	8,41	2,48
San Judas					1,42	0,42	1,42	0,42
San Miguel			5,54	1,63	8,03	2,37	13,57	4,00
Tres Aguas			1,66	0,49	18,65	5,49	20,30	5,98
Villa Capri			0,04	0,01	3,01	0,89	3,05	0,90
Zona Centro					23,17	6,82	23,17	6,82
Total General	**4,29**	**1,26**	**93,82**	**27,64**	**241,36**	**71,10**	**339,47**	**100,00**

Fuente: elaboración propia en base al POMCA Aburrá 2018.

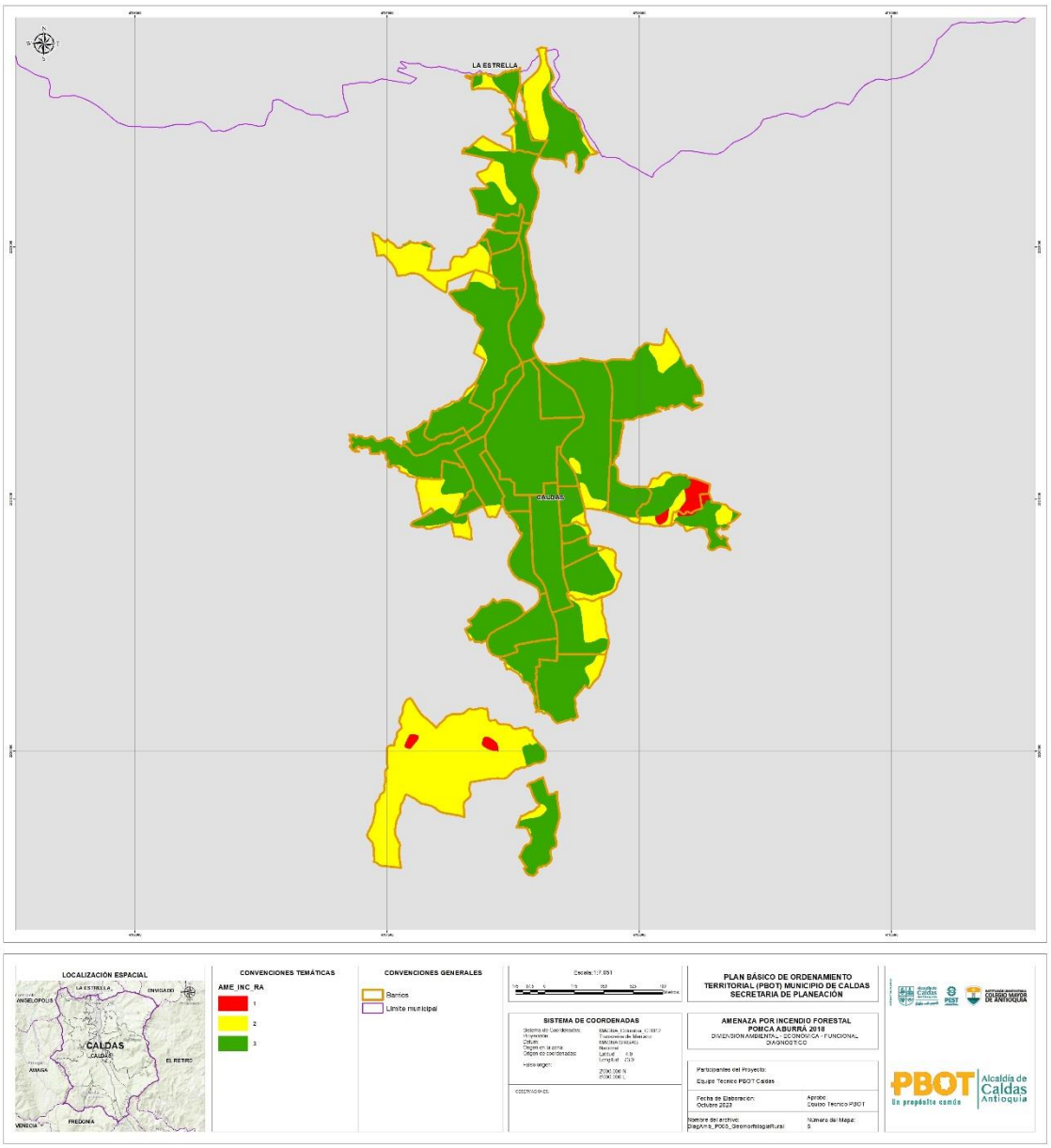


Gráfico 17. Amenaza por incendios forestales por Barrios. Fuente: Elaboración propia en base al POMCA Aburrá 2018.

2.13. RIESGO TECNOLÓGICO EN EL MUNICIPIO

En el presente numeral se pretende definir el riesgo tecnológico que se presenta en el municipio de Caldas, teniendo en cuenta aquellas empresas que pueden llegar a generar un escenario de riesgo por el desarrollo de sus actividades económicas e implementación de medidas de prevención y respuesta que se han tenido ante el desarrollo de estas situaciones, teniendo como base la información secundaria recopilada del Acuerdo 14 de 2010 y el Mapa de Riesgo Químico elaborado por el AMVA (2017), con el fin de realizar la acciones orientadas a disminuir la ocurrencia de eventos de riesgo tecnológico, asociados al manejo, almacenamiento y transporte de sustancias y materiales peligrosos, tales como: el transporte de hidrocarburos a través del poliducto Medellín – Cartago, el cual cruza el municipio en sentido Norte a sur, localización de redes primarias de energía y Líneas de alta tensión, redes primarias de acueducto y tránsito de vehículos de trasporte de sustancias peligrosas por las vías principales

A continuación, se presenta el listado de las empresas que desarrollan actualmente sus actividades económicas y que pueden representar riesgo de origen tecnológico en el municipio, es de anotar que esta relación de empresas son las que se tienen registradas en el aplicativo mapa de riesgo químico del área Metropolitana, por lo tanto, pueden existir otras empresas que generen riesgo tecnológico (Tabla 137):

Tabla 137. Relación de empresas y sustancias químicas que emplean presentes en el municipio.

	Razón social	Actividad económica	Sustancias Químicas peligrosas	Sustancia más peligrosa
1	Locería Colombiana S. A	Fabricación de productos de cerámica y porcelana (pocillos, platos loza, platos porcelana y productos especiales)	Gases inflamables licuados de las categorías 1 o 2 (incluido el GLP) y gas natural Acetileno Peróxido de hidrógeno Oxígeno Gasolinas y naftas Gasóleos Mezclas (*) de hipoclorito de sodio clasificadas como peligrosas para el ambiente acuático en la categoría 1 de peligro agudo Acetona	Gases inflamables licuados de las categorías 1 o 2 (incluido el GLP) y gas natural
2	Zusatex S.A.S	Se dedica al acabado ("tejido y teñido") de productos textiles de tejido de punto, para lo cual adquiere materia prima (hilo) para la producción de tejido y, productos químicos y auxiliares, para el proceso de teñido.	Ácido sulfúrico Hidrosulfito de sodio Hidróxido de sodio Peróxido de Hidrogeno Mezclas (*) de hipoclorito de sodio clasificadas como peligrosas para el ambiente acuático en la categoría 1 de peligro agudo	Peróxido de Hidrogeno
3	Operadora Avícola Colombia S.A.S	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos	Aditivos y conservantes	
4	Estaciones de servicio: Distracom El Llano, Mobil, Primax La Miel, Terpel, Texaco, Zeuss Los Lagos, entre otras.	Distribuidora de productos derivados del petróleo.		

Fuente: Riesgo tecnológico, AMVA (2020)

Tabla 138. Escenarios de amenaza tecnológica en el municipio de Caldas.

N°	Empresa	AMENZAS DE ORIGEN TECNOLÓGICO
1	Locería Colombiana S. A	Derrames, explosiones, incendios
2	Zusatex S.A.S	Derrames, explosiones, incendios
3	Operadora Avícola Colombia S.A.S	Derrames
4	Estaciones de servicio: Distracom El Llano, Mobil, Primax La Miel, Terpel, Texaco, Zeuss Los Lagos, entre otras.	Incendios, explosiones, derrames
5	Poliducto	Derrames, Incendios, explosiones

Con base a diferentes eventos ocurridos, se ha evidenciado que este tipo de eventos se encuentran relacionados con las empresas anteriormente mencionadas:

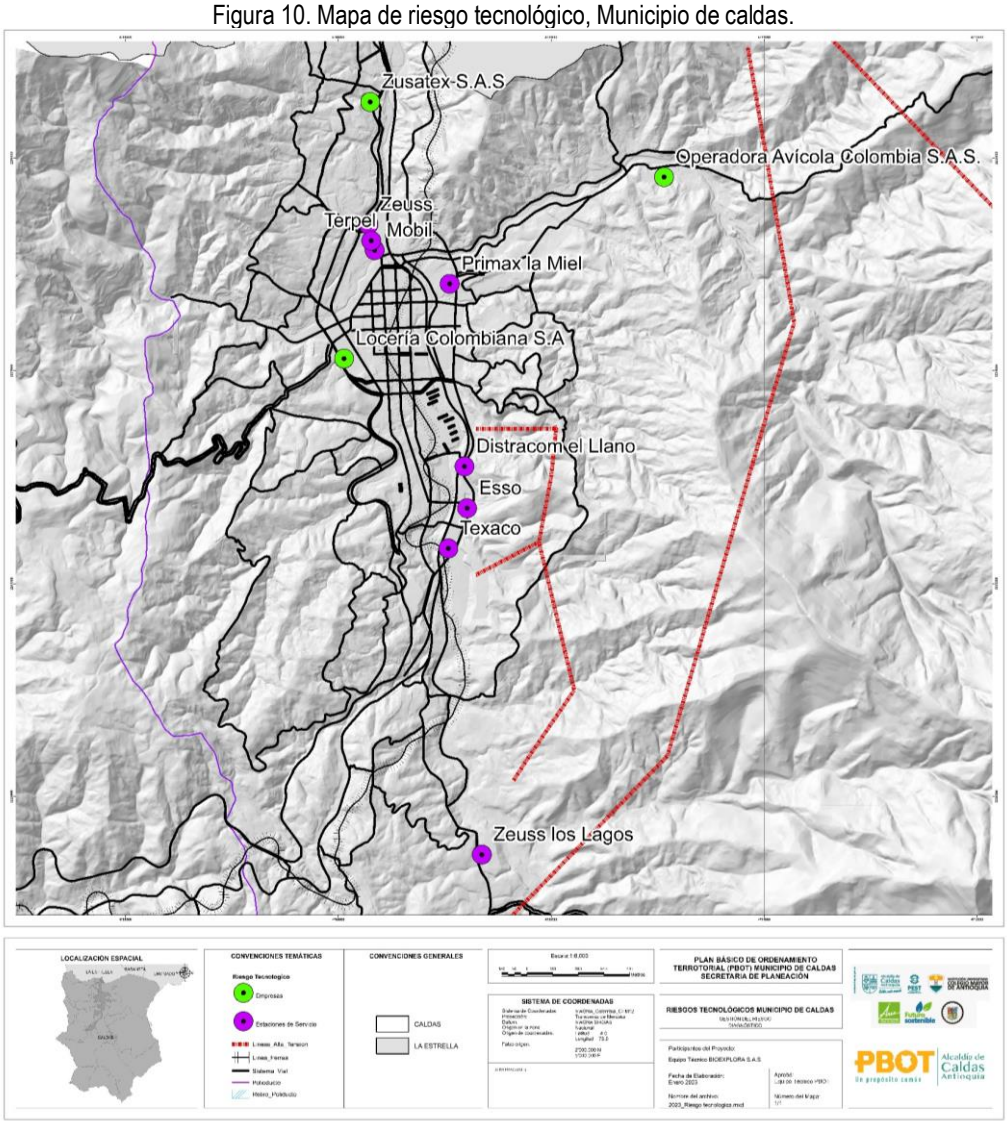
Tabla 139. Historial de eventos asociados a riesgo tecnológico.

Historial De Eventos Municipio De Caldas				
Zona	Evento	Fecha	Factores que favorecieron la ocurrencia del evento	Programas y acciones

Vereda la Valeria, barrio la Planta	Derrame de combustible	2011	El hidrocarburo se desplazó de manera superficial y subterránea, favorecido por las condiciones del terreno y afloró en un tramo donde confluyen las aguas escorrentías del sector, no se presenta con frecuencia la perforación ilícita del poliducto Medellín - Cartago, pero la falta de vigilancia por personal de la empresa genera situaciones favorables para el robo de combustible.	

Fuente: (Municipio de Caldas, 2015)

Figura 10. Mapa de riesgo tecnológico, Municipio de caldas.



Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

Con relación a los principales corredores viales por donde se transportan mercancías peligrosas, se indican que estos corredores viales son la variante y las vías pacifico 1 y pacifico 2. Dentro de los posibles eventos amenazantes del transporte de estas mercancías se pueden presentar: Derrames, explosiones, incendios, fugas (inhalación de vapores o gases tóxicos), accidentes; en el Plan Municipal de Gestión del riesgo se deberá considerar esta amenaza.

2.13.1. Eventos Natech

Los eventos Natech consisten en Desastres Tecnológicos Detonados por Fenómenos Naturales (*Natural Hazard Triggering Technological accidents* por sus siglas en inglés), se presentan cuando por consecuencia de la ocurrencia de un evento de origen natural se desencadena un evento tecnológico, asociado con la pérdida de contención de materiales peligrosos y afectaciones sobre infraestructura industrial, dicha pérdida de materiales puede ocasionar afectaciones como incendios, explosiones o dispersiones tóxicas, causando afectaciones sociales, económicas y ambientales.

En el Valle de Aburrá pueden presentarse este tipo de eventos debido a la infraestructura industrial expuesta aledaña al Río Aburrá o bien, en áreas susceptibles a deslizamientos, avenidas torrenciales, inundaciones y sismos. En el caso del municipio del municipio de Caldas, los eventos podrían desarrollarse en la zona industrial y urbana ubicada cerca del río Aburrá, asociado con la amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial existente, así como derrames de hidrocarburos en las estaciones de servicio por la acción de eventos naturales y afectaciones por sismos dada la condición de amenaza sísmica media.

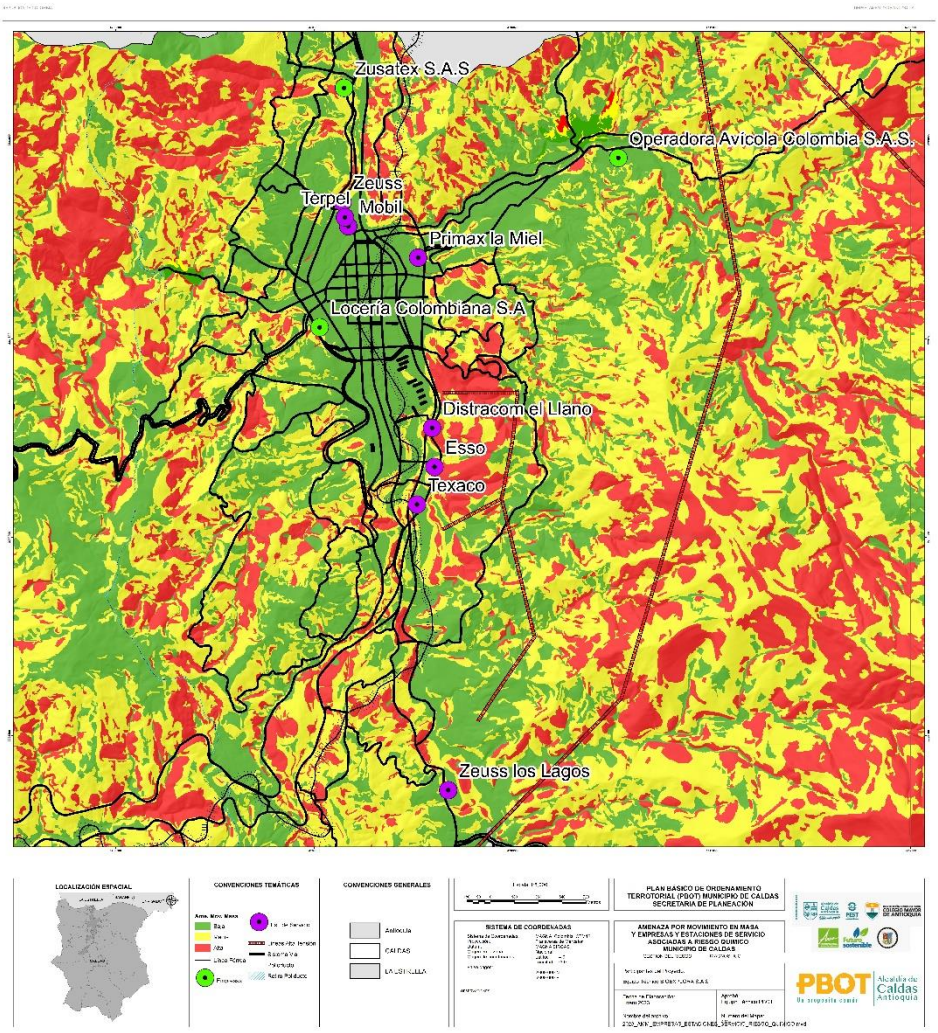


Figura 11. Instalaciones con riesgo químico cruzadas con la amenaza por movimiento en masa.
Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

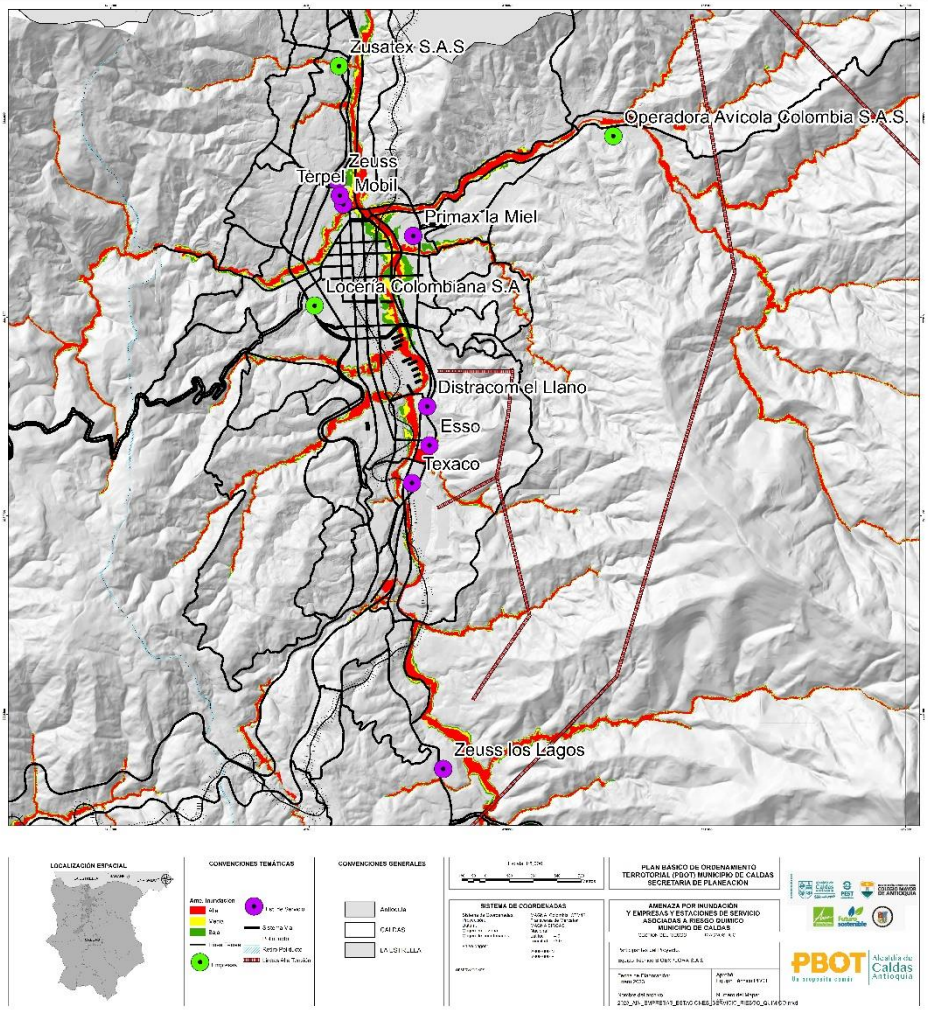


Figura 12. Instalaciones con riesgo químico cruzadas con la amenaza por inundación.
Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

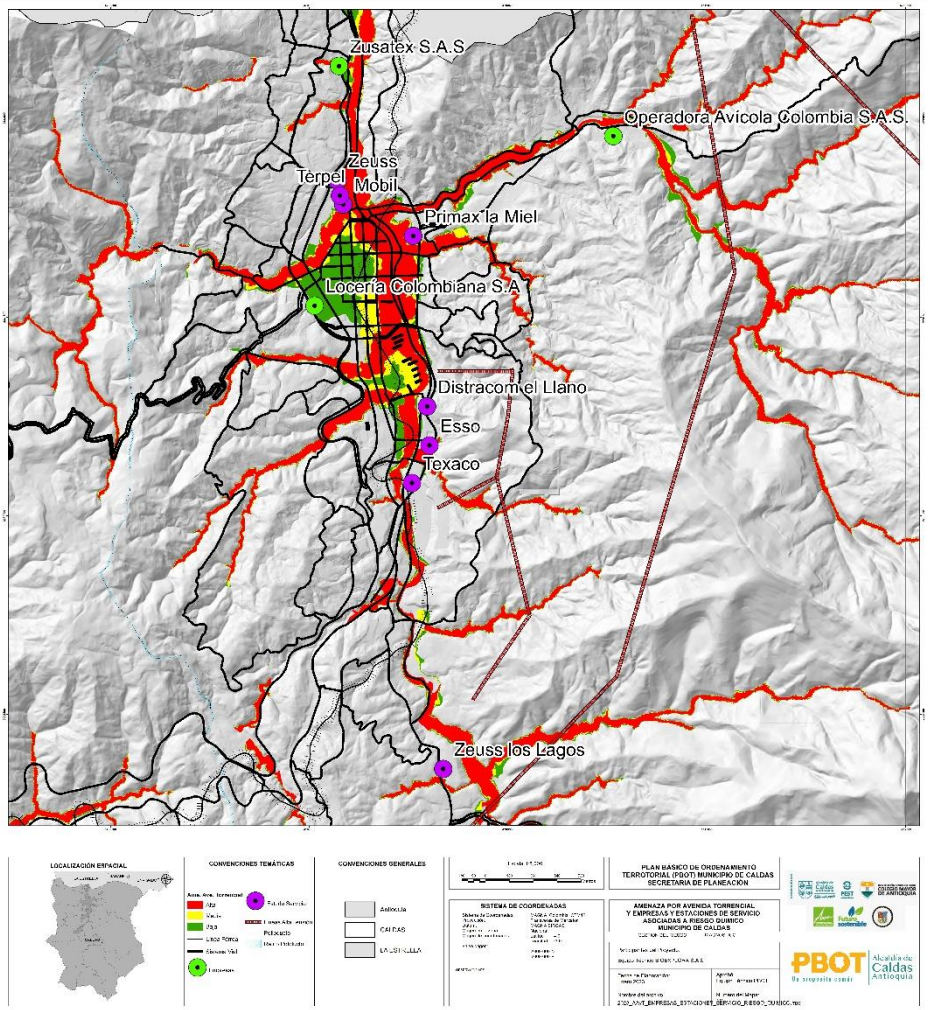


Figura 13. Instalaciones con riesgo químico cruzadas con la amenaza por avenida torrencial.
Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

El cruce cartográfico realizado entre las instalaciones establecidas y analizadas por el municipio de Caldas, con la zonificación de amenazas presentadas en el presente documento, permiten visualizar las categorías amenazantes sobre las que están asentadas las compañías, la tendencia en general es que la amenaza es baja por movimiento en masa, sumado a esto la mayoría de empresas y estaciones de servicio se encuentran en lejanía de la dinámica de los cauces principales, no presentando amenaza por inundación y por avenida torrencial (Tabla 140, Tabla 141), sin embargo estaciones de servicio como la de Esso se encuentran en amenaza alta por todos los eventos naturales analizados en este documento.

Tabla 140. Empresas con riesgo químico con respecto a las amenazas naturales que se presentan en el municipio.

ID Empresa	Nombre	Amenaza		
		Movimiento en masa	Inundación	Avenida Torrencial
Em_01	Locería Colombiana S.A	Baja	No presenta	Baja
Em_02	Zusatex S.A.S	Media	Baja	Alta
Em_03	Operadora Avícola Colombia S.A.S.	Baja	No presenta	No presenta

Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

Tabla 141. Estaciones de servicio con riesgo químico con respecto a las amenazas naturales que se presentan en el municipio.

ID Estación	Nombre	Amenaza		
		Movimiento en masa	Inundación	Avenida Torrencial
EDS_01	Mobil	Baja	No presenta	Media
EDS_02	Zeuss los Lagos	Baja	No presenta	No presenta
EDS_03	Zeuss	Baja	No presenta	Baja
EDS_04	Texaco	Baja	No presenta	No presenta
EDS_05	Terpel	Baja	No presenta	Media
EDS_06	Primax la Miel	Baja	No presenta	Baja
EDS_07	Distracom el Llano	Alta	No presenta	No presenta
EDS_08	Esso	Alta	Alta	Alta

Fuente: Estudios básicos de amenaza Caldas (2021)

Los estudios básicos de gestión del riesgo hacen parte fundamental del ordenamiento territorial de cualquier municipio. Dadas las condiciones naturales del municipio de Caldas, las cuales evidencian alta probabilidad de ocurrencia de estos, estos estudios y sus zonificaciones son de particular importancia.

Además del estudio básico actual, en el municipio de Caldas se han realizado otros estudios básicos en el pasado. Los estudios anteriores son, PBOT 2010, POMCA Rio Aburrá, Estudio Básico de Amenazas del Valle de Aburrá del AMVA y la evaluación de avenidas torrenciales del DAGRAN 2018, donde este último estudio se limita al evento mencionado y el PBOT excluye la amenaza por avenida torrencial. Estos, a pesar de su importancia, se encuentran relativamente desactualizados o son desarrollados a escalas diferentes a las requeridas normativamente para el ordenamiento territorial municipal.

A continuación, presentamos el desarrollo de la zonificación de amenazas para los diferentes eventos en análisis, como son, movimiento en masa, inundaciones y avenidas torrenciales.

2.14. ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZA

2.14.1. Metodología para la incorporación de la gestión del riesgo

Teniendo en cuenta las disposiciones del artículo 2.2.2.1.3.1.2 del Decreto 1077 de 2017, relacionado con la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación, y la necesidad de elaborar e incorporar estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento, el Municipio de Caldas elaboró dichos estudios básicos de amenaza por movimiento en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, los cuales sirvieron como herramienta para la incorporación de la gestión del riesgo de desastre en la planificación territorial. Los resultados de los estudios básicos se pueden encontrar en el anexo 1 del presente PBOT, y hace parte integral del proceso de revisión y ajuste.

En tal sentido, La metodología aplicada para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial se detalla en el Decreto 1077 de 2015. En el presente documento de diagnóstico, se incorporan los resultados del estudio básico, donde se determina la zonificación de la amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, y en el documento de formulación se indicarán las áreas con condición de amenaza y con condición de riesgo, además de las medidas de intervención no estructurales.

El Decreto 1807 de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, compilado en el Decreto 1077 de 2015, establece que la escala de análisis de los Estudios Básicos de Amenaza está directamente relacionada con la categoría del suelo, siendo para los suelos urbanos y suelos de expansión la escala mínima de análisis 1:5.000, y para los suelos rurales la escala mínima 1:25.000. Los estudios realizados por el Municipio realizan la zonificación de amenaza para los fenómenos de movimiento en masa, inundación y avenidas torrenciales, en las escalas de trabajo dentro del marco normativo, siendo 1:2000 para el suelo urbano y de expansión urbano y 1:10.000 para el suelo rural.

La selección del método de zonificación más adecuada para la determinación de la amenaza en el área de estudio depende de varios factores como: disponibilidad, calidad y exactitud de los datos, la resolución de zonificación, los resultados requeridos, la escala de la zonificación, etc.

El desarrollo del proyecto implicó la realización de una serie de actividades tendientes a conseguir los resultados planteados en el objetivo general, las cuales se listan a continuación:

- Recopilación de información secundaria como cartografía existente y estudios anteriores, que aporten como insumo para la valoración de la amenaza en el municipio.
- Elaboración de los mapas temáticos preliminares de geología, geomorfología, procesos morfodinámicos e intervenciones antrópicas. Estos mapas se realizan por medio de información secundaria, análisis geológico y geomorfológico, así como bases de datos para procesar en Sistemas de Información Geográfica (SIG), además de información en sensores remotos y fotografías aéreas.
- Visitas a campo con el fin de verificar y complementar los datos preexistentes, complementar los mapas temáticos y ajustarlos a la escala deseada.
- Preparación y estructuración de la información temática (geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, usos del suelo y coberturas vegetales).
- Consolidación del trabajo de oficina donde se integran los datos anteriormente recolectados y aplicar la metodología de análisis para la zonificación de las amenazas por movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales con la ayuda de herramientas SIG.
- De acuerdo con los resultados de la zonificación de las diferentes amenazas, realizar la zonificación de las zonas en condición de riesgo y con condición de amenaza según lo establecido por el Decreto Nacional 1077 de 2015.
- Definición de las zonas que, por sus condiciones de riesgo, de acuerdo con lo analizado a lo largo del estudio básico y de acuerdo también con las condiciones geológicas y geotécnicas, se consideren zonas o puntos críticos que requieran recomendaciones de estudios detallados.
- Análisis de resultados, redacción de conclusiones y recomendaciones en el informe final, anexando los documentos y archivos que soporten los resultados obtenidos.

Si bien el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el año 2018 elaboró estudios básicos para el Municipio de Caldas, la administración, en ejercicio de su autonomía, elaboró unos nuevos estudios básicos de amenaza dadas las siguientes condiciones:

- Se considero importante incorporar y actualizar la amenaza a partir de los procesos morfodinámicos ocurridos en los años posteriores al estudio del AMVA
- Revisar e incorporar los resultados de los estudios geotécnicos realizados en el municipio, para ajustar algunos parámetros del suelo.
- Se modelo la inundación a partir de los resultados del estudio detallado de amenaza por inundación del Río Medellín en el tramo comprendido entre la Clara y la Quebrada la Jabalcona, y partir del parámetro de borde, se modelo la inundación de las quebradas afluentes al Rio Medellín
- Se reclasificó la avenida torrencial de acuerdo con los parámetros de categorización dada por la guía del servicio geológico colombiano (2021). Igualmente, se ajustó la amenaza por avenida torrencial, para que fuera igual a la amenaza por inundación del AMVA en el estudio detallado.
- Se retomaron del estudio del AMVA los parámetros del suelo, los rangos de clasificación de la amenaza por movimiento en masa, los procesos morfodinámicos.

A continuación, se realiza una breve descripción de la metodología implementada para el análisis de cada uno de los fenómenos. Es de anotar, que dicha metodología se encuentra descrita de manera detallada en el estudio básico realizado por el municipio, y que hace parte integral del presente proceso:

2.14.1.1. Metodología para la amenaza por movimiento en Masa

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos de ladera o de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. En la literatura, se encuentran muchas clasificaciones de movimientos en masa; la mayoría de ellas se basan en el tipo de materiales, los mecanismos de movimiento, el grado de deformación del material y el grado de saturación (PMA: GCA, 2007).

Las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra debido a que generalmente, se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas.

Los métodos seleccionados para la evaluación de la amenaza consisten en el método determinístico para suelo urbano y para suelo rural, los cuales se describen a continuación.

- **Suelo Urbano, de Expansión Urbana y Centros Poblados**

El término movimiento en masa se refiere a una amplia variedad de procesos que resultan de movimientos vertiente abajo de materiales que incluyen roca, suelo, llenos o la combinación de estos, los cuales adoptan formas de tipo caída, volcamiento, desprendimiento, flujo y/o deslizamiento. La probabilidad de que se presente un proceso de este tipo en determinado lugar, en un lapso temporal dado y con la intensidad suficiente, determina la amenaza. Por tanto, estos procesos constituyen el insumo principal para definir las zonas de amenaza por movimiento en masa en el municipio.

Los estudios básicos en el área urbana se realizan a escala 1:2000 donde se incluye tanto el suelo urbano, como el suelo de expansión urbana. Para modelar la amenaza por movimiento en masa en ambos tipos de suelo, se desarrollará la metodología a partir de los softwares Scoops 3D y TRIGRS, sin embargo, para modelar la amenaza se debe tener en cuenta el inventario de procesos morfodinámicos, en donde se describen e identifican los fenómenos amenazantes y procesos erosivos. Adicionalmente, se debe hacer una caracterización de los factores detonantes del fenómeno (sismo y lluvia).

Debido a las características topográficas de bajo relieve y la poca evidencia de deslizamientos en el suelo urbano del municipio, se emplea el método determinístico, también denominado con base física, el cual consiste en el análisis de la estabilidad de las laderas por medio del análisis de talud infinito a través de los softwares:

- TRIGRS, utilizado para capas superficiales del suelo y deslizamientos de tipo planar.

- Scoops3D para capas más profundas y fallas de tipo rotacional.

Estos dos programas permiten estimar factores de seguridad (relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las fuerzas desestabilizadoras) que permiten zonificar la amenaza mediante el método determinístico que permite la simulación de eventos utilizando modelos matemáticos geotécnicos asistidos por computador, basados en el conocimiento de los fenómenos físicos involucrados en la generación del evento. Para llevarlo a cabo se requiere de la siguiente información y cartografía base:

- Modelo de elevación digital del terreno (DEM), con una resolución de 2 m.
- Mapa geológico con detalle de 1:2000 para suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados
- Mapa de formaciones superficiales con detalle de 1:2000 para suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados
- Mapa geomorfológico donde se describan las geoformas a nivel de escala 1:2.000
- Caracterización de los materiales y estratigrafía para los análisis de estabilidad, se deben definir parámetros de resistencia al corte como cohesión y ángulo de fricción interna, así como el peso específico de los materiales la profundidad de los estratos, nivel freático para cada zona homogénea definida y la aceleración sísmica de la zona. Estos datos se obtienen de la información proporcionada por los estudios de suelo realizados para proyectos urbanísticos en el municipio de Caldas.

- **Suelo Rural**

Para modelar la amenaza por movimiento en masa se desarrollará la metodología a partir de los softwares Scoops 3D y TRIGRS, similar al procedimiento adelantado para la zona urbana, expansión urbana y centros poblados, pero diferenciándose respecto a la escala del producto, ya que se obtiene el resultado a escala 1:10.000.

. Para llevarlo a cabo se requiere de la siguiente información y cartografía base:

- Modelo de elevación digital del terreno (DEM), definido con una resolución de 10 m
- Mapa geológico con detalle de 1:10.000 para suelo rural
- Mapa de formaciones superficiales a escala 1:10.000
- Caracterización de los materiales y estratigrafía para los análisis de estabilidad, se deben definir parámetros de resistencia al corte como cohesión y ángulo de fricción interna, así como el peso específico de los materiales la profundidad de los estratos, nivel freático para cada zona homogénea definida y la aceleración sísmica de la zona. Estos datos se obtienen de la información proporcionada por los estudios de suelo realizados para proyectos urbanísticos en el municipio de Caldas.

Como se mencionó anteriormente, la zonificación se realiza por medio de los softwares TRIGRS y Scoops 3D, los cuales evalúan la estabilidad de las laderas a través de una representación digital del terreno y su proceso fue descrito en el numeral previo.

Considerando que para la cuenca de la quebrada La Raya, limítrofe entre Caldas y La Estrella, existe un estudio de riesgo de detalle, para los tres eventos, movimiento en masa, inundación y avenida torrencial (AMVA, 2018), los resultados de esta amenaza, para la porción de suelo rural en esta cuenca, se tomarán del mencionado estudio de detalle.

2.14.1.2. Metodología para la Amenaza por Inundación

Según (OMM - UNESCO, 2012), un evento de inundación se define como el "aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce"; en este caso, "nivel normal" se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar daños y pérdidas.

Para la caracterización de la variabilidad espaciotemporal de las inundaciones se utilizaron diversas fuentes de información, tales como registros de campo, levantamiento de estructuras hidráulicas, testimonios de eventos históricos, cartografía a escala 1:2.000 y 1:5.000, tipo de suelo, cobertura vegetal, entre otras. El análisis se realizó para toda la extensión del municipio (urbano y rural) y las respectivas cuencas hidrográficas asociadas. Inicialmente se definen las áreas susceptibles a inundarse que, de acuerdo con la propuesta metodológica del (IDEAM, 2013), se puede realizar mediante: a) la elaboración de mapas de geomorfología fluvial, y b) inventario y registro actual de áreas inundables, que permita la zonificación de los cauces de acuerdo a su dinámica fluvial, y la delimitación y caracterización de las áreas susceptibles a inundarse de acuerdo al tipo de dinámica fluvial actual de los tramos zonificados.

Posterior a esto, se realiza la modelación física (hidrológica e hidráulica) de las crecientes, lo cual permite delimitar las manchas de inundación y sus respectivas características hidráulicas (profundidad y velocidad de flujo). Para alcanzar este objetivo se aplicó el siguiente proceso metodológico:

- Delimitación de las cuencas hidrográficas para diferentes puntos de la red hidrográfica (sitios de confluencia entre tramos de corriente).
- Estimación de parámetros morfométricos de cada una de las cuencas y subcuencas.
- Estimación de tiempos de concentración de cada una de las cuencas y subcuencas.
- Caracterización espaciotemporal de los eventos de precipitación extrema (IDF).
- Cálculo de la tormenta de diseño (magnitud, duración, frecuencia y variación espaciotemporal).
- Estimación de pérdidas hidrológicas mediante el método del "Natural Resources Conservation Service (NRCS, por sus siglas en inglés)".
- Implementación de modelos lluvia-escorrentía (hidrógrafas unitarias) para cada uno de los puntos de la red de drenaje seleccionados.
- Estimación de los caudales máximos asociados a los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 de período de retorno (caudales pico de las hidrógrafas de respuesta de cada una de las cuencas y subcuencas).
- Implementación de modelos hidráulicos, que permiten estimar las variables de flujo, tales como profundidad y velocidad, que delimitan las áreas de inundación de inundación.
- Clasificación de las condiciones de amenaza con base en metodologías validadas en la literatura científica.

2.14.1.3. Metodología para la Amenaza por Avenida Torrencial

Las avenidas torrenciales muchas veces denominadas inundaciones súbitas, avalanchas, entre otras, son una amenaza muy común en cuencas de alta montaña y, debido a sus características, pueden causar grandes daños en infraestructura y pérdida de vidas humanas. Estos fenómenos se originan comúnmente en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas presentan fuertes vertientes por efecto de fenómenos hidrometeorológicos intensos, cuando en un evento de lluvias se superan valores de precipitación pico en pocas horas.

Esto genera la saturación de los materiales de las laderas facilitando el desprendimiento del suelo, numerosos desgarres superficiales y deslizamientos cuyo material cae al cauce y es transportado inmediatamente aguas abajo o queda inicialmente represado y luego, una vez que se rompe el represamiento, es transportado violentamente de forma repentina.

Una cuenca susceptible ante una avenida torrencial tiene varias características relacionadas con los parámetros morfométricos propios de una cuenca y con los factores geológicos y geomorfológicos regionales, cabe anotar también que los factores climáticos, como lluvias intensas en un tiempo corto, juegan un papel como agentes desencadenantes de estos fenómenos.

- Cuencas jóvenes y pequeñas menores a 100 km^2
- Cuencas en regiones montañosas y escarpadas.
- Alta pendiente del drenaje principal.
- Gran capacidad de socavación e incisión del cauce.
- Abundante material detrítico para arrastrar.
- Capacidad de transporte de material heterométrico.
- Cuencas con valles o cañones estrechos en “V”.
- Gran variabilidad del caudal máximo y mínimo de la cuenca.
- Geoforma alargada de la cuenca.
- Variaciones extremas en los valores pico de precipitación.
- Alta susceptibilidad ante procesos de remoción en masa.

Para determinar la susceptibilidad a este tipo de eventos el IDEAM desarrollo una metodología IVET (IDEAM, 2013) pero dada la naturaleza de las cuencas presentes en el municipio no se desarrollará dicha metodología, y se considera que todas las corrientes son susceptibles a este tipo de eventos por lo que el análisis se realizará a todas las corrientes del municipio.

Para estimar las manchas de torrencialidad, se realizó una modelación hidráulica, reconociendo inicialmente que este tipo de modelación tiene sus limitaciones para simular fenómenos como las avenidas torrenciales, por lo cual se introdujeron algunas hipótesis al modelo hidráulico generado a escala 1:2000, permitiendo evaluar las condiciones de profundidad y velocidad de la lámina de agua. Para obtener estas condiciones de lámina y profundidad, se hizo necesario implementar un modelo bidireccional (2D). A continuación, se resumen las actividades requeridas para la implementación de un modelo hidráulico bidimensional en condición de flujo permanente en el programa HEC-RAS 6.4.0:

- Construcción de la geometría del cauce (planta perfil y secciones) con base en información topográfica.
- Implantación de estructuras hidráulicas transversales y paralelas al cauce.
- Construcción de la malla computacional
- Definición del paso temporal de resolución
- Definición de los coeficientes de rugosidad asociado al tipo de flujo torrencial para la malla computacional.
- Definición de los caudales de simulación (corresponden a los máximos asociados a diferentes períodos de retorno).
- Definición de las condiciones de borde en las secciones de control hidráulico
- Ejecución del modelo y análisis de resultados.

El escenario considerado para estimar la avenida torrencial considera la obstrucción de obras hidráulicas y la mayoración del coeficiente de rugosidad de Manning con base en el tipo de flujo que podría darse según la profundidad y velocidad en la modelación. Esto es coherente con las consideraciones que tiene el estudio realizado por el (UNAL & AMVA, 2018) para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial. Ambos estudios consideran modelos hidráulicos convencionales ajustando parámetros para la modelación de flujos torrenciales.

La amenaza por avenidas torrenciales se relaciona con la probabilidad de recurrencia de aquellos fenómenos que involucran flujos hiperconcentrados encausados a lo largo de la quebrada, con proporciones variables entre agua, escombros, restos vegetales, lodo, entre otros, entre un 30% y un 70%.

Son áreas afectadas por corrientes de agua, lodo, fragmentos de roca y escombros en diferentes proporciones y tamaños (Bloom, 1991 en Hincapié *et al,* 2018) los cuales se encausan a lo largo de quebradas y los ríos de montaña, agrupando gran cantidad de flujos, como los flujos de lodos y/o escombros, lahares, flujos hiperconcentrados y superconcentrados, entre otros (Costa, 1988; Medina, 1991; Coussot & Meunier, 1996; Lavigne & Suba, 2004; Díaz-Onofre, 2008 en Hincapié *et al,* 2018) caracterizados por su corta duración, además de sus largos periodos de recurrencia y una distribución espacial y temporal errática (Durán *et al.,* 1985; Parra, 1998; Parra *et al.,* 1995; Piedrahíta, 1996; Castro, 2007). Estos eventos presentan velocidades altas por lo tanto un alto potencial destructivo.

Para la definición de la amenaza por avenidas torrenciales, se toma la metodología propuesta por el (SGC, 2021) en la Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales del año 2021, en donde se plantea la valoración del mismo a partir de la combinación de dos criterios, el primero de ellos correspondiente al valor de **IDF** y el segundo el **valor de probabilidad** o **TR**, todos ellos obtenidos de las curvas de amenaza, tal y como se presenta en la Tabla 142.

Tabla 142. Matriz de categorización para la definición de la amenaza por avenida torrencial.

IDF	Nivel de amenaza		
50 ≥ IDF	Alta	Alta	Alta
1 ≥ IDF > 50	Alta	Media	Media
0 ≥ IDF > 1	Alta	Media	Baja
TR	<25 años	25 años ≤T<100 año	100 años ≤T<500 años

Fuente: (SGC, 2021)

Una vez con estos resultados se procede a su mediante el análisis de la mayor envolvente de los análisis hidrológico y geomorfológico, donde para este último se consideran aquellos elementos asociados la dinámica aluviotorrencial, así, en los puntos donde la mancha definida por geomorfología es mayor que la mancha hidráulica, prevalecerá la geomorfológica definiendo dicha zona como de amenaza baja, en caso contrario prevalece la hidráulica.

Considerando que para la cuenca de la quebrada La Raya, limítrofe entre Caldas y La Estrella, existe un estudio de riesgo de detalle, para los tres eventos, movimiento en masa, inundación y avenida torrencial (AMVA, 2018), los resultados de esta amenaza, para esta cuenca, se tomarán del mencionado estudio de detalle.

2.14.2. Geología Local

Las unidades geológicas del municipio están representadas por rocas metamórficas de bajo grado, rocas vulcano-sedimentarias y depósitos cuaternarios que cubren la mayoría del área. Estas unidades abarcan un rango temporal desde el Paleozoico representado por la anfibolita de Caldas hasta las unidades más recientes asociados a los depósitos cuaternarios. A continuación, se presenta la caracterización de cada unidad geológica para cada tipo de suelo del municipio de Caldas.

2.14.2.1. Unidades geológicas del suelo urbano

En la zona urbana se presentan principalmente depósitos cuaternarios (aluviotorrenciales, aluviales, de deslizamiento y flujos de lodos y/o escombro), los cuales se asocian a la dinámica del río Aburrá y sus afluentes, y las rocas volcánicas de Quebradagrande (Figura 14).

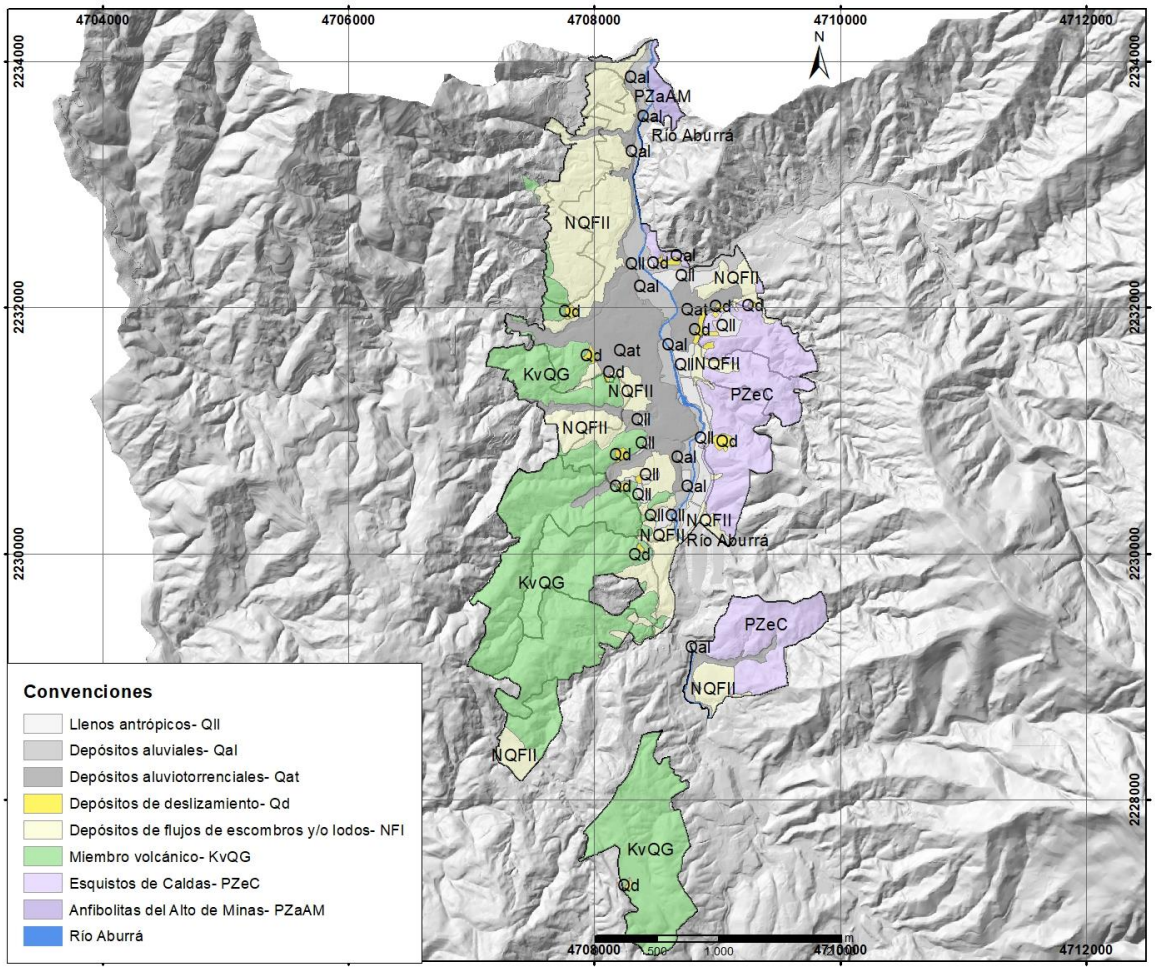


Figura 14. Mapa de las unidades geológicas presentes en el suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.1.1. Depósitos aluviales (Qal)

Unidad asociada al depósito de materiales por parte del río Aburrá, en sus eventos de desborde, esta unidad es estrecha y se encuentra restringida en las zonas medias y bajas de las cuencas (Figura 15), corresponde al 4,7% del área del suelo urbano; están conformados por arenas y limos y su espesor es variable.



Figura 15. Depósitos aluviales ubicados en las zonas bajas de la quebrada la Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.1.2. Depósitos aluviotorrenciales (Qat)

Cuerpos formados por la actividad torrencial de alta energía del río Aburrá y sus afluentes, que, en eventos de alta intensidad, transportan altos volúmenes de materiales de granulometría variable, desde limos hasta bloques, que son depositados en las partes bajas de las corrientes.

Estos cuerpos cubren el 12,3% de la zona urbana y están asociados a numerosas corrientes como; La Miel, La Valeria, La Chuscala, La Raya y el propio rio Aburrá principalmente. Debido al bajo relieve de estos cuerpos, se encuentran altamente intervenidas y se observan en gran parte del desarrollo de la cabecera municipal.

Estos depósitos están compuestos por mezclas de materiales con granulometría variable, desde limos hasta bloques de roca, donde cada cuerpo presenta una granulometría acorde a la unidad que la generó. El espesor de estos cuerpos es muy variable, desde algunos centímetros en sus ápices, hasta decenas de metros, sin tener datos precisos al respecto.

2.14.2.1.3. Depósitos antrópicos-Llenos (Qll)

Corresponde al 3,6% del área de la zona urbana del municipio. Son unidades formadas por la acumulación de materiales producto de actividades humanas (Figura 16). En la parte urbana del municipio de Caldas, se presentan numerosos cuerpos de este tipo, producto de la amplia presencia de escombreras y de adecuaciones de terrenos para patios de contenedores. Se encuentran a lo largo del eje del río Aburrá, y en la carretera que comunica al Alto de Minas, su tamaño es variable, algunos alcanzan más de 6 hectáreas de extensión.



Figura 16. Lleno antrópico ubicado en la zona urbana, en la margen izquierda de la variante de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.1.4. Depósitos de deslizamiento (Qd)

Esta unidad está representada por depósitos de deslizamiento, que son cuerpos no litificados originados por procesos de inestabilidad y remoción en masa de las vertientes y los cuales varían en edad y extensión.

Esta unidad cubre el 1,1% de la zona urbana y se presenta en numerosos cuerpos dispersos, son de extensión variable y debido a su bajo relieve tienen amplio desarrollo urbanístico.

El espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos. De este modo, se pueden tener depósitos con poco grado de meteorización, en donde se pueden observar materiales prevalecientes (fragmentos de roca) del miembro volcánico-sedimentario de Quebradagrande al oeste del río Aburrá, y depósitos con fragmentos

pertenecientes a las rocas metamórficas representadas por los esquistos de Caldas (Figura 17), ubicados en la margen derecha de la quebrada La Miel. Sin embargo, también se presentan depósitos donde toda la secuencia ha sido meteorizada, formando así un suelo residual de depósito.



Figura 17. Secuencia de depósito de vertiente con fragmentos de esquistos frescos, observada en la cuenca de la quebrada La Miel.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.1.5. Depósitos de flujo de lodo y de escombros (NQFII – NFI - NFpreI)

Litológicamente son cuerpos no litificados originados por proceso de inestabilidad y remoción en masa de las vertientes, varían en edad y extensión y se presentan en numerosos cuerpos dispersos a lo largo de toda la zona urbana, con una extensión variable, representando el 21,7% del área.

El espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos. Su origen se encuentra asociado a eventos de tipo flujo y su clasificación depende de la granulometría del cuerpo, siendo así los cuerpos con predominio de facción gruesa, grava y bloques, se clasifican como depósitos de flujo de escombros, mientras que cuerpos con predominio de material fino (arcilla o limo) denominados se clasifican como depósitos de flujo de lodo.

2.14.2.1.6. Miembro Volcánico (KvQG)

Esta unidad es la de mayor extensión en el suelo urbano, representando el 38,8% del área, localizándose en la margen izquierda del municipio. Litológicamente, basados en la clasificación de Dearman (1974), se caracteriza por presentar un perfil de meteorización amplio, donde los perfiles expuestos muestran niveles iniciales de suelos residuales y saprolito (Horizontes V y VI), de hasta 4 m de espesor, infrayacidos por un nivel de transición suelo roca (Horizonte IV), la cual está presente en algunas zonas. El suelo residual es de color café amarillento, conformado por limos arcilloso, el saprolito presenta la misma coloración, conformado por limos arenosos a arcillosos y presencia de fragmentos de roca, altamente meteorizados, el nivel de transición es una mezcla del saprolito con mayor contenido de fragmentos de roca, igualmente meteorizados.

2.14.2.1.7. Esquistos de Caldas (PZeC) –

Esta unidad se localiza en el flanco oriental del municipio, en los barrios La Corrala, El Hoyo y Viticua, , cubriendo aproximadamente 147,3 Ha. Litológicamente está conformada por esquistos moscovíticos alterados. Se observan fragmentos de esta unidad en los depósitos de vertiente ubicados en la margen derecha de la quebrada La Miel (Figura 18).



Figura 18. Fragmento de esquistos localizados en la cuenca de la quebrada La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.1.8. Anfibolita del Alto de Minas (PZaAM)

Este cuerpo metamórfico se localiza en la parte sur del suelo urbano sobre la margen izquierda del río Aburrá, en la zona de expansión 308, cubriendo aproximadamente el 1,0% del área del suelo urbano. Se caracteriza por presentar una estructura gnéisica, su composición varía entre granito y cuarzomonzonita; como minerales principales presenta cuarzo y plagioclasa y en menor proporción minerales micáceos, tipo moscovita y biotita.

2.14.2.1.9. Río Aburrá

Unidad que cruza el municipio de Sur a Norte, representado por el cauce del río Aburrá; se caracteriza por ser de tipo meándrico con una longitud aproximada de 7.5 km en la zona urbana, cubriendo aproximadamente 4,27 Ha del área urbana.

A continuación, se presentan en la Tabla 143 y en el Gráfico 1, la distribución de las unidades geológicas presentes en el suelo urbano y de expansión.

Tabla 143. Áreas de las unidades geológicas en el suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.

Zona Urbana y de expansión		
Unidad Geológica	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Anfibolitas del Alto de Minas	8,50	1,0%
Depósitos aluviales	41,81	4,7%
Depósitos aluviotorrenciales	109,56	12,3%
Depósitos de deslizamiento	9,73	1,1%
Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	193,89	21,7%
Esquistos de Caldas	147,33	16,5%
Llenos antrópicos	32,14	3,6%
Miembro volcánico	346,22	38,8%
Río Aburrá	4,27	0,5%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

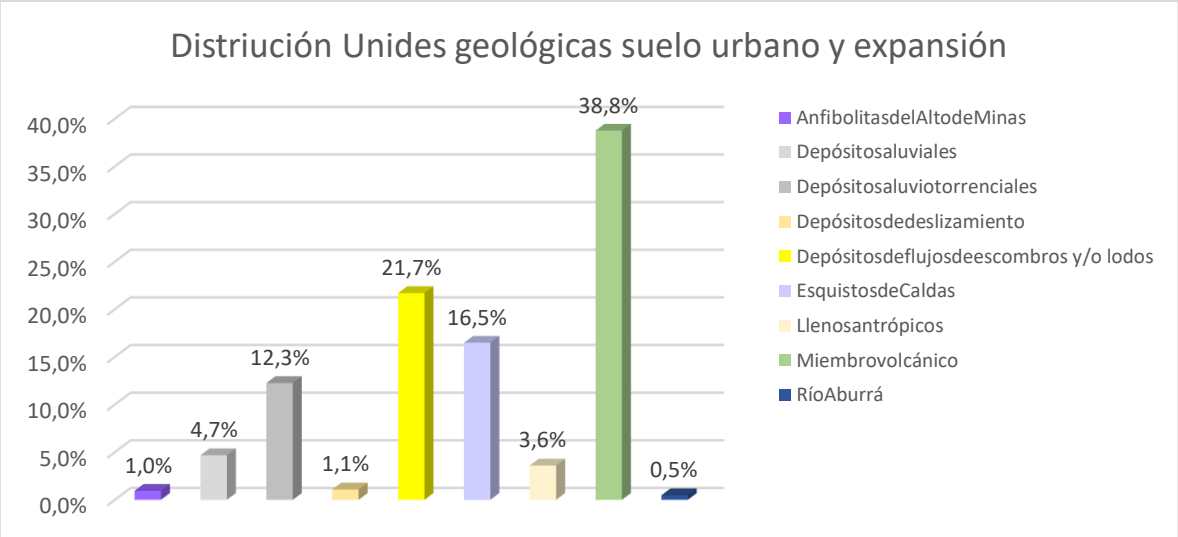


Gráfico 1. Distribución de las unidades geológicas en suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.2. Formaciones superficiales en suelo urbano

En la zona urbana se presentan suelos transportados asociados a proceso de tupo aluvial y aluviotorrencial, los cuales se asocian a la dinámica del río Aburrá y sus afluentes, depósitos antrópicos, y la unidad de mayor extensión coronen a suelos derivados del volcánico de Quebradagrande.

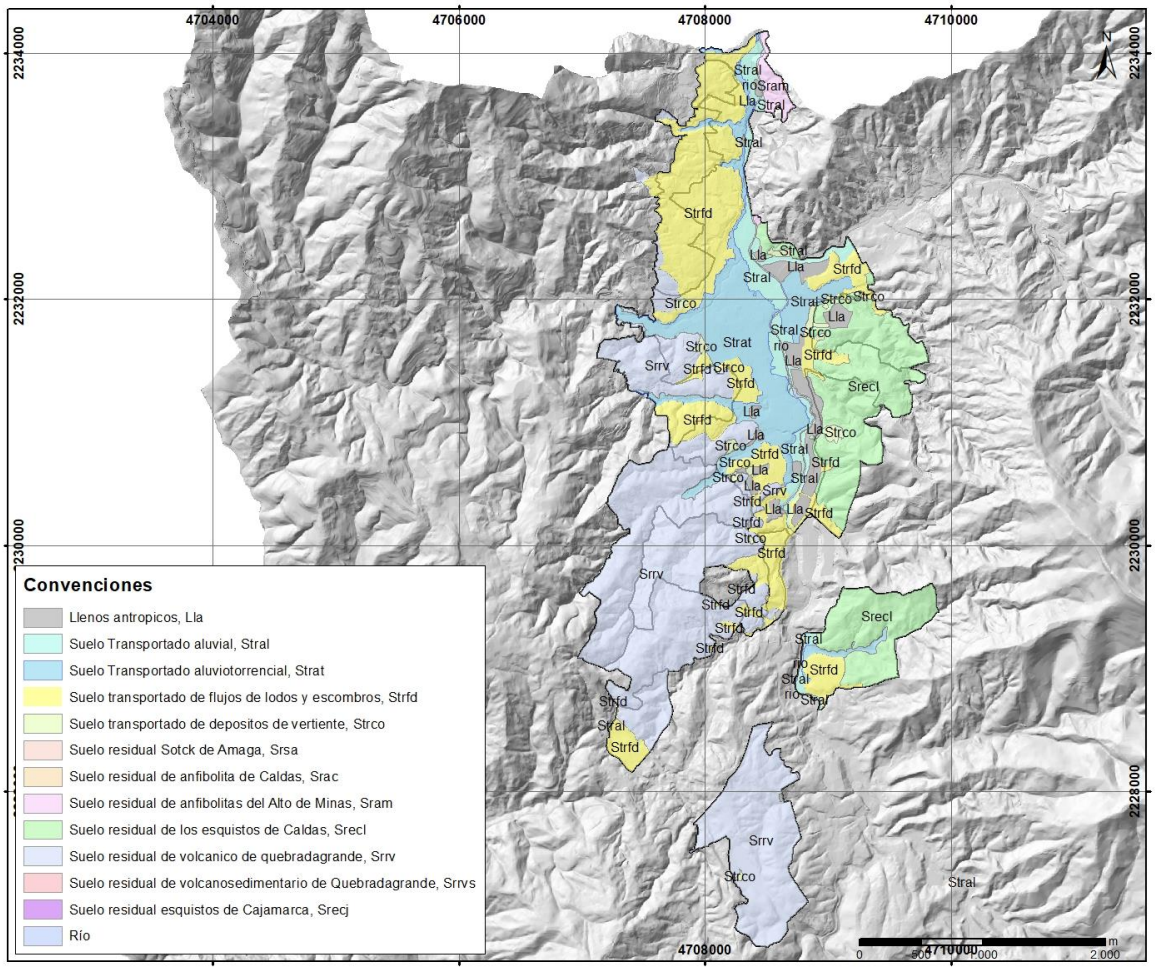


Figura 40. Mapa de las formaciones superficiales presentes en el suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Rio

Corresponde al cauce del río Aburrá

Llenos Antrópicos

Esta formación cure el 3,6% de este suelo, como cuerpos localizados principalmente en cercanías al río Aburrá. Corresponde a acumulaciones de materiales generados por acción del ser humano, son heterogéneos y de espesor variables, presentan mezclas de suelos, con escombros y basuras.

Suelo Trasportado aluvial

Esa formación cubre el 4,3% de este suelo, como un cuerpo que se extiende a lo largo del río Aburrá, y corresponde a acumulaciones de materiales generados por la dinámica de inundación el río Aburrá, y sus afluentes que en generar tiene granulometría media a fina, arenas y limos, ocasionalmente con gravas y su espesor es amplio.

Suelo Trasportado aluviotorrencial

Esta unidad cubre el 12,3% de este suelo. Corresponde a acumulaciones de materiales generados por la dinámica de eventos torrenciales de alta energía de las corrientes de la zona, como son las quebradas La Miel, La Valeria, La Corrala, La Raya y el rio Aburrá. Están formados por materiales en los que predomina

su granulometría es gruesa, confirmada por arenas y gravas, angulares de tamaño variable, sin estratificación y de espesor variable.

Suelo transportado de depósitos de vertiente

Esta unidad cubre el 1,1% de este suelo. Corresponde a materiales originados por procesos de inestabilidad y remoción en masa de las vertientes y los cuales varían en edad y extensión. El espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos, pero en general se caracterizan por ser una mezcla de materiales finos, (limos= con fragmentos de roca, de frescos a levemente meteorizados, de la roca donde se originó la inestabilidad.

Suelo transportado de flujos de lodos y escombros

Esta formación cubre el 21,6% de este suelo, siendo la segunda de mayor extensión, se presenta como cuerpos sobre las vertientes medias hacia el sector occidental. Estos suelos son originados por proceso de inestabilidad de las vertientes, que dan lugar a depósitos en las partes bajas, donde espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos. Su origen se encuentra asociado a eventos de tipo flujo y su clasificación depende de la granulometría del cuerpo, así, hay cuerpos con predominio de fracción gruesa arenas gravas y bloques, y otros con predomino de fracción final limos y arcillas, pero se clasifican en una sola formación superficial.

Suelo residual de volcánico de Quebradagrande

Esta formación cubre el 38,5% de este suelo, siendo la de mayor extensión, se presenta en la parte alta de las vertientes sobre el sector occidental. Esto suelos corresponden a suelos residuales y saprolito (Horizontes V y VI), de hasta 4 m de espesor, infrayacidos por un nivel de transición suelo roca (Horizonte IV), de las rocas volcánicas de Quebradagrande. El suelo residual es limos arcilloso pardo amarillento, y el saprolito limos arenosos a arcillosos y tiene la misma coloración y presencia de fragmentos de roca, altamente meteorizados, el nivel de transición es una mezcla del saprolito con mayor contenido de fragmentos de roca, igualmente meteorizados y ningún nivel presenta estructuras heredadas de la roca parental.

Suelo residual de Esquistos de Caldas

Esta formación superficial cubre el 16,5% de este suelo, siendo la tercera de mayor extensión. Corresponde a suelos, limos arenosos, que conservan estructuras heredadas de la roca parental, evidentes en su alta afectación estructural.

Suelo residual de Anfibolita del Alto de Minas

Esta formación cubre el 1.0% de este suelo. Los suelos corresponden al saprolito (Nivel V de meteorización), que presenta un material areno limoso, de color pardo claro con poca presencia de máficos, y algunas zonas con tonalidades ocre por efecto de oxidación, no presenta estructuras heredadas de la roca parental.

A continuación, se describen el porcentaje que representa cada formación superficial en suelo urbano

Tabla 144. Representación de cada formación superficial en porcentaje del suelo urbano

Suelo Urbano		
Formación Superficial	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Llenos antrópicos	32,14	3,6%
Rio	4,41	0,5%

Suelo residual de anfibolitas del Alto de Minas	8,68	1,0%
Suelo residual de los esquistos de Caldas	147,34	16,5%
Suelo residual de volcánico de Quebradagrande	347,44	38,8%
Suelo Transportado aluvial	41,89	4,7%
Suelo Transportado aluviotorrencial	109,61	12,3%
Suelo transportado de depósitos de vertiente	9,73	1,1%
Suelo transportado de flujos de lodos y escombros	193,38	21,6%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

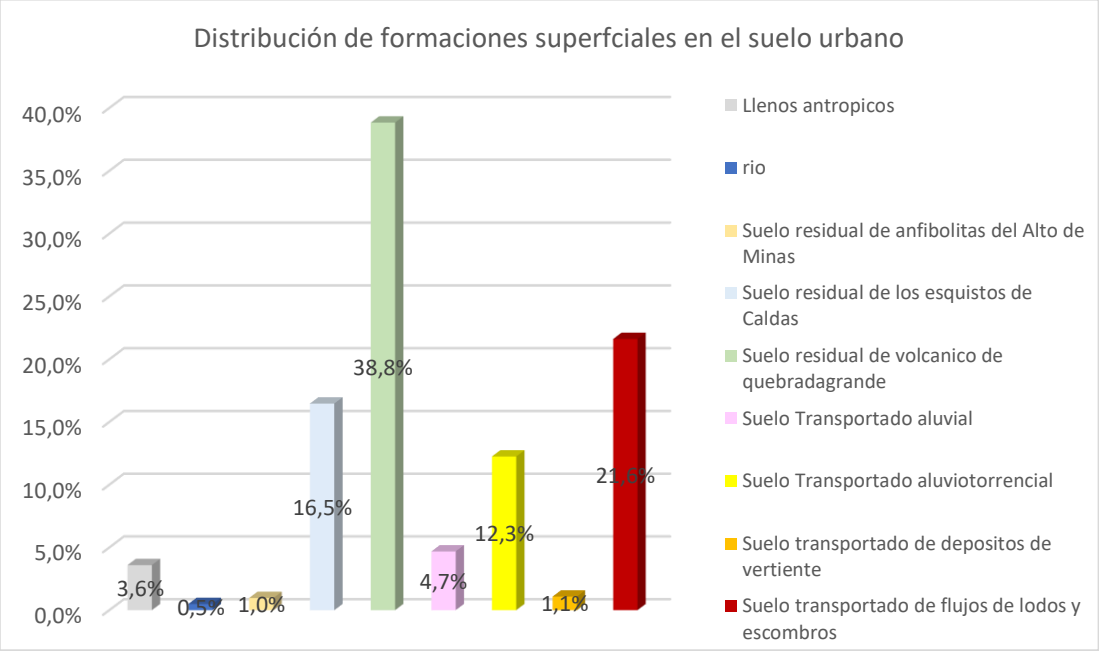


Gráfico 2. Distribución de formaciones superficiales en el suelo urbano
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3. Unidades geológicas en suelo rural

En el suelo rural del municipio de Caldas afloran rocas metamórficas, volcánicas, vulcano-sedimentarias y algunos depósitos localizados puntualmente (Figura 19), los cuales serán mencionados a continuación. Estas unidades se describieron con base al trabajo de campo realizado, trabajos anteriores como la microzonificación sísmica del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y otros estudios de detalle realizados en la zona.

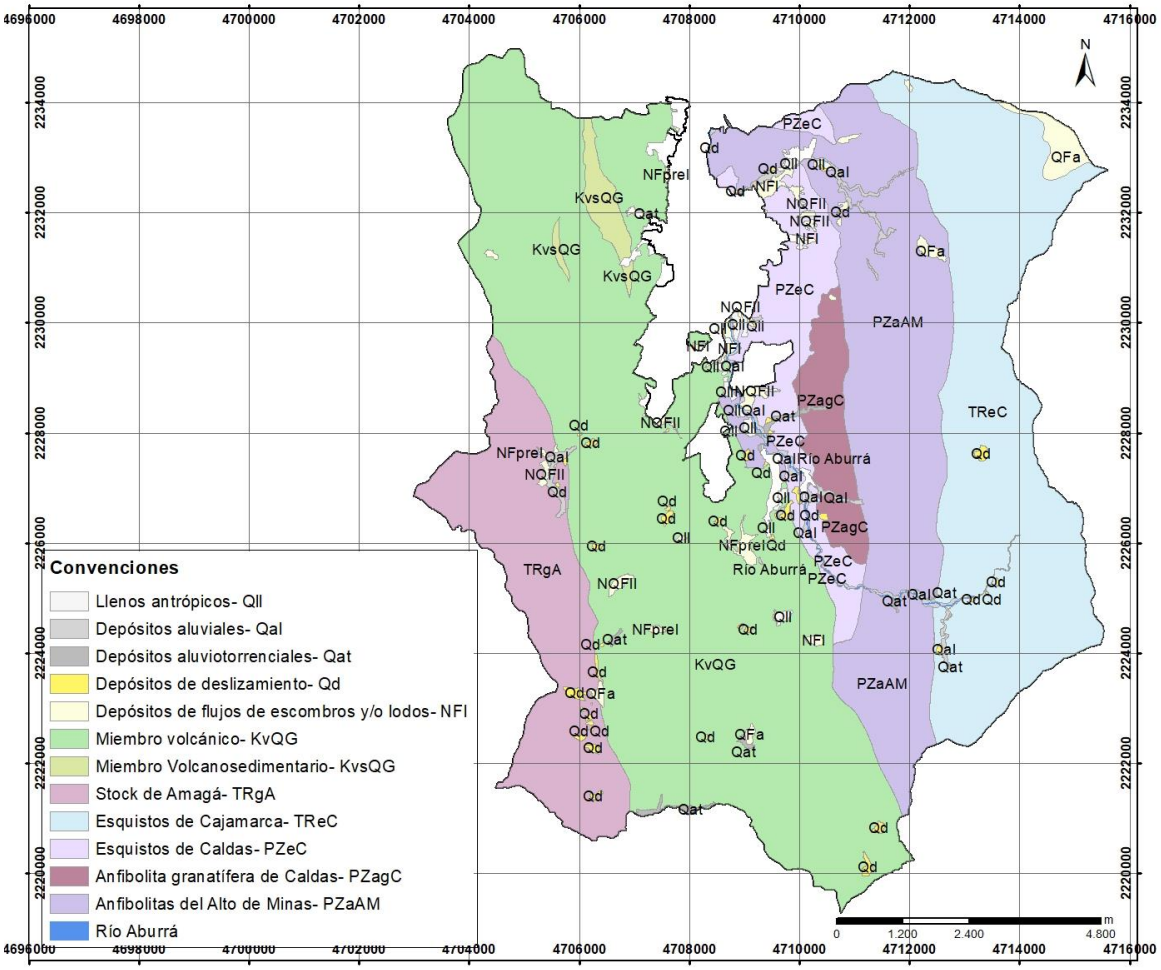


Figura 19. Unidades geológicas presentes en el suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.1. Anfibolita Granatífera del Caldas (PZagC)

Aflorara como un cuerpo alargado en sentido Norte Sur, sobre la margen derecha del río Aburrá en las veredas La Clara, La Corrala y Primavera, cubriendo 335 Ha y representando el 2,7% de la zona rural. Litológicamente la roca se caracteriza por un color verde oscuro, asociado a la alteración de los anfíboles a minerales como la clorita, además se observa la presencia de porfidoblastos de granates.

2.14.2.3.2. Anfibolita del Alto de Minas (PZaAM)

Esta unidad aflora como diversos cuerpos en ambas márgenes del río Aburrá, cubriendo el 17,6% de la zona rural. El cuerpo principal está dispuesto en forma alargada Norte sur, presentándose desde el alto de Minas en el sur hasta la quebrada La Miel en el norte, en donde aflora a las orillas del río Aburrá. Igualmente, tiene pequeños cuerpos dispersos, en el sector de La Clara, donde se observa el perfil de meteorización de la roca, con un material areno limoso, de color pardo claro con poca presencia de máficos, como se muestra en el afloramiento que se presenta en la Figura 20.



Figura 20. Afloramientos de perfil de meteorización de anfibolita Granatífera, Sector La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.3. Esquistos de Caldas (PZeC)

Esta unidad aflora en la zona rural sobre la margen derecha del río Aburrá, en la parte baja de las lomas, en cercanías del fondo del Valle, en las veredas La Clara, La Corrala, La Miel, Primavera y El 60, representando el 5,1% del área rural. Se encuentran dispuestos en varios cuerpos de tamaño y forma variable, donde el principal tiene una disposición preferencial norte sur. A lo largo de los cortes de la carretera, la unidad se observa altamente meteorizada y con afectación estructural.

2.14.2.3.4. Esquistos de Cajamarca (TReC)

Esta unidad cubre aproximadamente 2377 Ha, siendo así el 19,4% de la zona rural; se presenta en la parte alta de la vertiente oriental del municipio, en transición hacia el altiplano de oriente, como una franja alargada de sur a norte en contacto, con las Anfibolitas granatiferas del alto de minas, pertenecientes al Grupo Caldas y descritas previamente.

El perfil de meteorización de esta unidad es muy variable en su textura, ya que en lagunas zonas se presenta de carácter principalmente limoso y en otras el material es arenoso. En general las secuencias observadas en la zona son poco espesas, menos de 5 m, y rápidamente se observa la roca meteorizada aflorando, también es frecuente observar zonas de roca cizallada, y esquistos grafitosos. Dada su disposición dentro del municipio, sus afloramientos se dan a lo largo de las corrientes, como el río Aburrá, en la zona del alto San Miguel, y las cabeceras de la quebrada La Miel y en algunas carreteras como la que conduce de las cabeceras de La Miel al casco urbano, como se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Esquistos de Cajamarca, Sector de La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.5. Stock de Amagá (TRgA)

Este cuerpo aflora en el extremo occidental del municipio, en la cuenca del río Amagá y la quebrada Sinifaná, cubriendo el 10,1% de la zona rural. Está unidad se encuentra en contacto con el miembro volcánico a lo largo de las quebradas y divisorias de agua con claro control estructural. Este cuerpo aflora en taludes altos a lo largo del corte de la carrilera y de la vía Pacífico 2, como una secuencia amplia de meteorización, más de 80 m de espesor, en los que se presenta un material arenosos tipo Gruss, con muy poco contenido de finos (Figura 22).



Figura 22. Perfil de meteorización del Stock de Amagá, vereda Salinas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.6. Miembro Volcánico (KvQG)

Esta unidad aflora a lo largo de la vertiente occidental del municipio, en una franja amplia en dirección sureste-noroeste, cubriendo un área aproximada de 4937 Ha, representado el 40,2% del suelo rural, siendo así la unidad de mayor extensión. Este cuerpo se encuentra en contacto al occidente con el stock de Amagá y al oriente es suprayacido por las secuencias de depósitos aluviotorrenciales y de vertiente recientes. Buenas secuencias de este cuerpo se pueden observar a lo largo de las diferentes carreteras, el corte de la carrilera y las quebradas La Valeria y La Piedrahita.

En general esta unidad tiene un perfil de meteorización amplio, donde los perfiles expuestos muestran niveles iniciales de suelos residuales y saprolito (Niveles de meteorización IB y IC de Deere y Patton), de

hasta 10 m de espesor, infrayacidos por un nivel de transición suelo roca de 8 a 10 m de espesor, como se observa en la Figura 23. El suelo residual es de color ocre, conformado por limos arcillosos, el saprolito presenta la misma coloración, conformado por limos arenosos y presencia de fragmentos de roca, altamente meteorizados, con pátina de color negro debido a la oxidación del manganeso, el nivel de transición es una mezcla del saprolito con mayor contenido de fragmentos de roca, igualmente meteorizados.



Figura 23. Perfil de meteorización del Miembro Volcánico, vía a Angelópolis.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.7. Miembro volcano-sedimentario (KvsQG)

Esta unidad aflora sobre la vertiente oriental del municipio, cubriendo un área de 116,1 Ha, representando el 0,9% del suelo rural; son cuerpos pequeños con orientación norte-sur, cuya amplitud máxima no supera los 700 m, que están en contacto fallado dentro del miembro volcánico. Las pequeñas secuencias se observan principalmente en la cuenca media y alta de la quebrada La Valeria, donde se observan afloramientos de roca fresca principalmente lutitas y chert y donde la secuencia de meteorización es explotada en canteras para material de construcción (Figura 24).



Figura 24. Afloramiento de Lutitas en la quebrada La Valeria.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.8. Depósitos aluviales (Qal)

Estos depósitos aluviales afloran a lo largo de ambas márgenes del río Aburrá, cubren un área aproximada de 113,6 Ha, representando el 0,9% de la zona rural, y son de menor extensión en comparación con los que se presentan en el suelo urbano.

Estos depósitos se caracterizan por desarrollar espesores variables, con matriz de tamaño limo y arcilla de colores pardo claro; estas unidades se encuentran estrechas, limitadas por esquistos y anfibolitas meteorizados que han desarrollado perfiles de suelo.

2.14.2.3.9. Depósitos aluviotorrenciales (Qat)

Esta unidad aflora a lo largo de los márgenes del río Aburrá y en algunas quebradas como La Chuscala, Santa Isabel, La Valeria, La Chaparrala entre otras. Estos cuerpos son de poca área, cubriendo aproximadamente 34,1 Ha, representando el 0,3% del suelo rural. Su origen es debido a el transporte y depositación de bloques de tamaño variable, asociado a la energía que presentan los afluentes del río Aburrá.

2.14.2.3.10. Depósitos de deslizamiento (Qd)

Estos depósitos se presentan dispersos a lo largo del municipio, en las partes medias y bajas de las vertientes, cubriendo aproximadamente 66 Ha, conformando el 0.5% del área del suelo rural. Se caracterizan por presentar matrices limo-arenosas de colores café amarillentos, siendo algunos cuerpos de colores más oscuros, envolviendo fragmentos de diferente tamaño y composición dependiendo de su ubicación, cuerpos de mayor extensión en el suelo rural se ubican en las veredas La Clara, La Salada parte alta, Sinifaná, entre otras.



Figura 25. Depósito de deslizamiento, localizado en La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.2.3.11. Depósitos de flujo de lodos y/o escombro (QFa-NQfII-NFI-NFprel)

Los depósitos de flujos de lodos y/o escombro se localizan dispersamente a lo largo del suelo rural del municipio, cubriendo aproximadamente 206 Ha, representando el 1,7% del suelo rural. Las geoformas asociadas son en general lóbulos cuya parte proximal se ubica en la zona media-alta de las vertientes y su parte distal en el pie de las vertientes, en donde convergen con los depósitos de origen aluvial, aunque se destaca un cuerpo aislado ubicado en la parte alta de la cuenca de la quebrada La Miel, en límites con el municipio de Envigado.

2.14.2.3.12. Llenos antrópicos (Qll)

Se ubican en la base de las vertientes de la margen izquierda del río Aburrá, en donde las intervenciones, antrópicas en proceso de acumulación de escombros, basura rocas y suelos, ha dado lugar a cuerpos de hasta 5,2 hectáreas y que en algunos casos pueden superar los 10 m de espesor, en la zona se presentan cuerpos conformados tanto de forma técnica como forma no técnica, y en general son ocupados por la construcción de industrias o bodegas. Se pueden observar en las veredas La Miel, La Valeria, La Quiebra, Primavera, Maní del Cardal, Salinas, Salada parte baja y alta, cubriendo el 0,4% del suelo rural.

2.14.2.3.13. Río Aburrá

Unidad localizada en el suroeste, representada por el cauce del río Aburrá, cubriendo el 0,1% del área rural. Se caracteriza por ser cauce de tipo meándrico, con una longitud aproximada de 8,7 km. Este río nace en la parte alta de la vereda La Clara, pasando en su recorrido aguas abajo por las veredas El 60 y por la Salada parte baja.

En la Tabla 145 y en el Gráfico 3 se muestra la distribución de las unidades geológicas en el suelo rural del municipio de Caldas.

Tabla 145. Áreas de las unidades geológicas en el suelo rural del municipio de Caldas.

Zona Rural		
Unidad Geológica	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Anfibolita granatífera de Caldas	334,80	2,7%
Anfibolitas del Alto de Minas	2.164,21	17,6%
Depósitos aluviales	113,60	0,9%
Depósitos aluviotorrenciales	34,10	0,3%
Depósitos de deslizamiento	65,83	0,5%
Depósitos de flujos de escombros y/o lodos	206,12	1,7%
Esquistos de Cajamarca	2.377,14	19,4%
Esquistos de Caldas	629,17	5,1%
Llenos antrópicos	51,14	0,4%
Miembro volcánico	4.936,89	40,2%
Miembro Volcanosedimentario	116,11	0,9%
Río Aburrá	11,00	0,1%
Stock de Amagá	1.236,47	10,1%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

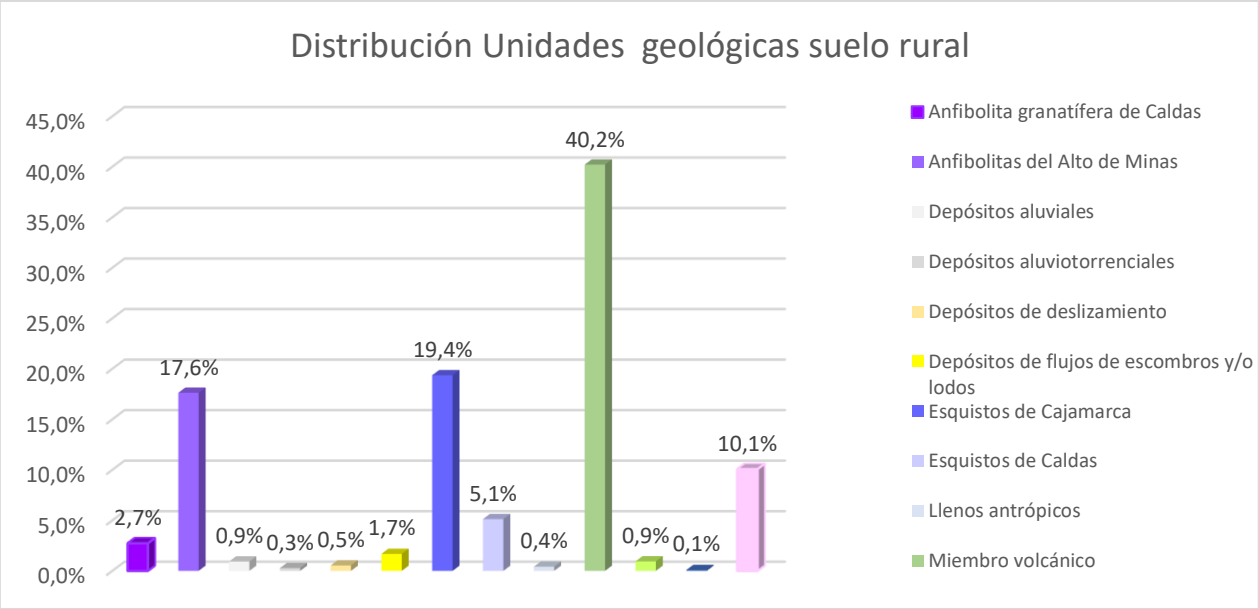


Gráfico 3. Distribución de unidades geológicas en suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

De acuerdo con la Tabla 145 y el Gráfico 3, se puede concluir que la unidad geológica más predominante es el Miembro volcánico, unidad que se caracteriza por presentar geoformas de pendientes empinadas a moderadas con cimas subredondeadas, amplias a estrechas, con desarrollo de suelos residuales y saprolito hasta de 10m.

Constituye una variable importante en la evaluación de la amenaza por movimientos en masa por sus condiciones mecánicas en el perfil de meteorización, presentando suelos fácilmente erosionables y con presencia de bloques subredondeados a angulosos que pueden ser removidos fácilmente.

2.14.2.4. Formaciones superficiales en suelo rural

Las formaciones superficiales en la zona rural presentan los tres orígenes como son, antrópico residual y transportado, siendo los suelos residuales los en mayor predominancia, cubriendo más del 90% de este suelo, donde los suelos derivados de Quebradagrande en la unidad de mayor cubrimiento extendiéndose por más del 40% de todo el suelo rural.

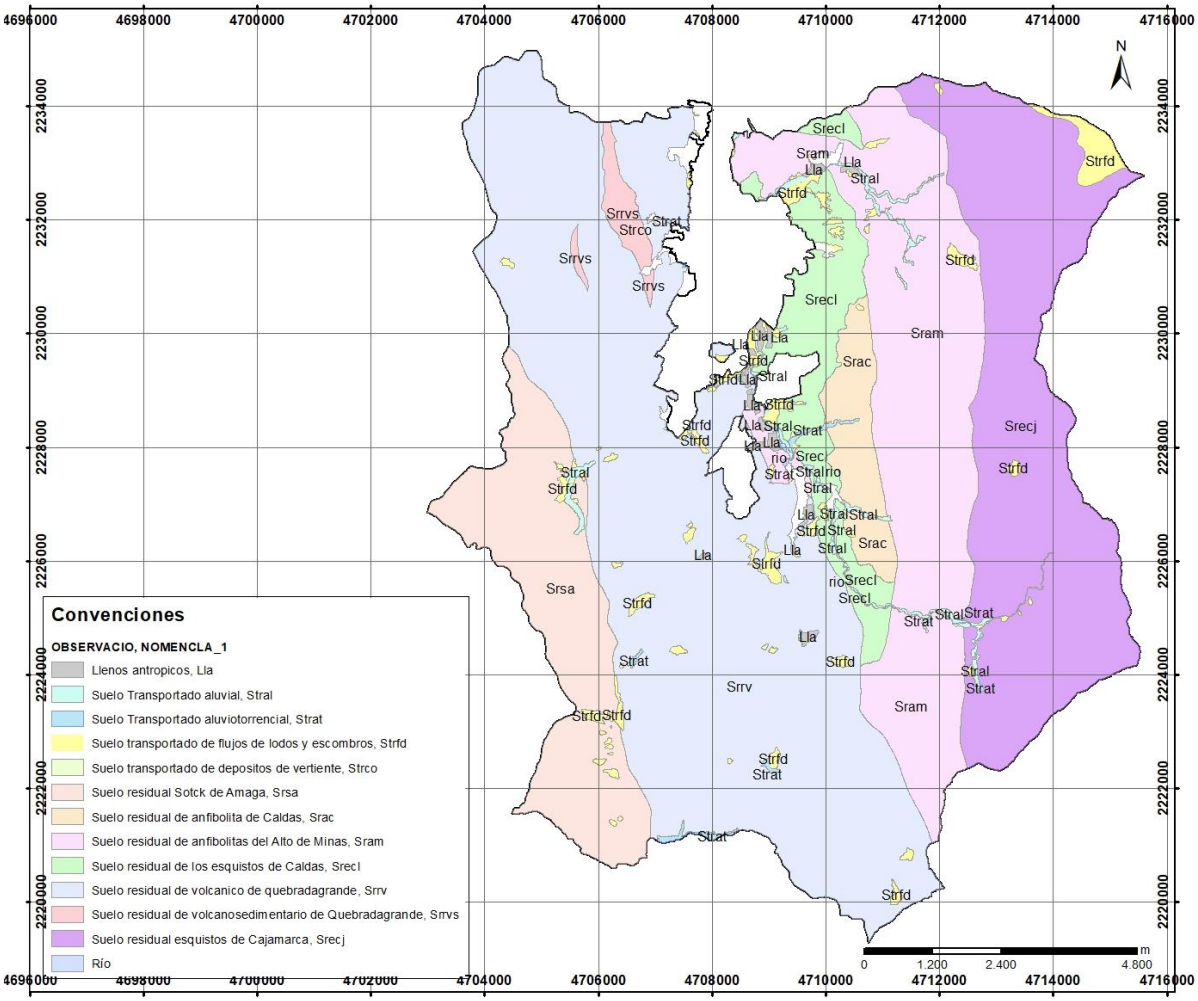


Figura 26. Formaciones superficiales presentes en el suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Rio

Corresponde al cauce del río Aburrá

Llenos Antrópicos

Esta formación cure el 0,4% de este suelo, como cuerpos aislados. Corresponde a acumulaciones de materiales generados por acción del ser humano, son heterogéneos y de espesor variables, presentan mezclas de suelos, con escombros y basuras.

Suelo Trasportado aluvial

Esa formación cubre el 0,9% de este suelo, se extiende a lo largo del río Aburrá y sus afluentes principales y corresponde a acumulaciones de materiales generados por la dinámica de inundación de las corrientes, en generar tiene granulometría media a fina, arenas y limos, ocasionalmente con gravas y su espesor es amplio.

Suelo Trasportado aluviotorrencial

Esta unidad cubre el 0,28 % de este suelo. Corresponde a acumulaciones de materiales generados por la dinámica de eventos torrenciales de alta energía de las corrientes. Están formados por materiales en los

que predomina su granulometría es gruesa, confirmada por arenas y gravas, angulares de tamaño variable, sin estratificación y de espesor variable.

Suelo transportado de depósitos de vertiente

Esta unidad cubre el 0,01% de este suelo, siendo la formación de menor extensión en suelo rural. Corresponde a materiales originados por procesos de inestabilidad y remoción en masa de las vertientes y los cuales varían en edad y extensión. El espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos, pero en general se caracterizan por ser una mezcla de materiales finos, (limos) con fragmentos de roca, de frescos a levemente meteorizados, de la roca donde se originó la inestabilidad.

Suelo transportado de flujos de lodos y escombros

Esta formación cubre el 2,3% de este suelo, siendo la formación en suelo transportado de mayor extensión en suelo rural. Estos suelos son originados por proceso de inestabilidad de las vertientes, que dan lugar a depósitos en las partes bajas, donde espesor y composición de los cuerpos es variable, dependiendo de su ubicación en la vertiente y de la unidad que dio origen a los depósitos. Su origen se encuentra asociado a eventos de tipo flujo y su clasificación depende de la granulometría del cuerpo, así, hay cuerpos con predominio de fracción gruesa arenas gravas y bloques, y otros con predomino de fracción final limos y arcillas, pero se clasifican en una sola formación superficial.

Suelo residual de volcánico de Quebradagrande

Esta formación cubre el 40,1% de este suelo, siendo la de mayor extensión, se presenta a lo largo de las vertientes sobre el sector occidental. Esto suelos corresponden a suelos residuales y saprolito (Horizontes V y VI), de hasta 4 m de espesor, infrayacidos por un nivel de transición suelo roca (Horizonte IV), de las rocas volcánicas de Quebradagrande. El suelo residual es limos arcilloso pardo amarillento, y el saprolito limos arenosos a arcillosos y tiene la misma coloración y presencia de fragmentos de roca, altamente meteorizados, el nivel de transición es una mezcla del saprolito con mayor contenido de fragmentos de roca, igualmente meteorizados y ningún nivel presenta estructuras heredadas de la roca parental.

Suelo residual de Volcanosedimentario de Quebradagrande

Esta unidad cubre el 0,95% del suelo rural, se presenta como un cuerpo hacia la parte oeste. Estos suelos corresponden a suelos residuales se caracterizan por ser limosos a limo arenosos, sin estructura de roca parental

Suelo residual de Esquistos de Caldas

Esta formación superficial cubre el 5,1% de este suelo, en un cuerpo alargado en sentido norte en la zona occidental del municipio. Corresponde a suelos limos arenosos, que conservan estructuras heredadas de la roca parental, evidentes en su alta afectación estructural.

Suelo residual de Anfibolita del Alto de Minas

Esta formación cubre el 2.7%vde este suelo. Los suelos corresponden al saprolito (Nivel V de meteorización), que presenta un material areno limoso, de color pardo claro con poca presencia de máficos, y algunas zonas con tonalidades ocre por efecto de oxidación, no presenta estructuras heredadas de la roca parental.

Suelo residual Stock de Amaga

Esta formación cubre el 10,3% del suelo rural, se presenta en un cuerpo sobre el sector suroccidental del municipio. Corresponde a la secuencia de motorización de este cuerpo ígneo, que tiene un espesor muy amplio, mayor a 40 m en algunos casos, como se observa en la Vía a Amagá, en el cual se presenta un

saprolito confirmado principalmente por cuarzo, de textura arenosa, de color pardo claro, sin ferromagnesianos.

Suelo residual esquistos de Cajamarca

Esta formación es muy variable en su textura, ya varia de limoso a es arenoso. En general las secuencias observadas en la zona son poco espesas, menos de 5 m, y rápidamente se observa la roca meteorizada aflorando.

Suelo residual anfibolita de Caldas

Esta unidad cubre el 2,7% del suelo rural. Está conformada por suelos limo arenosos, de color claro, con estructura heredada de la roca parental y espesor no definido.

A continuación, se describen el porcentaje que representa cada formación superficial en suelo rural

Tabla 146. Representación de cada formación superficial en porcentaje del suelo rural

Suelo Rural		
Formación Superficial	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Llenos antrópicos	51,1	0,42%
Rio	11,1	0,09%
Suelo residual de anfibolita de Caldas	334,8	2,73%
Suelo residual de anfibolitas del Alto de Minas	2164,2	17,63%
Suelo residual de los esquistos de Caldas	629,2	5,13%
Suelo residual de volcánico de Quebradagrande	4929,0	40,15%
Suelo residual de Volcanosedimentario de Quebradagrande	116,1	0,95%
Suelo residual esquistos de Cajamarca	2377,1	19,36%
Suelo residual Stock de Amaga	1236,5	10,07%
Suelo Transportado aluvial	113,4	0,92%
Suelo Transportado aluviotorrencial	34,5	0,28%
Suelo transportado de depósitos de vertiente	0,1	0,00%
Suelo transportado de flujos de lodos y escombros	279,3	2,27%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

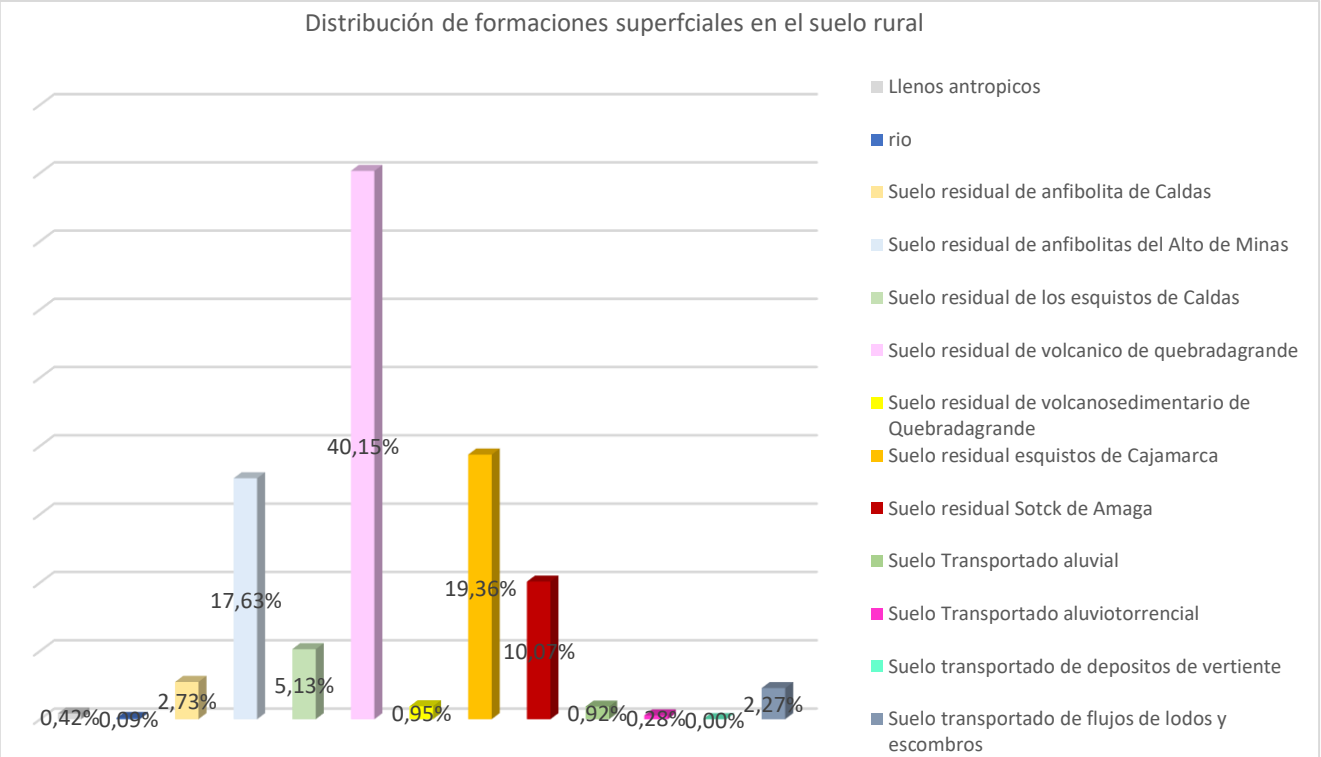


Gráfico 4. Distribución de formaciones superficiales en el suelo rural
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3. Geomorfología Local

La caracterización geomorfológica detallada se adelantó con base a los recorridos de campo, la interpretación de imágenes de satélite y el DEM, el cual tiene una resolución de 2m x 2m en una franja amplia a lo largo del río Aburrá, donde se incluye la zona urbana, y una resolución de 5m x 5m en el resto del área del municipio, permitiendo que la interpretación se adelantara a los niveles de escala requeridos para cada zona.

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Caldas se encuentra en el segmento Valle Superior, este segmento se divide en macrounidades o bloques. Las unidades geomorfológicas descritas en este capítulo se basan en las unidades presentadas en el estudio de Microzonificación Sísmica (AMVA, 2006) ajustadas con los procedimientos mencionados previamente y a la guía metodológica para unidades y subunidades geomorfológicas del SGC.

2.14.3.1. Geomorfología en suelo urbano

En la Figura 27, se muestra la geomorfología de la zona urbana del municipio de Caldas, como se mencionó anteriormente esta se clasificó con la terminología de la Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá (AMVA, 2006). En esta zona predominan las geoformas de ambientes denudacional y fluvial, representados principalmente por lomos denudados y las geoformas de origen aluvial producto de la dinámica fluvial del Río Aburrá respectivamente, localmente, se presentan geoformas antrópicas como resultado de la intervención humana.

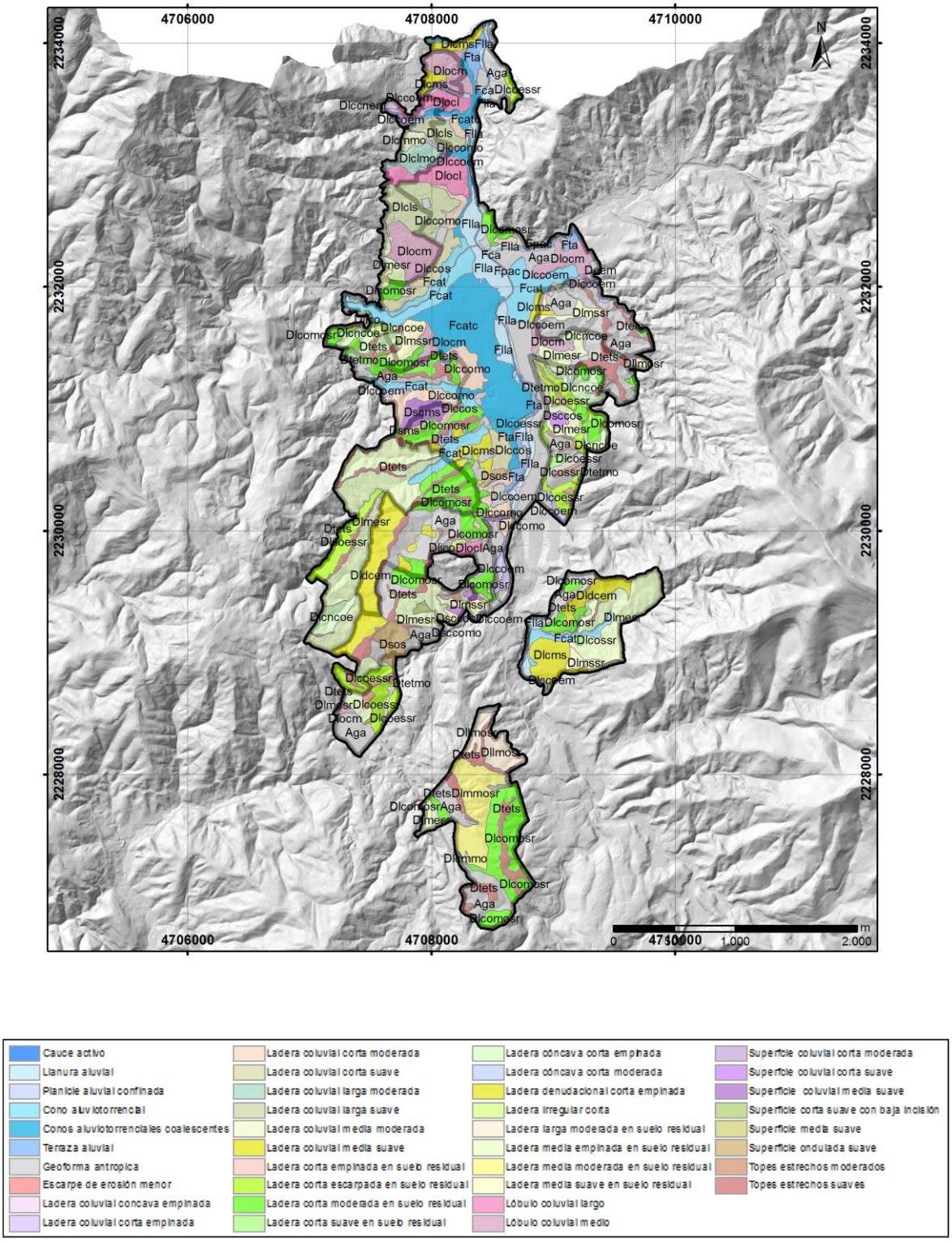


Figura 27. Mapa de unidades geomorfológicas para el suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.1. Cauce activo (Fca)

Superficie de agua, uniforme, con pendientes suaves, la cual se encuentra presente en el suelo urbano, cubriendo aproximadamente 0,56% del área. Se caracteriza por ser un canal irregular excavado por la erosión del Río Aburrá, el cauce es de tipo meándrico, debido a cambios en la dirección de flujo, en algunos sectores está intervenido por la actividad antrópica de la zona.

Tabla 147. Cauce aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Cauce Aluvial	Cauce de tipo meándrico	A lo largo del cauce del Río Aburrá cruzando el municipio de Sur a Norte	No se evidencian procesos morfodinámicos en esta geoforma

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.2. Geoforma Antrópica (Aga)

Superficies artificiales construidas con material de relleno para acondicionar terrenos para desarrollos industriales, generando zonas planas amplias y taludes en sus partes superiores por cortes y bajas por llenos. Los depósitos desarrollados de forma técnica están conformados por gravas, bloques y arena bien compactados y con obras para manejo de aguas y estabilidad, sin embargo, se presentan llenos no técnicos con depósitos de todo tipo de materiales como de escombros y desechos de construcción, sin tratamientos (Figura 28).

Tabla 148. Planos y campos de llenos antrópicos

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Planos y campos de llenos antrópicos	Montículos de material antrópico acondicionado principalmente para su ocupación con bodegas, o depósito de escombros para la generación de zonas planas amplias	Se localiza a lo largo de la rivera del Río Aburrá, y los principales ejes viales del municipio. Algunos alcanzan hasta 6 hectáreas de extensión	Deslizamientos internos de diverso tamaño, uno taponó el rio Aburrá en el primer semestre del 2021

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 28. Geoforma antrópica, lleno de la escombrera Los Lagos.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.3. Llanura aluvial (Flla)

Esta unidad involucra las riberas del río Aburrá y de algunos tributarios como las quebradas La Rápida y La Miel. Es una geoforma discontinua, de pendientes suaves y topografía plana; contiene materiales de tamaño fino producto de la sedimentación aportada por estas corrientes.

Tabla 149. Llanura aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Llanura aluvial	Llanura aluvial larga, recta plana, con una	Se localiza en las zonas bajas del municipio, en confluencias con el río Aburrá, se asocia	Se evidencian algunos procesos de socavación

	fuerte intervención antrópica	principalmente a depósitos del río y de algunas de sus quebradas tributarias como La Miel y La Rápida	lateral por la corriente del río principalmente

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 29. Llanura aluvial en la quebrada La Miel y el río Aburrá.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.4. Planicie aluvial confinada (Fpac)

Es una geoforma discontinua, de pendientes suaves y topografía plana; contiene materiales de tamaño fino producto de la sedimentación aportada por estas corrientes, es alargada y estrecha se desarrolla entre un cauce que la origino y una geoforma de mayor altura.

Tabla 150. Llanura aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Llanura aluvial	Llanura aluvial larga, recta plana, estrecha fuerte intervención antrópica	Se localiza en las zonas bajas del municipio, a lo largo el margen derecho de la quebrada La Miel.	Se evidencian algunos procesos de socavación lateral por la quebrada

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.5. Conos aluviotorrenciales coalescentes (Fcatc)

Superficies alargadas de morfología suave, y ondulada, con pendientes suaves hacia el cauce del río Aburrá, modelada a partir de sedimentos de origen aluviotorrencial, que se presentan a la desembocadura de las corrientes al valle, donde los cuerpos de diferentes quebradas se han unido dando lugar a una superficie continua de forma irregular.

Tabla 151. Conos aluviotorrenciales coalescentes

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Conos aluviotorrenciales coalescentes	Superficies de pendiente suave con inclinación hacia el cauce del río, poca incisión	Se localizan a lo a lo largo de las desembocaduras de las quebradas principales al río Aburrá, sobre su margen izquierdo como son, La Valeria, La Raya y La Chuscala, entre otras	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.6. Cono aluviotorrencial (Fcat)

Superficies alargadas de morfología suave, y ondulada, con pendientes suaves hacia el cauce del río Aburrá, modelada a partir de sedimentos de origen aluviotorrencial, que se presentan a la desembocadura de las corrientes al valle, que se presenta aislado respecto a otros cuerpos de origen similar.

Tabla 152. Cono aluviotorrencial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Cono aluviotorrencial	Superficies de pendiente suave con inclinación hacia el cauce del río, poca incisión	Se localizan a lo a lo largo de las desembocaduras de las quebradas principales al río Aburrá, sobre su margen izquierdo como son, La Valeria, La Raya y La Chuscala, entre otras	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.7. Terraza Aluvial (Fta)

Superficies alargadas de morfología suave con pendientes baja hacia el cauce del río Aburrá, modelada a partir de sedimentos de origen aluvial, que formaron acumulaciones de materiales que están elevadas de los cauces que las originaron.

Tabla 153. Terraza aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Terraza aluvial	Superficies de pendiente baja con inclinación hacia el cauce del río, poca incisión	Se encuentran cómo cuerpos alargados sobre ambos márgenes del río Aburrá en sectores del Pombal y La inmaculada	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.8. Escarpe de erosión menor (Deem)

Son laderas muy cortas que representan cambios abruptos locales en el nivel del terreno con pendiente muy empinada a escarpada, generalmente originados por la acción fluvial de socavación lateral o en algunos casos, por procesos remontantes sobre las laderas.

Tabla 154. Escarpe de erosión menor

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Escarpe de erosión menor	Cambios abruptos en la pendiente, con pendientes empinadas a escarpadas	En la zona de expansión 303	No presenta procesos morfodinámicos.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.9. Ladera corta escarpada en suelo residual (Dlcoessr)

Superficies de morfología muy inclinada exhibiendo pendientes escarpadas, es decir mayores a los 45° de inclinación, con longitudes menores a los 200 metros. Generalmente de aspecto convexo y rugoso, con inclinaciones entre 30°-45°. Esta geoforma es producto de procesos denudativos la incisión generada por la escorrentía superficial y por las quebradas adyacentes.

Tabla 155. Ladera corta escarpada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera corta escarpada	vertientes empinadas, convexas, rugosas, con inclinaciones entre >45°	En zonas de expansión y en la Corrala. .	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.10. Ladera media empinada en suelo residual (Dlmesr)

Superficies inclinadas, las cuales varían entre los 200 y 400 metros de longitud, con pendientes moderadas a empinadas, convexas, rugosas a moderadamente rugosas, con inclinaciones en promedio entre los 30° y 45°. El grado de evolución de estas geoformas está asociado a la fuerte incisión por parte de las quebradas adyacentes, lavando los suelos residuales.

Tabla 156. Ladera media empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera media empinada	Superficie de morfología empinada, convexas, rugosas a moderadamente rugosas, con inclinaciones entre los 30° y 45°.	Se localizan en La Corrala y zonas de expansión	Se observaron procesos de remoción en masa de tipo rotacional activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.11. Ladera media moderada en suelo residual (Dlmmosr)

Superficies inclinadas, las cuales varían entre los 200 y 400 metros de longitud, con pendientes moderadas a empinadas, convexas varían entre los 15° y 30°. Están asociados a las rocas del miembro Volcánico (KvQG).

Tabla 157. Ladera facetada media empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera facetada media empinada	Laderas facetadas con longitud entre 200 y 400 m, pendientes entre 30° y 45°, índice de rugosidad alto	Zona expansión	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2021

2.14.3.1.12. Ladera larga moderada en suelo residual (Dllmosr)

Se trata de vertientes con longitudes mayores a los 400 metros e inclinaciones que predominan en el rango de los 15° a 30° de inclinación. Se les encuentra en la parte alta de la cuenca de la quebrada La Miel, desarrolladas en rocas de los Esquistos de Caldas. Los procesos denudativos se dan principalmente por la acción de aguas de escorrentía sobre suelos residuales de la roca y la incisión de quebradas adyacentes.

Tabla 158. Ladera larga moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera larga moderada	Superficie de morfología moderada, cóncavas, rugosas a moderadamente	Se localizan en suelo de expansión	No presenta procesos morfodinámicos

	rugosas, con inclinaciones entre los 15° a 30°.		

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.13. Ladera cóncava corta moderada (Dlcncomo)

Ladera de aspecto cóncavo, la cual presenta pendientes entre los 15° y 30° de inclinación, con rugosidad casi uniforme a moderadamente rugosa e índice de curvatura cóncavo. Se asocia a la unidad geológica Miembro Volcánico (KvQG). Se le encuentra en la vereda El Raizal.

Tabla 159. Ladera cóncava corta moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera cóncava corta moderada	Laderas menores a 200 m de longitud, moderadamente rugosa, y pendientes entre 15° y 30°	La Chuscala	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.14. Ladera cóncava corta empinada (Dlcncoe)

Ladera de aspecto cóncavo, la cual presenta pendientes entre los 30° y 45° de inclinación, con índice de curvatura cóncavo y muy rugosas. Asociadas a la unidad geológica del Miembro Volcánico (KvQG), y los Esquistos de Caldas (PZeC) y las Anfibolitas del Alto de minas (PZaAM). Ubicadas en la vereda La Chuscala y Zonas de expansión.

Tabla 160. Ladera cóncava corta empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera cóncava corta empinada	Laderas menores a 200 m de longitud, uniforme a moderadamente rugosa, y pendientes entre 30° y 45°	vereda La Chuscala y Zonas de expansión.	Se encuentran procesos de tipo traslacional y rotacional activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.15. Ladera corta suave en suelo residual (Dlcossr)

Son superficies con longitud menor a 200 metros, con pendientes principalmente entre el rango de 5° a 15°, casi uniformes a moderadamente rugosas, convexas a planas generalmente ubicadas en zonas de piedemonte o zonas intermedias de las vertientes, desarrolladas en suelo residual.

Tabla Ladera coluvial corta suave en suelo residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera corta suave en suelo residual	Ladera coluvial de aspecto casi uniforme a moderadamente rugosas, convexas y pendientes suaves	Zonas de expansión	No se presentan procesos activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.16. Ladera corta moderada en suelo residual (Dlcomosr)

Laderas coluviales de longitud menor a 200 metros, pendientes entre los 15° y 30°, de aspecto moderadamente rugoso. Se presentan algunos movimientos de remoción en masa de tipo traslacional y rotacional. Se les encuentra principalmente en el suroccidente de la zona urbana.

Tabla 161. Ladera coluvial corta moderada en suelo residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS

Ladera corta moderada en suelo residual	Laderas coluviales moderadamente rugosas y pendientes moderadas	suroccidente de la zona urbana	Se presentan procesos activos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.17. Ladera corta empinada en suelo residual (Dlcoemsr)

Laderas coluviales de longitud menor a 200 metros, pendientes entre los 30° y 45°, de aspecto rugoso. Asociadas las rocas del Miembro Volcánico (KvQG). Se les encuentra principalmente en las zonas suroccidentales del suelo urbano. En el nororiente sur de la zona urbana del suelo urbano.

Tabla 162. Ladera coluvial corta empinada en suelo residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera corta empinada en suelo residual	Laderas moderadamente rugosas y pendientes empinadas (30° - 45°)	Vertientes occidentales y suroccidentales del rio Aburrá	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.18. Ladera coluvial corta moderada (Dlccomo)

Ladera de longitud menor a 200 metros con pendientes predominantemente moderadas, es decir, entre los 15° y 30° de inclinación, Estos elementos geomorfológicos se encuentran predominantemente en las vertientes occidentales del rio Aburrá.

Tabla 163. Ladera coluvial corta moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera corta moderada	Laderas con pendientes moderadas, de extensión longitudinal corta	Se presenta principalmente en las vertientes occidentales del rio Aburrá, En zona d reexpansión y en LA Chuscala,, Barrios Unidos, la Locería, el Socorro	Se identificaron algunos procesos morfodinámicos asociados, activos principalmente de tipo traslacional.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.19. Ladera coluvial cóncava empinada (Dlccnem)

Este tipo de laderas se distinguen por su curvatura cóncava por presentar longitudes cortas, menores de 200 metros y pendientes que son principalmente empinadas, es decir, en el rango que va de los 30° a 45° de inclinación y se encuentran limitados por drenajes subparalelos. En general, se encuentran dispuestos perpendicularmente a la tendencia estructural general N-S de la región.

Tabla 164. Ladera coluvial cóncava empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera corta empinada	Longitud corta, pendientes entre 30° y 45°.	Se ubican en preferencialmente en las vertientes orientales del Rio Aburrá, en zonas de expansión y en el Porvenir y El Cano.	Se identifican procesos de remoción en masa activos traslacionales, y menor medida de tipo rotacional.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.20. Ladera coluvial media moderada (Dlcmmo)

Laderas coluviales de longitud entre los 200 y 400 metros, pendientes entre los 15° y 30°, de aspecto moderadamente rugoso a rugoso, con índice de curvatura de aspecto convexo, predominantemente. Asociadas principalmente a la

Tabla 165. Ladera coluvial media moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial media moderada	Laderas coluviales moderadamente rugoso a rugoso y pendientes entre 15° y 30°.	Zonas expansión al sur de la cabecera	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.21. Ladera coluvial media suave (Dlcms)

Laderas coluviales de longitud entre los 200 y 400 metros, pendientes entre los 15° y 30°, de aspecto rugoso y convexo. Presentan drenaje paralelo a subparalelo. Se le encuentra en la vereda La Salada Parte Alta y la Chuscala.

Tabla 166. Ladera coluvial media empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial media empinada	Laderas coluviales de aspecto rugoso, convexas, y pendientes entre 30° y 45°	Zonas de expansión Mandalay, La Mansión, El Cano, La Raya Norte	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.22. Ladera coluvial larga moderada (Dlclmo)

Laderas coluviales de longitud mayor a los 400 metros, pendientes entre los 15° y 30°, con índices de curvatura variable y moderadamente rugosas.

Tabla 167. Ladera coluvial larga moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial larga moderada	Laderas coluviales de longitud larga, curvatura variable y moderadamente rugosas y pendientes entre 15° y 30°	Zonas de expansión	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.23. Superficie corta suave con baja incisión (Dscosbi)

Superficies que se caracterizan por tener inclinaciones que varían entre los 5° y 15°, de extensión longitudinal menor a los 200 metros, tienen rugosidad uniforme a casi uniforme y presentan índice de curvatura plano. Se les pueden encontrar en la zona sur del casco urbano.

Tabla 168. Superficie corta suave con baja incisión

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficie corta suave con baja incisión	Superficie de longitud menor a 200 m, pendientes de 5° a 15°, índice de curvatura plano, rugosidad uniforme.	Zona de expansión	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.24. Superficie ondulada suave (Dsos)

Superficie de morfología continua con presencia de ondulaciones, presenta pendientes suaves, del orden de 5° a 15° y una rugosidad uniforme a casi uniforme, con índice de curvatura plano a convexo. Esta unidad no ha sido afectada por grandes procesos denudativos, siendo los principales agentes de erosión las aguas de escorrentía y la incisión por parte de las quebradas circundantes.). Se les puede hallar al suroccidente del municipio, en las veredas La Quiebra y La Salada Parte Alta.

Tabla 169. Superficie ondulada suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficie ondulada suave	Superficie de morfología ondulada, pendientes de 5° a 15°. Rugosidad uniforme a casi uniforme, con índice de curvatura plano a convexo	Zona de expansión	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.25. Superficie media suave (Dsms)

Superficies que se caracterizan por tener inclinaciones que varían entre los 5° y 15°, de extensión longitudinal entre los 200 y 400 metros, tienen rugosidad uniforme a casi uniforme y presentan índice de curvatura plano. Se les pueden encontrar en las veredas El Raizal y La Primavera.

Tabla 170. Superficie media suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficie media suave	Superficie de longitud entre 200 y 400 m, pendientes de 5° a 15°, índice de curvatura plano, rugosidad uniforme.	Zona Expansión,	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.26. Superficie coluvial corta suave (Dsccos)

Superficies que se caracterizan por tener inclinaciones que varían entre los 5° y 15°, longitud menor a los 200 metros, tienen rugosidad uniforme a casi uniforme y presentan índice de curvatura plano, se desarrollan sobre depósitos de flujos de lodo y escombros.

Tabla 171. Superficie corta suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficie corta suave	Superficie de longitud menor a 200 m, pendientes de 5° a 15°, índice de curvatura plano, rugosidad uniforme.	La Primavera	No se observaron procesos de remoción en masa activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.27. Topes estrechos suaves (Dtets)

Topes de aspecto suavemente ondulado, con pendientes que van de los 5° a 15°, presentan índice de curvatura plano, predominantemente y rugosidad uniforme a casi uniforme. Se desarrollan principalmente sobre los suelos residuales de las rocas pertenecientes al Miembro volcánico (KvQG) y en menor medida sobre las Anfibolitas del Alto de Minas (PZaAM).

Tabla 172. Topes estrechos suaves

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Topes estrechos suaves	Superficie de morfología suave, rugosidad uniforme a casi uniforme e índice de curvatura plano. Con inclinaciones que van entre 5-15°.	Principalmente en la parte suroccidental en zonas d expansión y Mandalay.	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.28. Topes estrechos moderados (Dtetmo)

Topes de aspecto ondulado, de amplitud menor a los 50 metros, principalmente. con pendientes que van de los 15° a 30°, presentan índice de curvatura plano a convexo, predominantemente y rugosidad uniforme a casi uniforme. Se desarrollan principalmente sobre los suelos residuales de las rocas pertenecientes al Miembro volcánico (KvQG), las Anfibolitas del Alto de Minas (PZaAM) y los Esquistos de Cajamarca (TReC)..

Tabla 173. Topes estrechos moderados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Topes estrechos moderados	Superficie de morfología suave, rugosidad uniforme a casi uniforme e índice de curvatura plano, con inclinaciones que van entre 5-15°.	Principalmente en la parte suroccidental en zonas de expansión	No presenta procesos morfodinámicos en

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.29. Lóbulo coluvial medio (Dlocm)

Lóbulo coluvial que presenta una extensión longitudinal que varía entre los 200 y 400 metros, con valores de pendientes suaves a moderadas. Estos lóbulos presentan como tendencia general un índice de curvatura plano a convexo, así como valores de rugosidad que corresponden a la categoría uniforme a casi uniforme, con variaciones locales de rugosidad alta.

Tabla 174. Lóbulo coluvial medio

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lóbulo coluvial medio	Forma lobular, extensión longitudinal que varía entre los 200 y 400 metros, pendientes suaves a moderadas, índice de curvatura plano a convexo y rugosidad uniforme a casi uniforme	Sobre toda la zona d estudio, en suelos de expansión, en Andalucía, La Planta, Villa Capri, Locería, San Judas	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.30. Lóbulo coluvial largo (Dlocl)

Elemento geomorfológico con morfología lobular, extensión longitudinal mayor a los 400 metros, valores de pendientes suaves a moderadas. Estos lóbulos presentan como tendencia general un índice de curvatura plano, así como valores de rugosidad que corresponden a la categoría uniforme a casi uniforme. Se les encuentra en la zona donde se asientan los barrios La Aguacatala, El Cano, El Pombal, Bellavista y Buena Esperanza y la vereda La Miel.

Tabla 175. Lóbulo coluvial largo

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lóbulo coluvial largo	Forma lobular, extensión longitudinal mayor a 400 metros, pendientes suaves a moderadas, índice de curvatura plano a convexo y rugosidad uniforme a casi uniforme	Se distribuyen en los barrios La Aguacatala, El Cano, El Pombal, Bellavista y Buena Esperanza y la vereda La Miel	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.31. Ladera coluvial corta empinada (Dlccoem)

Laderas coluviales de longitud menor a 200 metros, pendientes entre los 30° y 45°, de aspecto rugoso. Asociadas a depósitos de flujos de lodos y escombros. Se les encuentra principalmente en las zonas suroccidentales del suelo urbano. En el nororiente sur de la zona urbana del suelo urbano.

Tabla 176. Ladera coluvial corta empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial corta empinada	Laderas moderadamente rugosas y pendientes empinadas (30° - 45°)	Vertientes occidentales y suroccidentales en zonas d expansión.	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.32. Ladera coluvial corta moderada (Dlccomo)

Laderas coluviales de longitud menor a 200 metros, pendientes entre los 15° y 30°, de aspecto moderadamente rugoso, desarrolladas sobre depósitos de flujos de lodo y escombros y depósitos de vertiente. Se encuentran principalmente en el suroccidente de la zona urbana,

Tabla 177. Ladera coluvial corta moderada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial corta moderada	Laderas coluviales moderadamente rugosas y pendientes moderadas	suroccidente de la zona urbana, zonas expansión, suelo industrial sur.	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.33. Ladera coluvial corta suave (Dlccos)

Laderas coluviales de longitudes menores a 200 metros, con pendientes principalmente entre el rango de 5° a 15°, casi uniformes a moderadamente rugosas, convexas a planas generalmente ubicadas en zonas de piedemonte o zonas intermedias de las vertientes, desarrollada sobre depósitos de vertiente y de flujos.

Tabla Ladera coluvial corta suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial corta suave	Ladera coluvial de aspecto casi uniforme a moderadamente rugosas, convexas y pendientes suaves	Zonas de expansión, Zona Industrial, los Cerezos, Centenario, Las Margaritas	No se presentan procesos activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.34. Ladera coluvial larga suave (Dlcls)

Laderas coluviales de longitud mayor a los 400 metros, pendientes entre los 5° y 15°, con índices de curvatura plano y rugosidad uniforme a casi uniforme. Asociadas principalmente a la unidad geomorfológica denominada Superficies suaves en depósitos moderadamente incisados (SSDMI) y a la unidad geológica denominada Depósitos de flujos de escombros y/o lodos. Se les encuentra ubicados en las márgenes occidentales del Rio Aburrá, en los barrios La Aguacatala, El Cano y el Pombal y La Salle y la zona de expansión contigua a estos.

Tabla 178. Ladera coluvial larga suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial larga suave	Laderas coluviales de longitud larga, rugosidad uniforme, curvatura plana	en los barrios La Aguacatala, El Cano y el Pombal y La Salle y la	Presenta procesos de remoción en masa,

	y pendientes entre 5° y 15°	zona de expansión contigua a estos.	rotaciones y traslacionales activos e inactivos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.35. Ladera coluvial media suave (Dlcms)

Laderas de longitud entre los 200 y 400 metros, pendientes entre los 5° y 15°, de aspecto uniforme a casi uniforme e índice de curvatura de aspecto plana, predominantemente. Desarrolladas sobre depósitos de vertiente y distribuidas en múltiples zonas del suelo urbano.

Tabla 179. Ladera coluvial media suave

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera coluvial media suave	Laderas coluviales uniformes a casi uniformes y pendientes entre 5° y 15°	Mandalay, Zonas de expansión	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.36. Ladera denudacional corta empinada (Dldcem)

Ladera denudacional con vertientes cortas, del orden de 200 metros de longitud o menores. Estas vertientes presentan pendientes de tipo empinado, es decir, en el rango de 30° a 45° de inclinación. Presenta un índice de curvatura predominantemente convexo con presencia de altos índices de rugosidad en el terreno. El patrón de drenaje es de espina de pescado. Este elemento geomorfológico se asocia con las rocas del Miembro Volcánico (KvQG) y los Esquistos de Caldas PZeC y con la unidad geomorfológica de Lomos (L). Se les encuentra en las veredas de La Primavera y La Chuscala.

Tabla 180. Ladera denudacional corta empinada

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera denudacional corta empinada	Laderas con longitud menor a 200 m y pendientes de 30° a 45°. Índice de curvatura convexo y muy rugosas	Zonas de expansión	Se encuentran asociadas a estas procesos de remoción en masa activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.1.37. Ladera irregular corta (Dlnce)

Laderas cortas, del orden de 200 metros de longitud o menores, pendientes entre rango de 30° a 45° de inclinación. Presenta un índice de curvatura predominantemente variable de cóncavo y convexo, con presencia de altos índices de rugosidad en el terreno. Este elemento geomorfológico se asocia con las rocas del Miembro Volcánico (KvQG)

Tabla 181. Ladera denudacional corta

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Ladera denudacional corta empinada	Laderas con longitud menor a 200 m y pendientes de 30° a 45°. Índice de curvatura convexo y muy rugosas	La Planta, Villa Capri, LA Chuscala	No presenta procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Tabla 182. Áreas de las unidades geomorfológicas en suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.

Zona Urbana y de Expansión		
Elemento Geomorfológico	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Cauce activo	5,06	0,57%
Cono aluviotorrencial	47,38	5,31%
Conos aluviotorrenciales coalescentes	60,63	6,80%

Zona Urbana y de Expansión		
Elemento Geomorfológico	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Escarpe de erosión menor	0,39	0,04%
Geoforma antrópica	59,33	6,65%
Ladera coluvial cóncava empinada	0,73	0,08%
Ladera coluvial corta empinada	15,70	1,76%
Ladera coluvial corta moderada	28,12	3,15%
Ladera coluvial corta suave	13,60	1,53%
Ladera coluvial larga moderada	6,26	0,70%
Ladera coluvial larga suave	25,48	2,86%
Ladera coluvial media moderada	2,71	0,30%
Ladera coluvial media suave	22,11	2,48%
Ladera cóncava corta empinada	20,17	2,26%
Ladera cóncava corta moderada	1,90	0,21%
Ladera corta empinada en suelo residual	100,80	11,30%
Ladera corta escarpada en suelo residual	32,48	3,64%
Ladera corta moderada en suelo residual	83,40	9,35%
Ladera corta suave en suelo residual	2,71	0,30%
Ladera denudacional corta empinada	31,72	3,56%
Ladera irregular corta	2,67	0,30%
Ladera larga moderada en suelo residual	11,19	1,25%
Ladera media empinada en suelo residual	103,59	11,62%
Ladera media moderada en suelo residual	21,03	2,36%
Ladera media suave en suelo residual	18,39	2,06%
Llanura aluvial	31,33	3,51%
Lóbulo coluvial largo	19,17	2,15%
Lóbulo coluvial medio	38,23	4,29%
Planicie aluvial confinada	1,89	0,21%
Superficie coluvial corta moderada	0,07	0,01%
Superficie coluvial corta suave	3,13	0,35%
Superficie coluvial media suave	6,32	0,71%
Superficie corta suave con baja incisi ├┤ n	0,89	0,10%
Superficie media suave	1,51	0,17%
Superficie ondulada suave	7,56	0,85%
Terraza aluvial	7,73	0,87%
Topes estrechos moderados	7,90	0,89%
Topes estrechos suaves	48,49	5,44%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

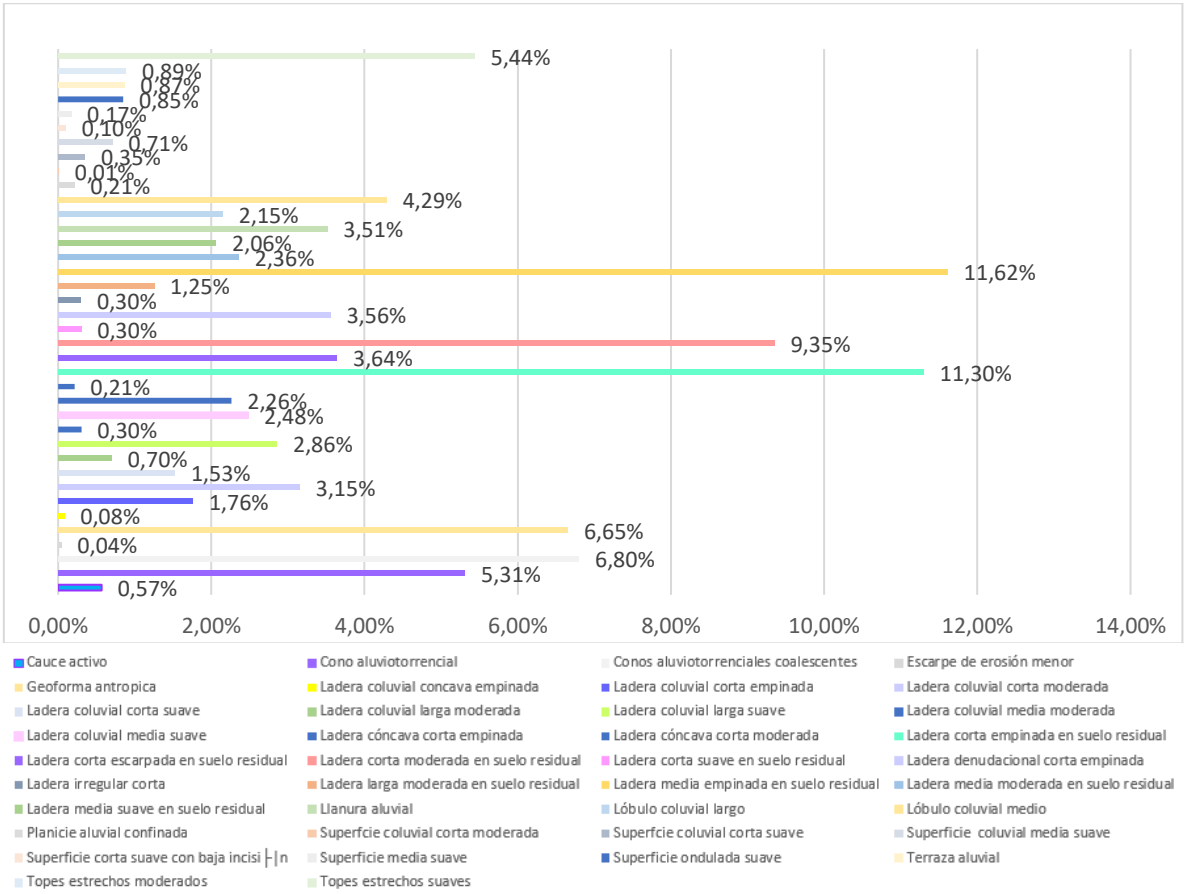


Gráfico 5. Distribución de unidades geomorfológicas en suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2. Geomorfología en suelo rural

En la Figura 30, se muestra las unidades geomorfológicas del municipio de Caldas en suelo rural; para la delimitación de estas unidades se utilizó el estudio de Microzonificación Sísmica (AMVA, 2006), las definiciones del SGC (2012), el Modelo de Elevación Digital y el reconocimiento de las geoformas en los recorridos de campo.

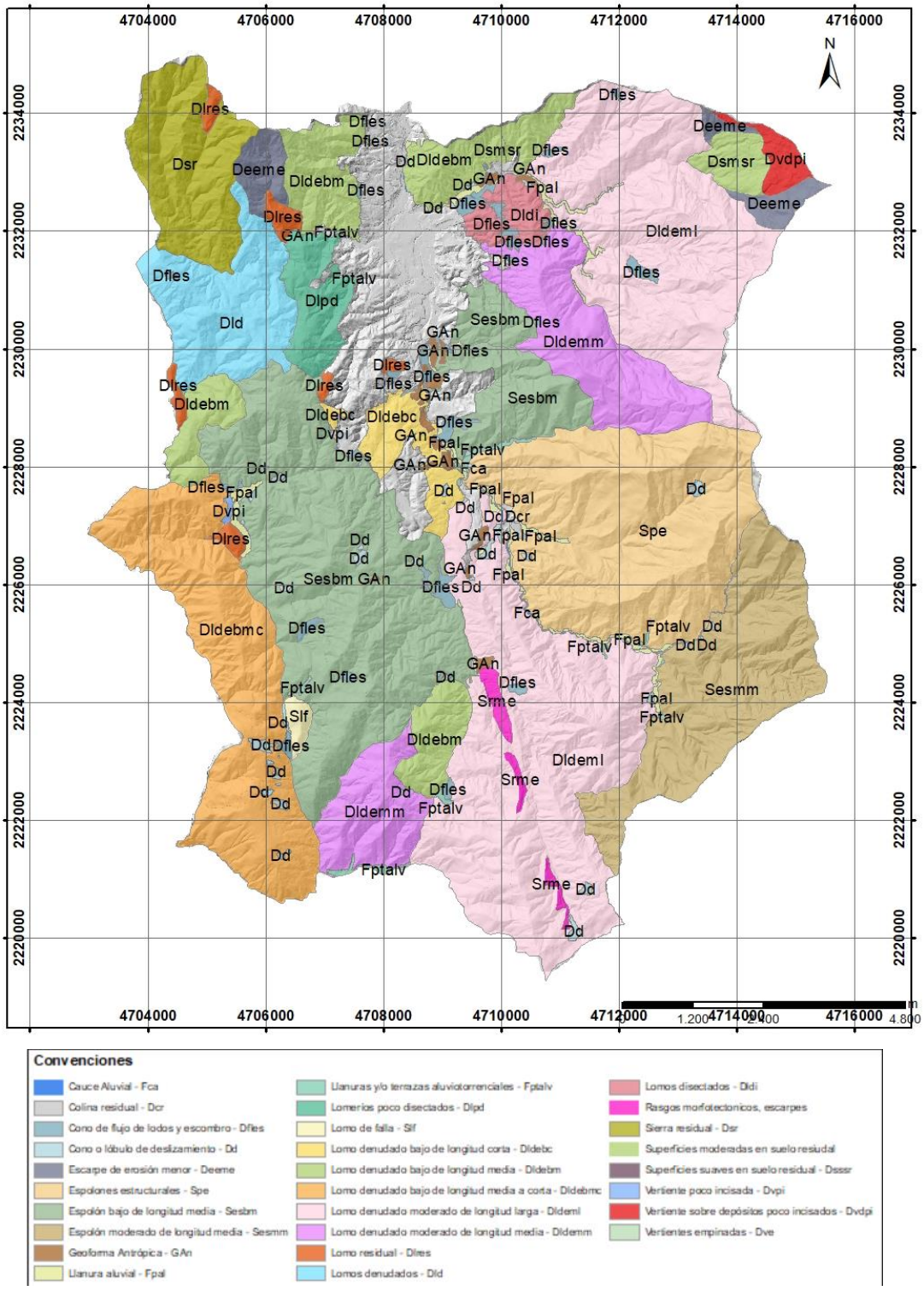


Figura 30. Mapa de unidades geomorfológicas en suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.1. Cauce aluvial (Fca)

Canal irregular excavado por la erosión del Río Aburrá, el cauce es rectilíneo en la parte alta y pasa a ser tipo meándrico, cruzando el suelo rural de sur a norte. Esta limitado en su parte alta por el alto de San Miguel, por rocas metamórficas de diferente grado de metamorfismo y en las partes bajas por materiales asociados a su dinámica aluvial.

Tabla 183. Cauce aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS

Cauce Aluvial	Cauce de tipo meándrico	A lo largo del cauce del Río Aburrá cruzando el municipio de Sur a Norte	No se evidencian procesos morfodinámicos en esta geoforma

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.2. Colina residual (Dcr)

Prominencia topográfica de unos 25m de altura con respecto al nivel base local, sobresaliendo con respecto a las unidades aluviales aledañas. Su origen está relacionado con procesos tectónicos y la acción conjunta de periodos de denudación y meteorización, se distinguen por el desarrollo de una red de drenaje con alto grado de disección en forma de V.

Tabla 184. Colina residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Colina residual	Geoforma alomada de unos 25m de altura con respecto al nivel base, sobresaliendo de las unidades adyacentes	Se localiza en la vereda La Clara	No se evidencian procesos morfodinámicos activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.3. Cono de flujo de lodos y escombro (Dfles)

Estructuras en forma de cono o lóbulo, localmente aterrazados de longitud variable de corta a muy larga, muy disectadas, que se presentan siguiendo localmente los drenajes fluviales, y su origen se asocia a transporte de materiales producto de la saturación del suelo. Estas unidades presentan una rugosidad uniforme y pendiente que varía entre 5-30°. Se encuentran a lo largo de toda la zona rural, en especial en las veredas Sinifaná y La Miel y en las desembocaduras de las quebradas a lo largo del río Aburrá. Los depósitos están conformados por una mezcla de materiales de tamaño fino (matriz) y grueso (bloques).

Tabla 185. Conos de flujos de lodo y escombros

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Conos de flujo de lodos y escombros	Conos de flujos de lodo y escombros, largos a muy largos, convexos, de pendientes suaves a ligeramente inclinadas. Moderadamente incisados	En la transición de las vertientes en sus partes altas hasta el fondo del valle	Se identifican procesos de socavación lateral de cauces

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.4. Cono o lóbulo de deslizamiento (Dclod)

Superficies en forma de lóbulos de morfología alomada baja, de longitud muy corta a corta, localmente escalonados y abiertos en su parte distal. Presentan una rugosidad irregular con vertientes suaves a moderadas. Se ubican principalmente en la parte media y baja de las vertientes en la zona sur del suelo rural y su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques, producto del desprendimiento del material en la parte alta como resultado de la saturación del suelo.

Tabla 186. Cono o lóbulo de deslizamiento

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS

Cono o lóbulo de deslizamiento	Conos de deslizamiento con longitudes muy cortas a cortas, con morfología plana a levemente inclinada. Moderadamente incisados	En la parte sur del suelo rural, principalmente en las veredas Sinifaná, Mani Del Cardal, La Clara, El 60 y Salda parte baja y alta. Esta unidad predomina en la parte media y baja de las vertientes	No se distinguen procesos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.5. Escarpe de erosión menor (Deeme)

Ladera abrupta de longitud media a larga, con forma convexa y eventualmente recta, con vertientes escarpadas a muy escarpadas, originado por fuertes procesos de erosión fluvial y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje.

Tabla 187. Escarpe de erosión menor

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Escarpe de erosión menor	Escarpe de longitud media a larga, convexa, con pendientes escarpadas. Laderas fuertemente incisadas	Se localiza en las veredas La Miel en su parte alta, La Valeria y el Cano	Se identifican procesos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.6. Espolón bajo de longitud media (Sesbm)

Estructura de morfología alomada, con una longitud del eje principal variable y una altura con respecto al drenaje de menos de 200m. Se encuentra dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general N-S de la región, desarrollados sobre rocas ígneas volcánicas y metamórficas que han sufrido procesos fuertes de meteorización. Están limitados por drenajes paralelos a subparalelos. Presentan laderas de longitudes variables, con pendientes que van desde suaves a empinadas dependiendo del grado de incisión.

Tabla 188. Espolón bajo de longitud media

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Espolón bajo de longitud media	Morfología alomada, irregular, cóncava a convexa, de pendientes empinadas a suaves. Fuertemente incisados	Se ubican en las veredas Primavera, La Corrala, Salinas, la Chuscala, Mani del Cardal y la Salada	Se identifican procesos de remoción en masa.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.7. Espolón moderado de longitud media (Sesmm)

Estructura de morfología alomada, con una longitud del eje principal de aproximadamente 700m, presenta una disposición perpendicular a la tendencia estructural general N-S de la región, desarrollado sobre rocas metamórficas altamente meteorizadas y limitados por drenajes paralelos a subparalelos. Tienen laderas de longitudes variables, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, producto de intensos procesos denudativos.

Tabla 189. Espolón moderado de longitud media

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS

Espolón moderado de longitud media	Morfología alomada, irregular, cóncava a convexa, de pendientes muy inclinadas a abruptas. Fuertemente incisados	Localizados en la parte sureste del municipio, en la vereda El 60	Se identifican procesos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.8. Espolones estructurales (Spe)

Esta unidad presenta una morfología alomada, con topes estrechos, de laderas longitudinales cortas. Tiene vertientes moderadas y empinadas, de forma cóncava y recta, pendiente con rangos entre 15-45°. Es una zona levemente incisada, se presentan depósitos de deslizamientos sobre esta geoforma y algunas cicatrices de procesos inactivos.

Tabla 190. Espolones estructurales

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Espolones estructurales	Espolón de morfología alomada, de laderas cortas, cóncavas, con vertientes moderadas y empinadas, y levemente incisadas	Margen derecha del río Aburrá, zona alta de la vereda La Clara	Se identifican procesos de movimientos en masa activos e inactivos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.9. Geoforma Antrópica (GAn)

Superficies artificiales construidas con material de relleno para acondicionar terrenos para desarrollos industriales, generando zonas planas amplias y taludes en sus partes superiores por cortes y bajas por llenos. Los depósitos desarrollados de forma técnica están conformados por gravas, bloques y arena bien compactados y con obras para manejo de aguas y estabilidad, sin embargo, se presentan llenos no técnicos con depósitos de todo tipo de materiales como de escombros y desechos de construcción, sin tratamientos.

Tabla 191. Planos y campos de llenos antrópicos

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Planos y campos de llenos antrópicos	Montículos de material antrópico acondicionado principalmente para su ocupación con bodegas, o depósitos de escombros y desechos de construcción	Se localizan a lo largo de la rivera del Río Aburrá, y los principales ejes viales del municipio	Deslizamientos internos de diverso tamaño

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 31. Botadero de material, localizado en la vereda La Quiebra.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.3.2.10. Llanura aluvial (Fpal)

Esta unidad involucra las riberas del río Aburrá y de algunos tributarios como las quebradas Santa Isabel y la Salada. Es una forma discontinua, de pendientes suaves y topografía plana; contiene materiales de tamaño fino producto de la sedimentación aportada por estas corrientes.

Tabla 192. Llanura aluvial

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Llanura aluvial	Llanura aluvial larga, recta plana, con una fuerte intervención antrópica	Se localiza en las zonas bajas y de pendientes suaves del municipio, y en confluencias con el río Aburrá; se asocia principalmente a depósitos del río y de algunas de sus quebradas tributarias como las quebradas Santa Isabel y la Salada localizadas hacia el sur	Se evidencian algunos procesos de socavación lateral por la corriente del río principalmente

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.11. Llanuras y/o terrazas aluviotorrenciales (Fptalv)

Superficies alargadas de morfología suave, y ondulada, con pendientes suaves hacia el cauce del río Aburrá, modelada a partir de sedimentos de origen aluviotorrencial, que se presentan a la desembocadura de las corrientes al valle, donde los cuerpos de diferentes quebradas se han unido dando lugar a una superficie continua de forma irregular.

Tabla 193. Llanuras y/o terrazas aluviotorrenciales

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Llanuras y/o terrazas aluviotorrenciales	Superficies de pendiente suave con inclinación hacia el cauce del río, poca incisión	Se localizan a lo a lo largo de las desembocaduras de las quebradas principales al río Aburrá, como son La Valeria, Salinas y La Chuscala, entre otras	Se observan procesos de socavación fluvial

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.12. Lomeríos poco disectados (Dldi)

Prominencias topográficas de morfología alomada, con topes amplios y redondeados, con vertientes moderadas, muy cortas a cortas, de formas cóncavas y rectas y de pendientes de rangos entre 15-30°, y

un índice de relieve muy bajo a bajo. Estos lomeríos están levemente incisados y se presentan pocos procesos erosivos.

Tabla 194. Lomeríos poco disectados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomeríos poco disectados	Lomos de topes amplios, moderadamente largos, convexos, de pendientes moderadas y levemente incisados	En la transición de las vertientes de la margen izquierda sector el Raizal	Se identifican movimientos en masa de tipo traslacional

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.13. Lomo de falla (Slf)

Prominencia topográfica de morfología alomada, pertenece al Miembro volcánico, su tope es de forma convexa y plana, y a su alrededor presenta vertientes casi uniformes cortas a muy cortas, empinadas con pendientes entre 30-45°. Esta geoforma está localizada a lo largo de la falla Silvia-Pijao, tiene poca incisión y son formadas por el efecto combinado del desplazamiento lateral.



Figura 32. Lomo de falla, localizado por la vereda Sinifaná.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Tabla 195. Lomo de falla

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomo de falla	Lomos de vertientes cortas, de tope convexo, vertientes uniformes y empinadas; poco incisados	En la parte sur del municipio, limitando con la Cantera de Piedra en vía Sinifaná	Se identifican procesos erosivos, en la parte superior se encuentran dos cicatrices de procesos inactivos y en la parte inferior se tienen depósitos de deslizamiento

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.14. Lomos denudados bajos de longitud corta (Dldecc)

Corresponde a lomos de poca longitud y poca altura con respecto al drenaje principal, presentan una tendencia SW-NE. Sus topes son agudos y tienen vertientes cortas a moderadas, con pendientes moderadas a altas y fondo estrecho, sus cabeceras se presentan en forma de escarpes semicirculares.

Tabla 196. Lomos denudados bajos de longitud corta

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados bajos de longitud corta	Lomos cortos, de pendiente media a alta, moderada a fuertemente incisada, con fondos estrechos	Se localizan principalmente en la vereda la Chuscala	Se encuentran asociadas a estas formas procesos de erosión fluvial y algunos movimientos en masa a lo largo de las corrientes

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.15. Lomos denudados bajos de longitud media (Dldebm)

Son lomos bajos de longitud moderada no tienen una tendencia de orientación preferencial y sus topes son estrechos a moderados, con incisión fuerte a moderada y pendiente longitudinal moderada.

Tabla 197. Lomos denudados bajos de longitud media

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados bajos de longitud media	Lomos bajos, medios, con forma cóncava a irregular, de pendientes moderada a fuertemente inclinadas	En la vertiente occidental del municipio, en las veredas La Aguacatala y La Valeria, además de presentarse en algunas zonas de expansión	Se identifican pocos procesos, principalmente deslizamientos de escala variable

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.16. Lomos denudados bajos de longitud media a corta (Dldebmc)

Son lomos de longitud media a corta, con un índice de relieve bajo y variaciones en el grado de incisión. La parte superior tiene formas agudas levemente onduladas, con vertientes moderadamente uniformes. En su mayoría son empinadas con pendientes entre 30-45°, sin embargo, se presentan al sur, vertientes suaves las cuales, están asociadas a explanaciones para construcción. Presenta varios procesos denudacionales, entre ellos depósitos de vertientes derivados del Stock de Amagá.

Tabla 198. Lomos denudados bajos de longitud media a corta

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados bajos de longitud media a corta	Lomos medianos a cortos de topes agudos de relieve bajo, levemente empinados, incisión moderada a alta	En la vertiente occidental al sur del municipio	Se distinguen procesos de remoción en masa principalmente y varias cicatrices de procesos inactivos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.3.2.17. Lomos denudados moderados de longitud larga (Dldeml)

Son filos alargados de longitud de más de un kilómetro de largo, con vertientes moderadas de pendientes con rangos entre 15-30°, los topes presentan diferentes formas dependiendo del grado de incisión que se presentan a partir los drenajes, tales como las quebradas La Miel, La Salada, la Lamina, entre otras.

Tabla 199. Lomos denudados moderados de longitud larga.

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados moderados de longitud larga	Lomos alargados de topes agudos largos de relieve complejo, fuertemente inclinados a escarpados, incisión moderada a alta	En ambas vertientes del municipio, es la unidad de mayor extensión, dominado la parte media y alta de las vertientes	Se distinguen procesos de remoción en masa principalmente (depósitos de deslizamiento)

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 33. Lomos denudados moderados de longitud larga, cuenca alta de la vereda La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.18. Lomos denudados moderados de longitud media (Dldemm)

Son filos alargados de longitud media alrededor de 600 metros, presenta variaciones en el grado de incisión de la geoforma, además tiene vertientes con pendientes moderadas a empinadas.

Tabla 200. Lomos denudados moderados de longitud media

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados moderados de longitud media	Lomos alargados de topes agudos medianamente largos, y levemente incisados	La Corrala hace parte de esta geoforma, ubicada en la margen derecha del municipio	No se presentan procesos activos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.19. Lomo residual (Dlres)

Superficies de terreno con cimas redondeadas y alargadas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma convexa a recta y pendiente moderada a abrupta, con índice de relieve bajo a moderado. Estas geoformas son originadas por procesos tectónicos o por periodos de denudación cuya configuración se halla estrechamente ligada a los factores litológicos locales. Estas se encuentran principalmente a lo largo de la margen izquierda del Municipio, asociadas a el Miembro volcánico y al Stock de Amagá, en los cuales se observan suelos residuales de espesor superior a 5 m.

Tabla 201. Lomo residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomo residual	Lomo en suelo residual moderadamente amplio y alargado, con pendiente fuertemente inclinada	Se localizan principalmente en la vereda Salinas y en la vertiente occidental de la quebrada Piedrahita	Se encuentran asociadas a estas formas procesos de erosión laminar y algunos movimientos en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 34. Lomos en suelo residual, Cuenca de la quebrada La Corrala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.3.2.20. Lomos denudados (Dld)

Presenta una morfología alomada y elongada, con unas laderas cortas a muy cortas, convexas, con pendientes moderadas, con topes irregulares, incisión moderada y relieve irregular. En la parte media y baja presenta depósitos, los cuales están constituidos por suelos residuales del Miembro volcánico.

Tabla 202. Lomos denudados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos denudados	Vertiente en suelo residual muy larga, de relieve irregular, moderadamente incisada, de pendiente ligeramente inclinada	Se localiza sobre la vertiente oeste del municipio, conformando un área amplia que va de oeste a este	Se presentan deslizamientos recientes y antiguos en menor proporción

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.3.2.21. Lomos disectados (Dldi)

Son geoformas de morfología alomada con cimas levemente redondas de formas convexas y amplias, con un índice de relieve bajo. Presenta laderas uniformes, moderadas y empinadas, con un rango de pendientes entre 15-45°, además de dimensiones de hasta 300 metros de largo. Esta zona está levemente disectada, y sobre esta subyacen algunos depósitos de flujos de escombros y/o lodos.

Tabla 203. Lomos disectados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Lomos disectados	Zona de vertiente moderadamente larga, uniforme y convexa, levemente disectada, de	En la margen izquierda de la quebrada La Miel, en límites entre La Miel y la Corrala	Se observaron procesos de remoción en masa

	pendiente moderada e inclinada		

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.22. Sierra residual (Dsr)

Presenta una morfología montañosa y elongada de laderas largas, muy disectadas, convexa y tiene una rugosidad moderadamente uniforme. Presenta unas vertientes empinadas con pendientes entre 30-45°, su origen está relacionado con los procesos de meteorización intensa en el Miembro volcánico.

Tabla 204. Sierra Residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Sierra residual	Sierra residual de hasta 4 kilómetros de largo, con vertientes convexas, de pendientes empinadas, muy disectadas	Conforma la parte superior de la Vereda la Valeria	Se identifican varios procesos de movimientos en masa inactivos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.23. Vertiente sobre depósitos poco incisados (Dvdpi)

Ladera de longitud moderada a larga, de forma cóncava, poco disectada, tienen una rugosidad casi uniforme y vertientes con pendientes suaves a muy suaves, originadas por la acumulación de material transportado. Se localizan en la parte alta de la vereda La Miel (Figura 35).

Tabla 205. Vertiente sobre depósitos poco incisados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Vertiente sobre depósitos poco incisados	Vertientes moderadas a largas, cóncavas, de pendientes suaves a muy suaves, poco incisados	En la parte alta de la vereda La Miel, por la vía que comunica envigado con el alto de Minas	No se identifican procesos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)



Figura 35. Vertiente sobre depósitos poco incisados, localizados en la parte alta de la Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.24. Rasgos Morfotectónicos, Escarpes (Srme)

Corresponde a superficies de pendiente alta a escarpada, de disposición planar y forma triangular, que se desarrollan sobre la secuencia de meteorización del volcánico de Quebradagrande, y se encuentran en cercanías al Alto de minas.

Tabla 206. Rasgos Morfotectónicos, escarpes

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Rasgos Morfotectónicos, escarpes	Vertientes altas a escarpadas poco incisados, rectas	En cercanías al Alto de Minas	No se identifican procesos de remoción en masa

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.25. Superficies moderadas en suelo residual

Corresponde a superficies desarrolladas sobre suelo residual de esquisto y anfibolitas, de disposición irregular, incisión moderada por drenajes lineales, están en la parte media y alta de la Miel, estas últimas sujetas a desarrollo urbanístico.

Tabla 207. Rasgos Morfotectónicos, escarpes

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficies moderadas en suelo resiudal	Vertientes suaves, a moderadas, irregulares incisión moderada	Sector de la Miel, parte media y parte alta	Algunos deslizamientos traslacionales pequeños

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.26. Superficies suaves en suelo residual

Corresponde a superficies de pendiente baja, cortas, desarrollada sobre suelos derivados de Anfibolita, no disectados y de disposición convexa, ubicados en el sector de La Miel.

Tabla 208. Superficies suaves en suelo residual

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Superficies moderadas en suelo residual	Superficie suave, pendiente baja, forma convexa, no incisada	La Miel, en cercanías al centro poblado	Sin procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.27. Vertientes sobre depósitos poco incisados

Corresponde a superficies alargadas, de pendiente superficies desarrolladas sobre depósitos de pendiente moderada a baja, con incisión baja, de forma irregular, ubicados en la parte alta de La Miel (La Catedral)

Tabla 209. Vertientes sobre depósitos poco incisados

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Vertientes sobre depósitos poco incisados	Alargadas de Pendiente suave, irregulares, poco incisadas,	parte alta de La Miel (La Catedral)	Sin procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.3.2.28 Vertientes empinadas

Corresponde a superficies de pendiente muy alta, cortas, no incisadas desarrollada sobre suelos derivados de Anfibolita}, y de disposición convexa, ubicados en el sector de La Miel.

Tabla 210. Vertientes empinadas

UNIDAD	FORMAS DEL TERRENO	LOCALIZACIÓN	PROCESOS
Vertientes empinadas	Superficie suave, pendiente alta, forma convexa, no incisada	La Miel, en cercanías al centro poblado	Sin procesos morfodinámicos

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Tabla 211. Áreas de las unidades geomorfológicas en suelo rural del municipio de Caldas.

Zona Rural		
Unidad Geomorfológica	**Área (Hectáreas)**	**Porcentaje**
Cauce Aluvial	10,9	0,1%
Colina residual	4,1	0,0%
Cono de flujo de lodos y escombro	130,9	1,1%
Cono o lóbulo de deslizamiento	65,8	0,5%
Escarpe de erosión menor	174,9	1,4%
Espolón bajo de longitud media	2.076,1	16,9%
Espolón moderado de longitud media	881,4	7,2%
Espolones estructurales	1.367,2	11,1%
Geoforma Antrópica	56,7	0,5%
Llanura aluvial	111,7	0,9%
Llanuras y/o terrazas aluviotorrenciales	33,7	0,3%
Lomeríos poco disectados	201,3	1,6%
Lomo de falla	32,2	0,3%
Lomo denudado bajo de longitud corta	179,7	1,5%
Lomo denudado bajo de longitud media	713,3	5,8%
Lomo denudado bajo de longitud media a corta	1.040,8	8,5%
Lomo denudado moderado de longitud larga	2.922,3	23,8%
Lomo denudado moderado de longitud media	825,0	6,7%
Lomo residual	101,6	0,8%
Lomos denudados	494,8	4,0%
Lomos disectados	114,8	0,9%
Rasgos morfotectónicos, escarpes	52,6	0,4%
Sierra residual	498,3	4,1%
Superficies moderadas en suelo residual	111,5	0,9%
Superficies suaves en suelo residual	0,0	0,0%
Vertiente poco incisada	5,2	0,0%
Vertiente sobre depósitos poco incisados	69,9	0,6%
Vertientes empinadas	0,0	0,0%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

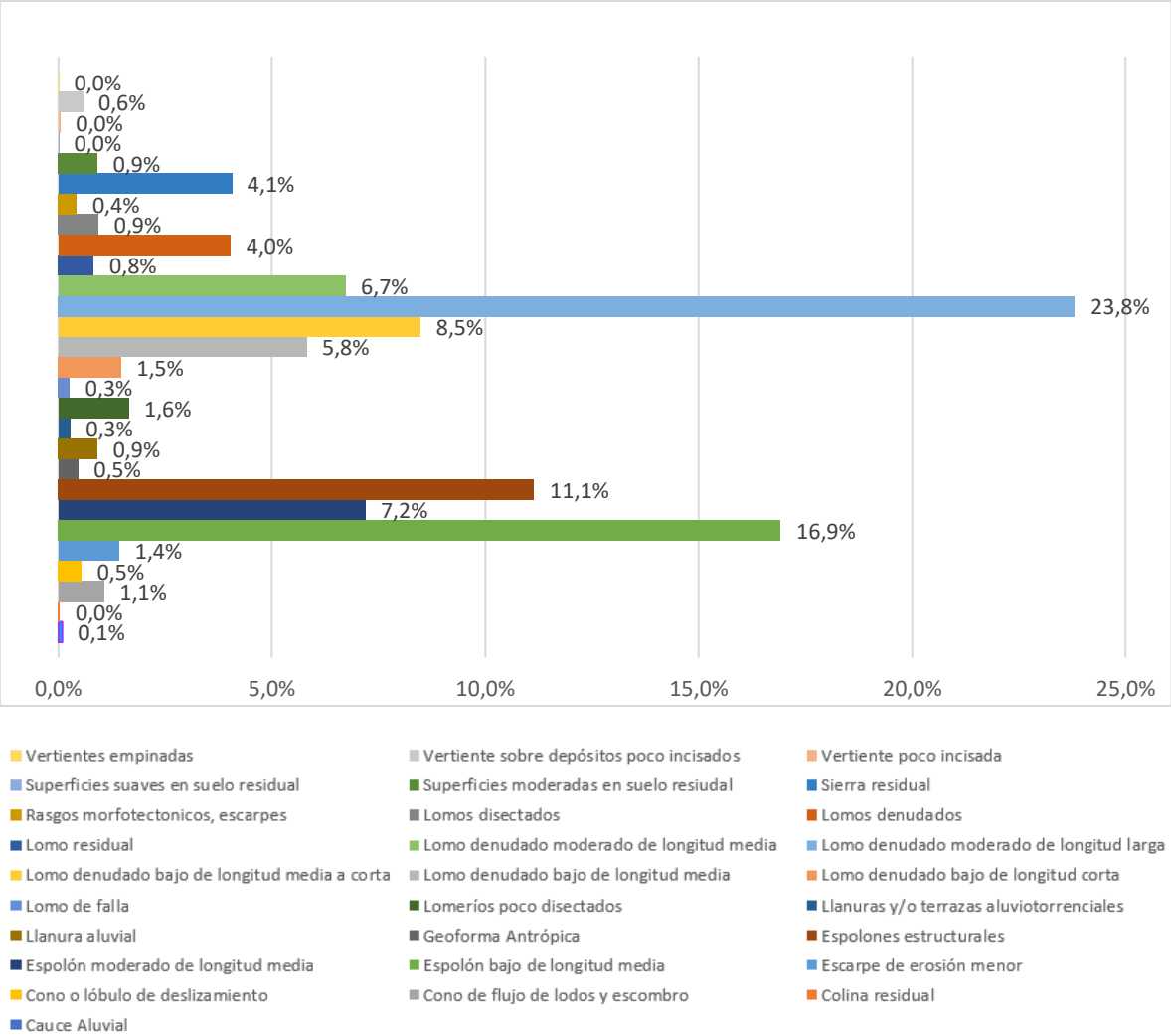


Gráfico 6. Distribución de unidades geomorfológicas en suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.4. Zonificación de amenazas en el suelo urbano y de expansión urbana

A partir de los resultados de los estudios básico, se presenta a continuación el desarrollo de la zonificación de amenazas para los diferentes eventos en análisis, como son, movimiento en masa, inundaciones y avenidas torrenciales.

2.14.4.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La zonificación de amenaza por movimiento en masa para la zona Urbana y de expansión urbana del municipio se trabajó a una escala 1:2000 y fue realizado a partir de los softwares Scoops 3D y TRIGRS + FOSM como se explicó en el capítulo 3.1. De las modelaciones resultaron en total seis mapas: el primero corresponde al mapa de probabilidad de falla de tipo planar desarrollado en TRIGRS + FOSM (Figura 36); los cuatro mapas arrojados por Scoops (Figura 37 y Figura 38) para los diferentes escenarios planteados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y finalmente, uno que corresponde al mapa final d e amenaza por movimiento en masa para suelo urbano (Figura 39) en donde se combinaron los mapas de TRIGRS + FOSM y el de Scoops 3D.

Es necesario recordar que el mapa de amenaza de movimiento en masa de tipo rotacional modelado en Scoops 3D que se escogió para combinarlo con el de TRIGRS + FOSM, es el generado con un nivel freático de 5 m y sin evento de sismo, esto debido a que un análisis comparativo de los mapas de amenaza con

Scoops3D con respecto a los obtenidos con TRIGRS y FOSM, presentan una mayor consistencia para el escenario 1. Este se selecciona y se constituye junto con el de amenaza de movimientos en masa planares de modo que la superposición de ambos se calcula seleccionando la peor condición de amenaza en sus clasificaciones de alta, media y baja.

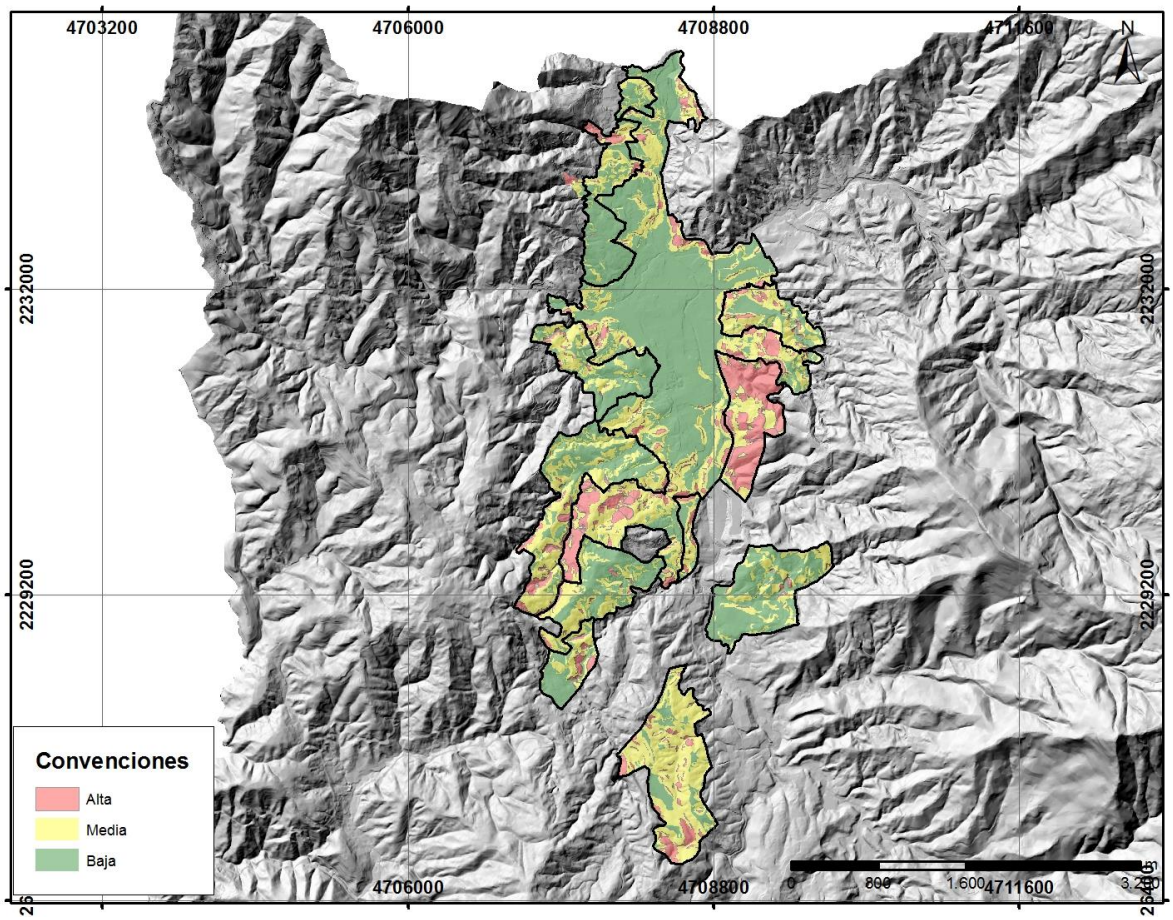


Figura 36. Amenaza de movimientos en masa con falla planar en suelos urbanos y de expansión.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

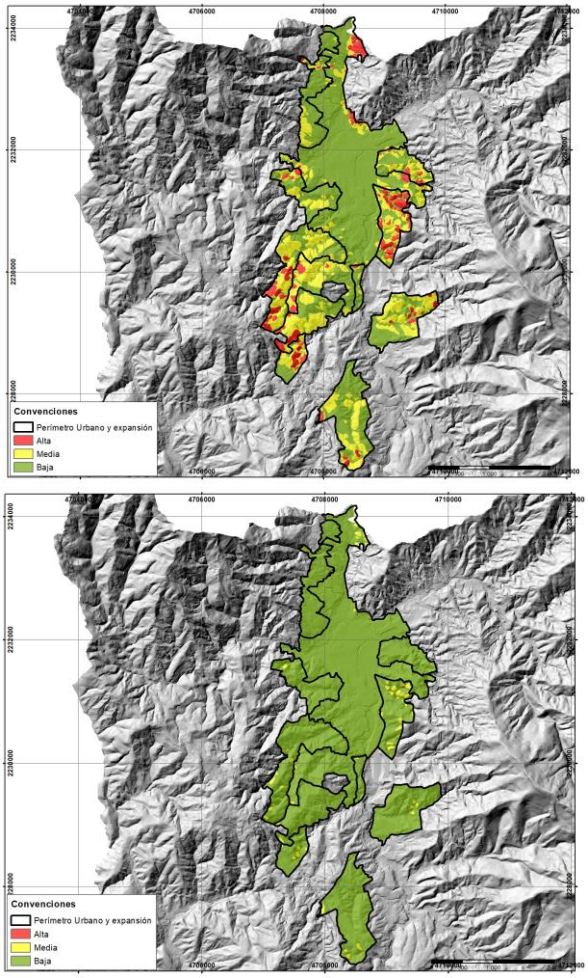


Figura 37. Amenaza de movimientos en masa de tipo rotacional en suelo urbano y de expansión en escenarios: (a) Escenario 1; (b) Escenario 2.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

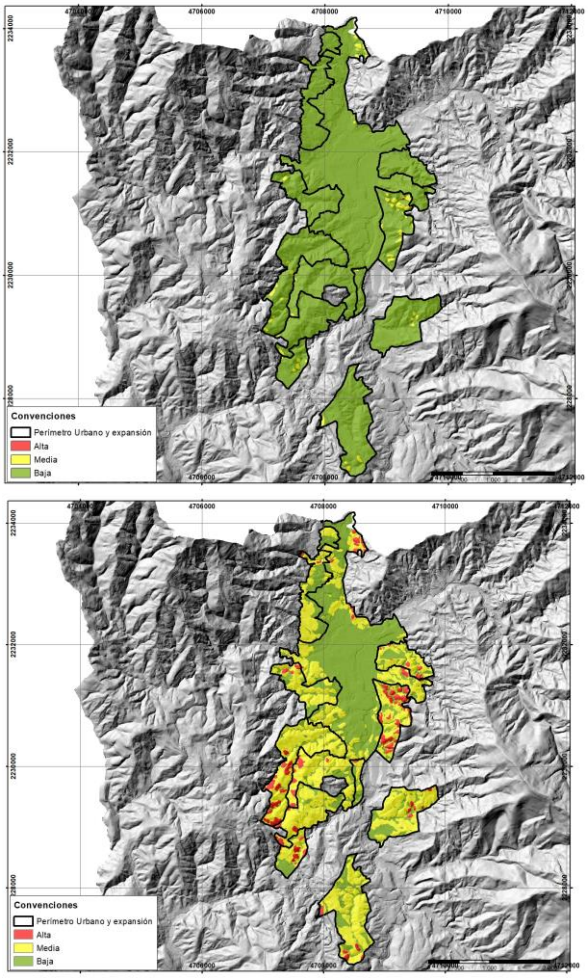


Figura 38. Amenaza de movimientos en masa de tipo rotacional en suelo urbano y de expansión en escenarios: (c) Escenario 3; (d) Escenario 4.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

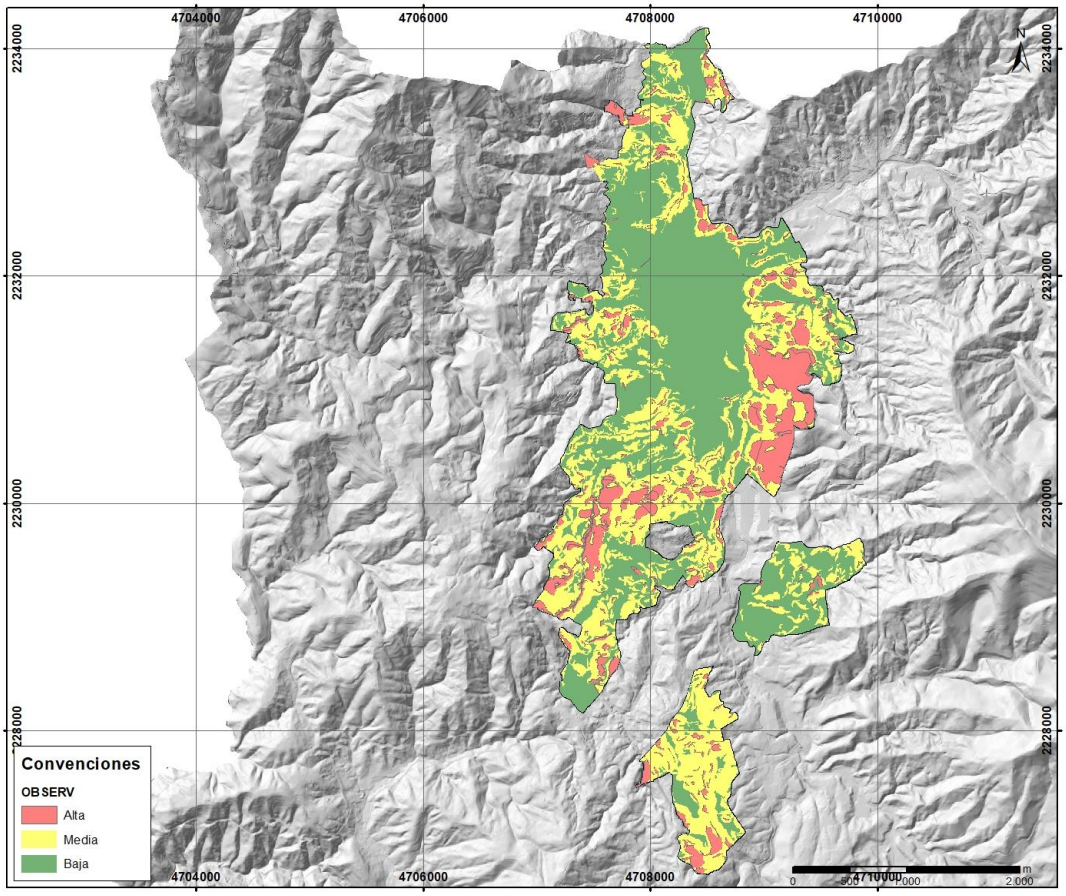


Figura 39. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el municipio de Caldas: para suelo urbano y de expansión.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

El área total del suelo urbano y de expansión, además del porcentaje que representa cada clasificación de la amenaza se resume en la Tabla 212 y en el Gráfico 7.

Tabla 212. Área en Ha de amenaza por movimiento en masa para suelo urbano y de expansión en el municipio de Caldas.

Clasificación	Área (HA)	Porcentaje
Alta	136,46	15,3%
Media	328,56	36,7%
Baja	429,41	48,0%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

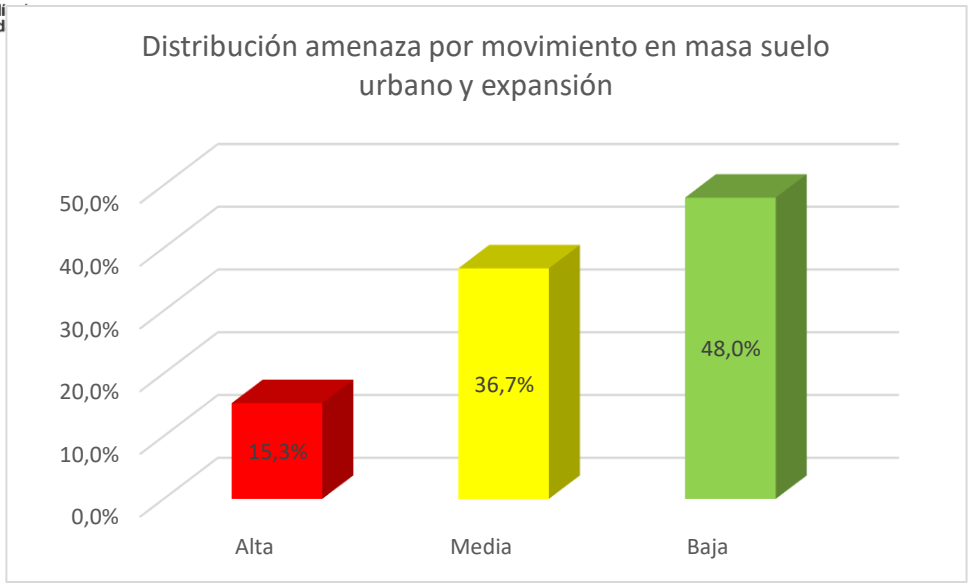


Gráfico 7. Histograma para la distribución porcentual de amenaza por movimiento en masa para suelo urbano y suelo urbano de expansión.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.4.1.1. Amenaza Alta

Las áreas clasificadas de amenaza alta en la zona urbana y de expansión del municipio de Caldas, se caracterizan por ser zonas empinadas, con inclinaciones superiores a 30°. La mayor parte de estas zonas no se encuentran urbanizadas, sin embargo, las comunidades aledañas, que se ubican ladera abajo, se encuentran en riesgo por deslizamientos.

Áreas clasificadas de amenaza alta se localizan al sur en los barrios La planta, Villacapari y la Chuscala, las cuales se ubican sobre suelos residuales de composición limo- arcillosa del miembro Volcánico, alcanzando 2.5 m de profundidad. Estas son zonas de deslizamientos activos, caracterizándose por fallas profundas, que se desencadenan por cortes en los taludes, lluvia y sismos. Otras zonas clasificadas de amenaza alta, se encuentran en el sur oriente, en los barrios Viticua, La Corrala y El Hoyo, donde la mayoría de sus laderas presentar pendientes moderadas a empinadas, producto de los cortes realizados para las vías y la fuerte incisión de los drenajes; estos barrios se ubican sobre la unidad geológica de los esquistos de Caldas, los cuales se caracterizan por un perfil de meteorización de grado V, presentando una composición limo arcillosa con un espesor de alrededor de 5 m. Algunas urbanizaciones de estos barrios se encuentran sobre las laderas que están bajo condición de riesgo, las cuales deben ser intervenidas mediante medidas de prevención y mitigación.

Hacia la parte norte, se encuentran los barrios Aguacatala, El Cano, El Pombal, Bellavista y Buena Esperanza, los cuales se encuentran desarrollados sobre depósitos de flujo de lodo y escombro. Estos se caracterizan por presentar matriz limo arcillosa de color amarrillo, con baja compactación, y los cuales son susceptibles en las vertientes de alta inclinación a movimientos en masa. En esta zona, se encuentran edificaciones en condición de riesgo, debido a su ubicación en estas laderas ya mencionadas, y a factores como la precipitación, sismos, las actividades humanas, y el mal manejo de aguas superficiales. Estos deslizamientos pueden presentar una superficie de falla tanto planar como profunda de acuerdo con el límite del depósito y la roca, y al no encontrarse el nivel freático, en eventos de alta pluviosidad cuando el material se satura tiende a presentar una mayor densidad, generando una superficie de falla más profunda.

En las zonas de expansión en la parte sur del municipio, se presentan laderas fuertemente incisadas con pendientes empinadas, compuestas de suelos residuales de composición limo-arenosa pertenecientes al miembro Volcánico. Se caracterizan por presentar fallas profundas, en el contacto suelo roca y se

encuentran clasificadas en amenaza alta, en donde se han evidenciado deslizamientos de tipo traslacional y rotacional de estado activo.

2.14.4.1.2. Amenaza Media

Las zonas clasificadas de amenaza media representan la mayor parte del suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas, cubriendo un 36,7%. Estas zonas se caracterizan por presentar materiales finos-granulares sueltos de tamaño arena, limo y arcilla, y corresponden a zonas con pendientes entre 15-30°, ubicadas en las partes medias de las laderas. Barrios clasificados en amenaza media se localizan en La Chuscala, Viticua, La Corrala y El Hoyo.

La mayor parte de las zonas de expansión se encuentran clasificadas en amenaza media sobre suelos residuales del miembro Volcánico, siendo materiales de tamaño fino que son susceptibles a procesos de erosión. Estas zonas deben manejarse con precaución, debido a que son áreas que a largo plazo pueden convertirse en zonas de amenaza alta.

2.14.4.1.3. Amenaza Baja

Las zonas clasificadas de amenaza baja por movimientos en masa están representados en la zona urbana casi en su totalidad por los barrios aledaños al río Aburrá, en donde las pendientes son de carácter suavizada a plana, correspondientes a las unidades geológicas de los depósitos aluviales y aluviotorrenciales. Los materiales que conforman a estas unidades corresponden a materiales de tamaño fino como arenas y arcillas para los aluviales y de tamaño bloque para los torrenciales. En general estas son zonas estables con pendientes entre 5-15° que no presentarían problemas de estabilidad frente a eventos sísmicos o de fuertes lluvias.

2.14.4.2. Zonificación de amenaza por inundación

Para la zona urbana se definió la zonificación de la amenaza por inundación teniendo en cuenta la modelación hidráulica de las quebradas La Valeria, La Miel, Mandalay, La Raya, El Cano, La Rápida, La Salada, La Aguacatala, La Corralita y el río Aburrá en contraste con el levantamiento geomorfológico de detalle, el análisis de suficiencia hidráulica y con el registro histórico de eventos.

Las zonas bajas de la parte urbana, conformada por las terrazas y llanura de inundación del río Aburrá, son las más susceptibles a los eventos de inundación por crecientes del río Aburrá. Ejemplos de estas zonas, se observan en las inmediaciones del barrio La Inmaculada, donde en épocas de fuertes lluvias, han generado episodios de desbordamiento, afectando a las viviendas que se encuentran en la parte baja del río Aburrá y taponando los canales donde se descargan las aguas de origen pluvial.

También existe la amenaza de inundación en inmediaciones los sectores de La Raya y Mandalay por crecientes súbitas de la Quebradas del mismo nombre; que han generado amplias afectaciones en viviendas y vías aledañas.

Es importante anotar que la intervención antrópica en las orillas del Río Aburrá por las actividades urbanas e industriales, tales como el estrangulamiento del cauce máximo y construcciones de jarillones y diques, es una variable que provoca un aumento en la susceptibilidad por inundación en las llanuras aluviales.

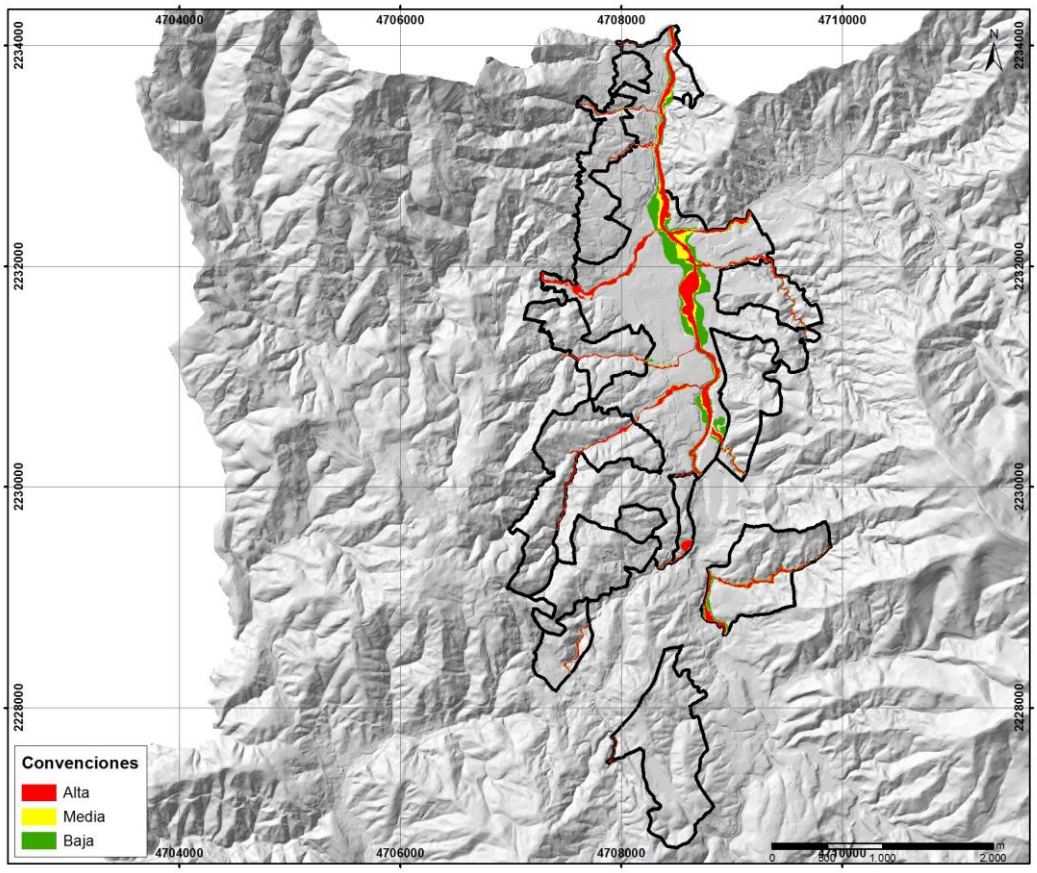


Figura 40. Mapa de amenaza por inundación para suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

La distribución de la amenaza por este evento en suelo urbano, muestra como la mayoría de este no tiene amenaza, 91.47%, equivalentes a 818.1 hectáreas, el 4.48% tiene amenaza alta, equivalente a 40 hectáreas, sólo el 1.29% tiene amenaza media, 11.2 hectáreas y el 2.79% tiene amenaza baja, equivalente a 25 hectáreas. Al hacer un análisis por los barrios se observa que los barrios más afectados son Tres Aguas, La Inmaculada, Olaya Herrera, La playita y Juan XXIII, los cuales tienen altos porcentajes de su territorio en amenaza, destacándose Olaya Herrera y La Inmaculada con más del 80% en alguna de las tres categorías de amenaza, y al analizar respecto a la categoría de amenaza alta, se destacan, la Playita, La Inmaculada y Tres Aguas, con el 45.6%, 33% y 24.5% respectivamente.

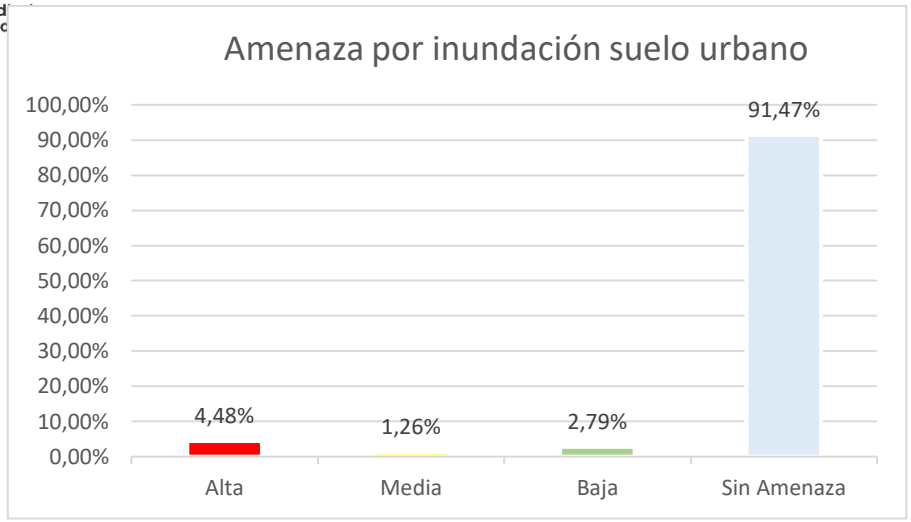


Figura 41. Distribución amenaza por inundación suelo urbano
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.4.3. Zonificación de amenaza por avenida torrencial

Para el análisis de la amenaza por este tipo de eventos, se decidió realizar la modelación de toda la red de drenaje del municipio, dado el amplio registro que se tiene de este tipo de eventos, tanto de forma documental, como evidencias geomorfológicas, donde el producto de la modelación fue complementado con la extensión geomorfológica de los eventos torrenciales generando la envolvente que combina ambos criterios.

En esta zona se destacan las quebradas Mandalay y La Raya, las cuales han tenido eventos torrenciales en los últimos 15 años, generando amplia afectación sobre las comunidades aledañas, y la quebrada La Valeria, la cual tiene una amplia expresión geomorfológica con terrazas aluviotorrenciales sobre las cuales se desarrolla gran parte del centro urbano del municipio, incluyendo el parque, y el CAM entre otras muchas obras y equipamientos de relevancia.

Otra de las zonas relevantes se encuentra asociado a la quebrada La Corrala, la cual en sus inmediaciones con el río Aburrá, presenta un cauce estrecho, debido a la constante urbanización de la zona. En sector se han presentado eventos torrenciales, reflejados en las evidencias geomorfológicas, que eventos de gran energía pueden ocasionar daños a la infraestructura local.

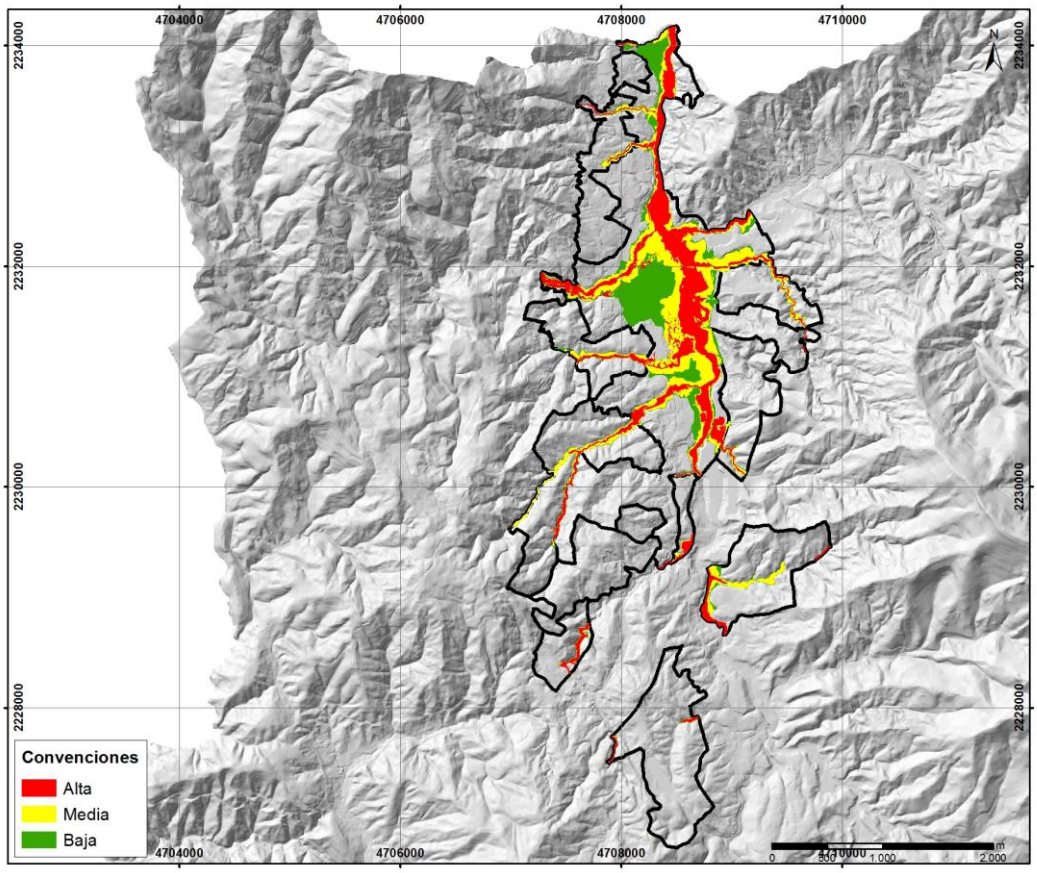


Figura 42. Mapa de amenaza por avenida torrencial para suelo urbano y de expansión del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

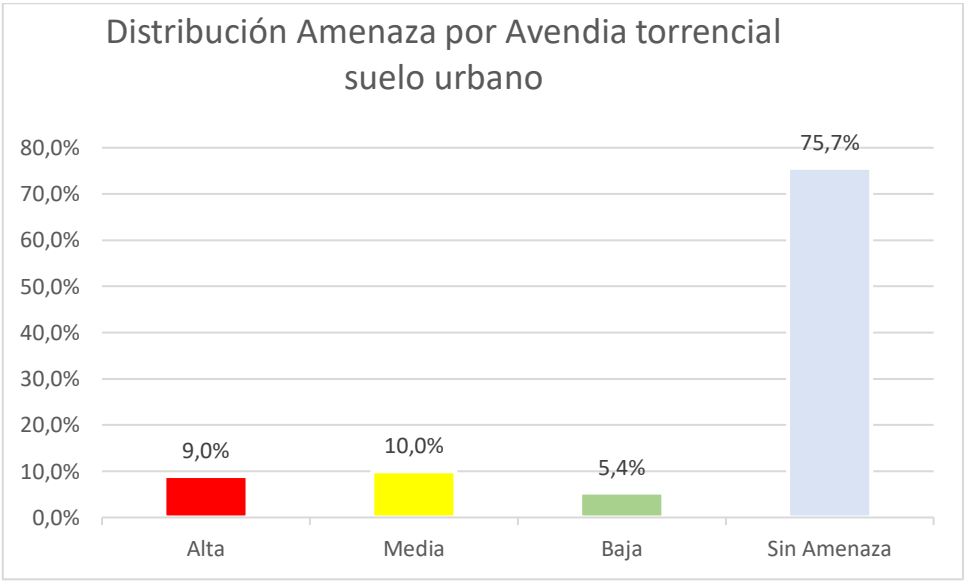


Figura 43. Distribución amenaza por avenida torrencial suelo urbano
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

La distribución de la amenaza por este evento en suelo urbano muestra como la mayoría de este no tiene amenaza, 75.7%, equivalentes a 690.1 hectáreas, el 9.0& tiene amenaza alta, equivalente a 82 hectáreas, el 10 % tiene amenaza media, y el 5,4% tiene amenaza baja. Al hacer un análisis por los barrios se observa que los barrios más afectados son La Playita, Olaya Herrera, Juan XXIII y Felipe Echevarría, tiene nel 100%

en categoría de amenaza, mientras otros como La Inmaculada, zona centro y La Acuarela tienen más de 95% en amenaza por este evento. Al analizar respecto a la categoría de amenaza alta, se destacan, La Inmaculada y Juan XXIII, Felipe Echevarría Olaya Herrera y la Playita, todo con más del 60% de su territorio en esta categoría.

2.14.5. Zonificación de amenazas en el suelo rural

A continuación, se presentan los resultados de los estudios básicos, los cuales hacen parte integral del presente proceso, de la zonificación de amenazas para los diferentes eventos: movimiento en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en el suelo rural.

2.14.5.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa en el suelo rural

El mapa de amenaza por movimientos en masa del municipio Caldas para el suelo rural se trabajó a una escala 1:10000 y fue realizado a partir de los softwares ya mencionados (Scoops 3D y TRIGRS + FOSM). De la misma manera que la modelación en la zona urbana y de expansión, se obtuvieron un total de seis mapas: el primero corresponde al mapa de probabilidad de falla de tipo planar desarrollado en TRIGRS + FOSM (Figura 44); los cuatro mapas arrojados por Scoops (Figura 45 y Figura 46) para los diferentes escenarios planteados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y finalmente, uno que c orresponde al mapa final de amenaza por movimiento en masa para suelo rural (Figura 47) en donde se combinaron los mapas de TRIGRS + FOSM y el de Scoops 3D.

Es necesario recordar que el mapa de amenaza de movimiento en masa de tipo rotacional modelado en Scoops 3D que se escogió para combinarlo con el de TRIGRS + FOSM, es el generado con un nivel freático de 5 m y sin evento de sismo, esto debido a que un análisis comparativo de los mapas de amenaza con Scoops3D con respecto a los obtenidos con TRIGRS y FOSM, presentan una mayor consistencia para el escenario 1. Este se selecciona y se constituye junto con el de amenaza de movimientos en masa planares de modo que la superposición de ambos se calcula seleccionando la peor condición de amenaza en sus clasificaciones de alta, media y baja.

Los resultados obtenidos en este mapa asociados a la amenaza por movimientos en masa permiten identificar las características de varios factores de la zona de estudio por medio de la integración de las variables que inciden en la ocurrencia, tanto actual como a futuro de los posibles procesos de inestabilidad del terreno, considerando los procesos detonantes del área.

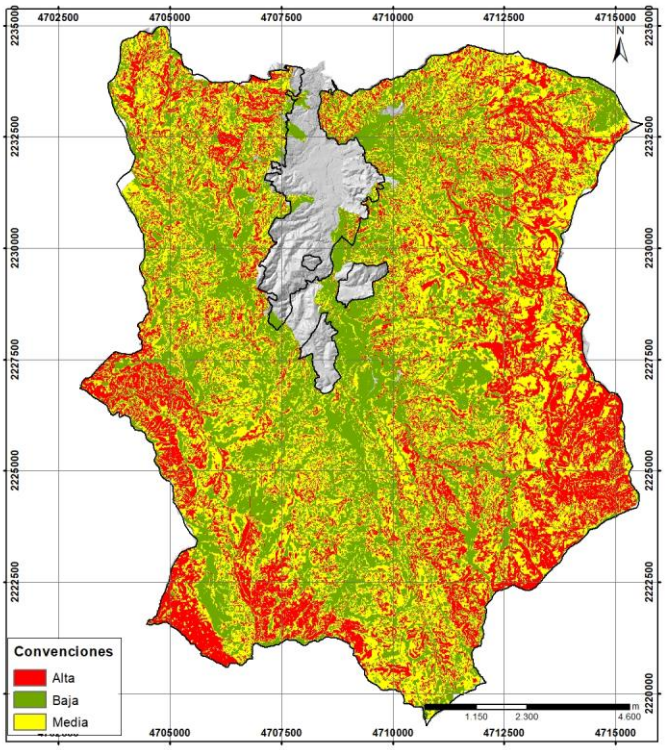


Figura 44. Amenaza de movimientos en masa con falla planar en suelo rural.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

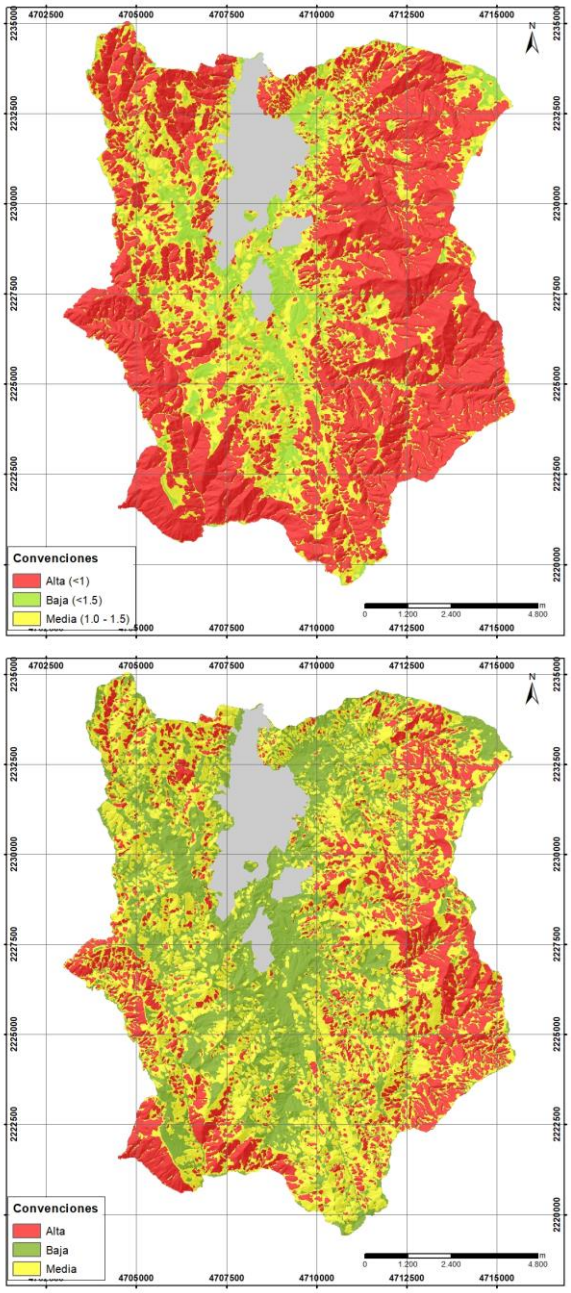


Figura 45. Amenaza de movimientos en masa de tipo rotacional en suelo rural en escenarios: (a) Escenario 1; (b) Escenario 2.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

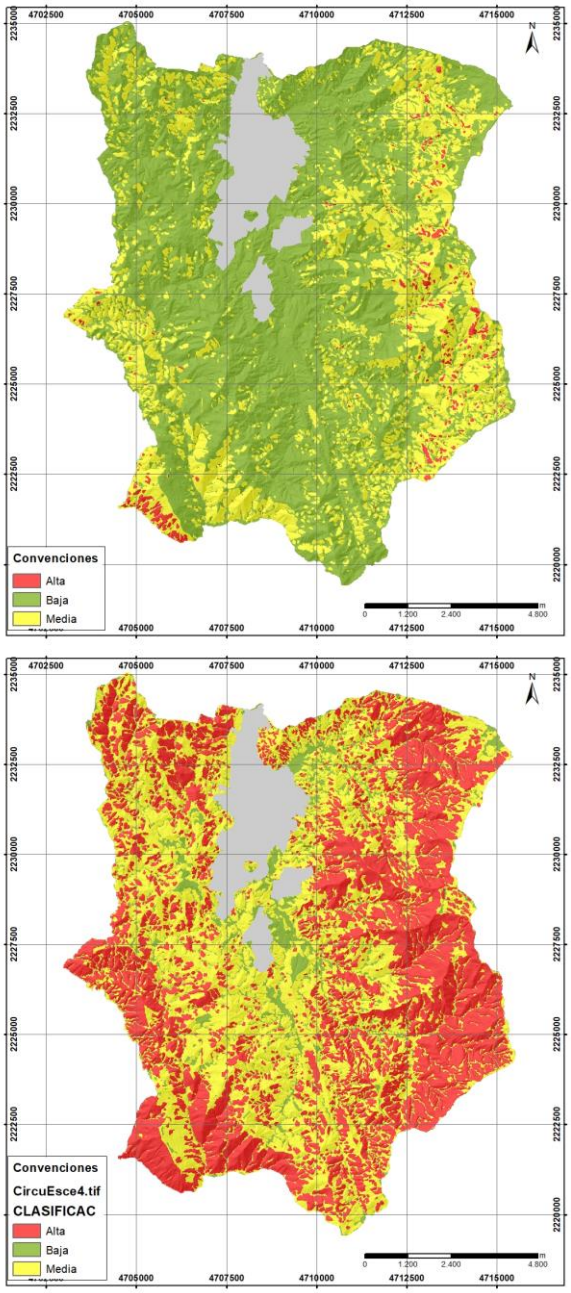


Figura 46. Amenaza de movimientos en masa de tipo rotacional en suelo rural en escenarios: (c) Escenario 3; (d) Escenario 4.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

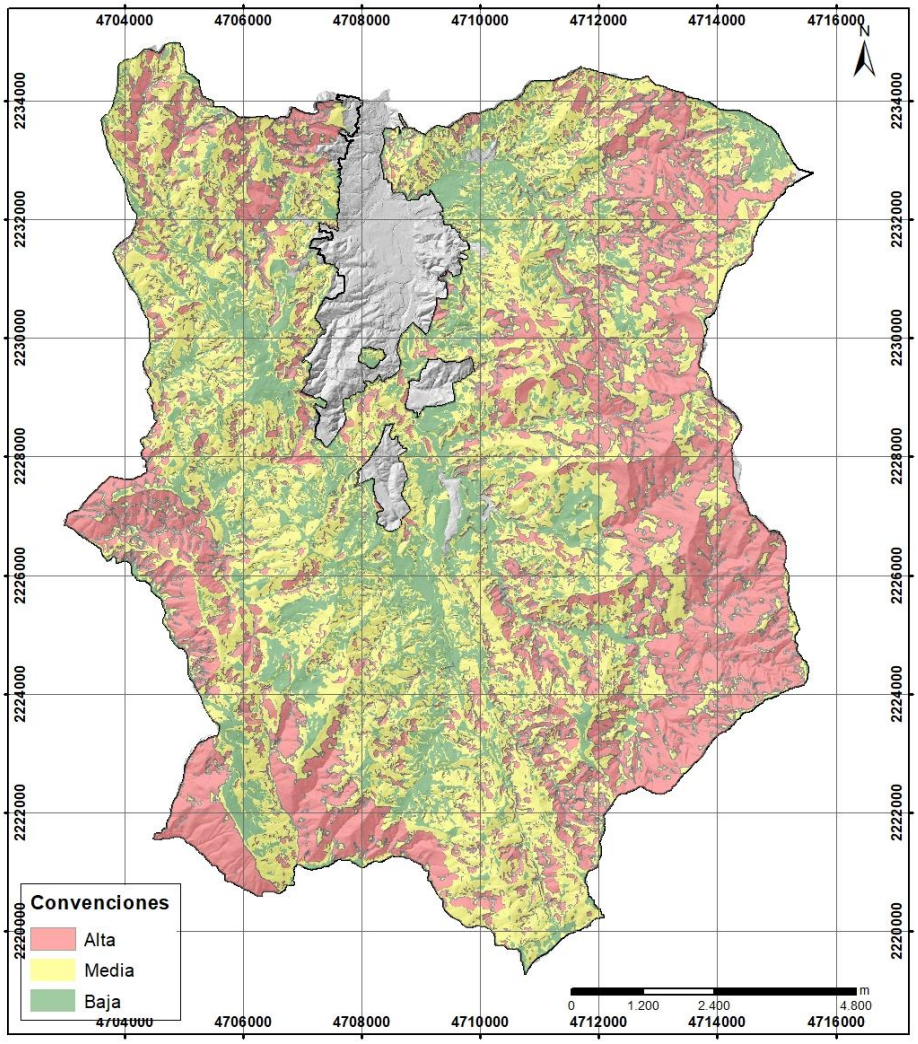


Figura 47. Mapa de amenaza de movimiento en masa en suelo rural.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

La categoría con mayor predominio en el suelo rural del municipio de Caldas es la de amenaza Media con el 43,3%, mientras que la categoría de amenaza baja es la de menor cubrimiento con el 18,9% concentrándose en las vertientes altas del municipio. En la Tabla 213 y el Gráfico 8 se presenta los porcentajes y áreas que representa cada categoría de amenaza por movimiento en masa para la zona rural.

Tabla 213. Área en Ha de amenaza por movimiento en masa para suelo rural para el municipio de Caldas.

Clasificación	Área (HA)	Porcentaje
Alta	4632,05	37,7%
Media	5317,65	43,3%
Baja	2322,64	18,9%

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

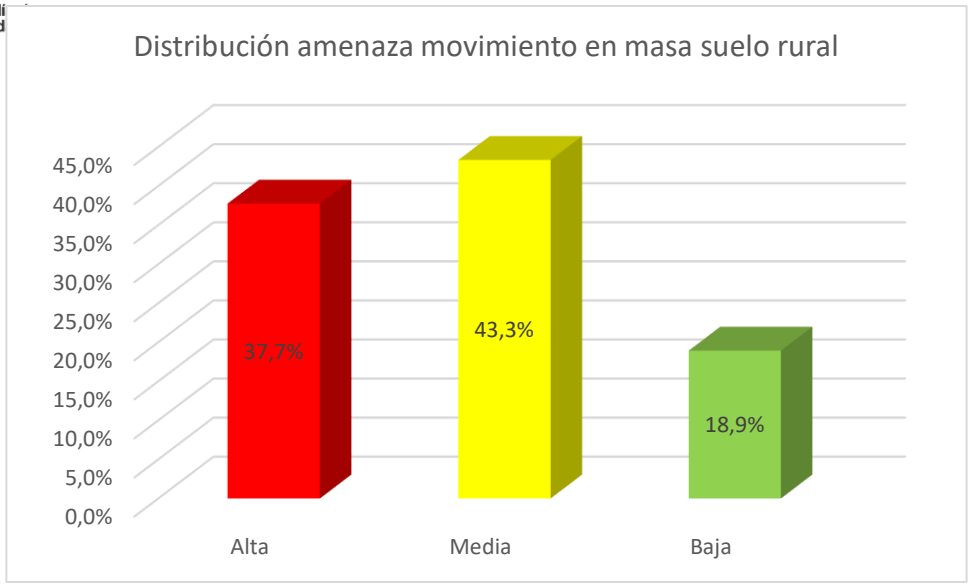


Gráfico 8. Histograma para la distribución de amenaza por movimiento en masa para suelo rural.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.5.1.1Amenaza Alta

En el suelo rural del municipio de Caldas, se encuentra clasificado en un 37,7% como de amenaza alta por movimiento en masa. Zonas de alta concentración de deslizamientos se pueden observar en las veredas La Miel, Salinas, Sinifaná y al sur oriente del municipio por el Alto de Minas. Estos movimientos son de tipo traslacional, rotacional y de flujo. Estos eventos están influenciados por el tipo de material presente en la zona, siendo las anfibolitas del Alto de Minas y los esquistos de Caldas las unidades más afectadas, producto de alta meteorización de las rocas metamórficas, las cuales están más susceptibles al proceso de alteración y disgregación del material. Otras zonas de amenaza alta están localizadas a lo largo del stock de Amagá, en la vertiente oeste de la quebrada Sinifaná.

2.14.5.1.2. Amenaza Media

La mayor parte municipio se encuentra una amenaza media por movimientos en masa, estando representado en un 43,3%; esto es producto de su ubicación en una zona de montaña, además de los suelos residuales presentes que se han desarrollado en esta zona. Está representando principalmente en las zonas de pendiente moderada, con morfologías irregulares y en las unidades geológicas por los depósitos de flujo de lodo y escombro.

2.14.5.1.3. Amenaza Baja

La zona de amenaza baja en el municipio en suelo rural se encuentra representado en las zonas de pendiente suave a muy suave, en donde se depositan materiales transportados por los cauces, siendo así los depósitos aluviales y aluviotorrenciales zonas de baja amenaza. Además, otras unidades geológicas que se encuentren en zonas de baja pendiente como los llenos antrópicos y los depósitos de deslizamiento están clasificadas en amenaza baja.

2.14.5.2. Zonificación de amenaza por inundación en el suelo rural

Para esta zona se definió la zonificación de la amenaza por inundación teniendo en cuenta la modelación hidráulica principalmente de las quebradas La Salada, La Mina, La Clara, La Raya, el río Aburrá y los afluentes de la cuenca del río Cauca, en contraste con el levantamiento geomorfológico de detalle, el análisis de suficiencia hidráulica y con el registro histórico de eventos.

En este suelo en general las quebradas se presentan en cauces incisados con valles profundos en V, con poco desarrollo de llanuras aluviales, por lo que este fenómeno está limitado a márgenes estrechos a lo largo del cauce activo, siendo la zona de La Clara, en la parte alta del rio Aburrá, la que presenta la mayor problemática por este tipo de eventos, ya que presenta desarrollo urbanístico sobre la llanura aluvial con usos agrícolas y pecuarios.

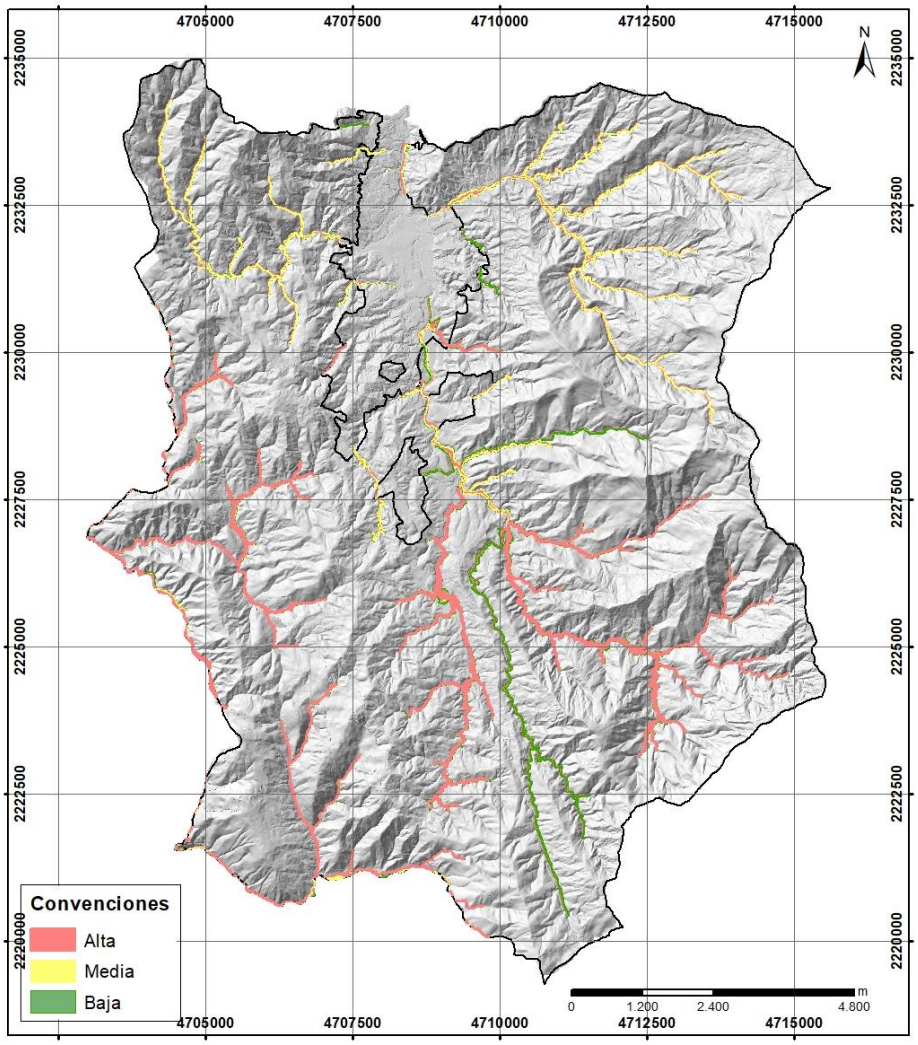


Figura 48.Mapa de amenaza por inundación para suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.5.3. Zonificación de amenaza por avenida torrencial en el suelo rural

Para la determinación de este tipo de amenazas en suelo rural se consideró el mismo criterio que para la zona urbana, todas las corrientes fueron modeladas y se realizó el respectivo análisis de la envolvente.

Al igual que en las inundaciones, dado el relieve de valles profundos en V, con fuerte incisión y poco desarrollo de planicies aluviales, este tipo de eventos se restringe a los cauces, siendo la parte alta del río Aburrá la zona donde se pueden encontrar zonas donde los eventos pueden generar afectaciones más amplias al presentar depósitos torrenciales.

Otras zonas de torrencialidad basados en evidencias geomorfológicas se observan en la vereda Miel, estando asociado la amenaza al ancho del cauce y extendiéndose a zonas bajas en cercanías a la orilla del cauce, donde se han hecho cortes para uso urbanístico.

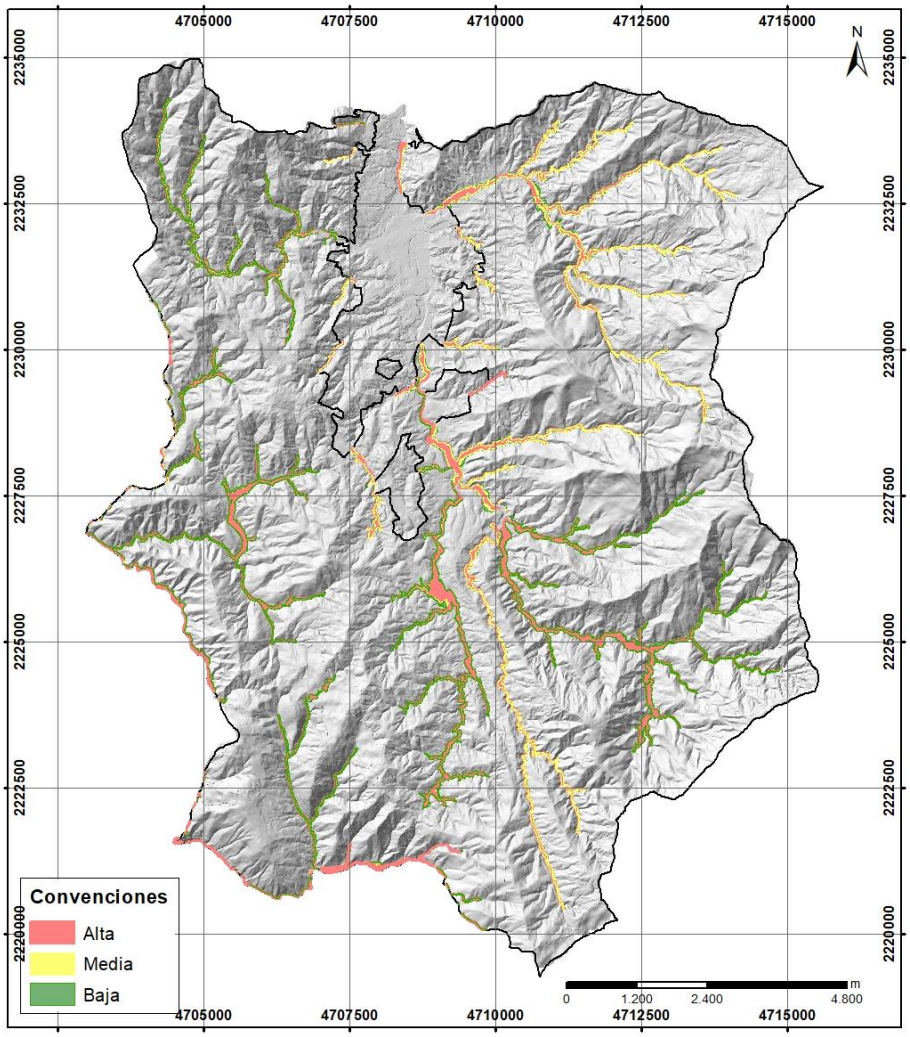


Figura 49. Mapa de amenaza por avenida torrencial para suelo rural del municipio de Caldas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.6. Centro Poblado El Canelón

2.14.6.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La zonificación de amenaza por eventos de movimiento en masa se realizó utilizando la metodología mencionada anteriormente, donde la mayor parte de la amenaza por este tipo de evento para el centro poblado está asociada a las zonas de mayor pendiente, estando sobre los suelos residuales del miembro Volcánico. La amenaza alta representa el 10,2% del área, la amenaza media representa el 63,4% del área total del centro poblado, siendo así la de mayor extensión, la amenaza baja cubre el 26,4% del centro poblado.

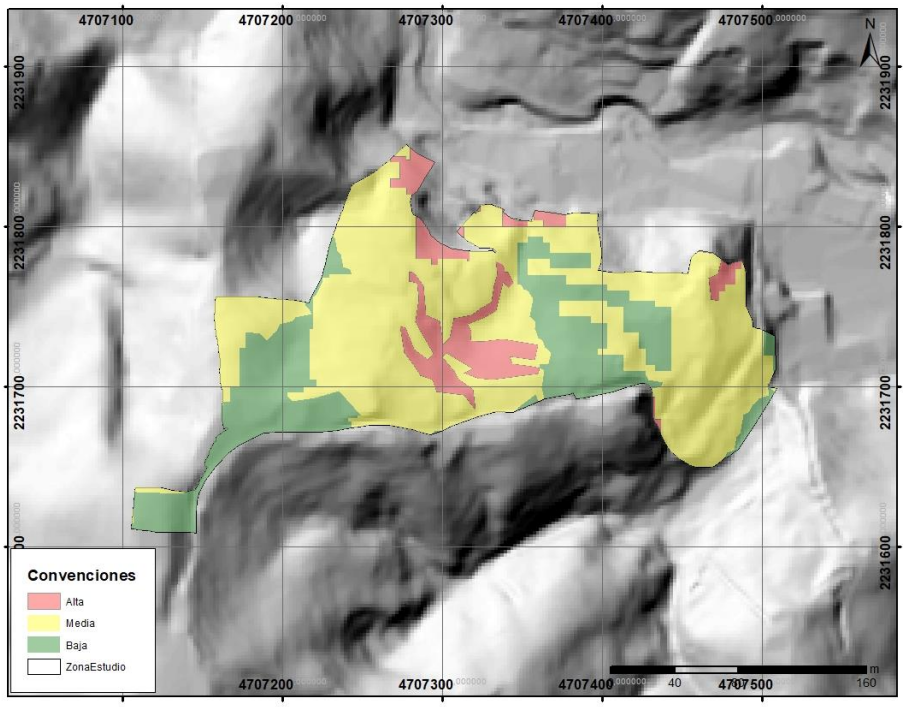


Figura 50. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el centro poblado El Canelón
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

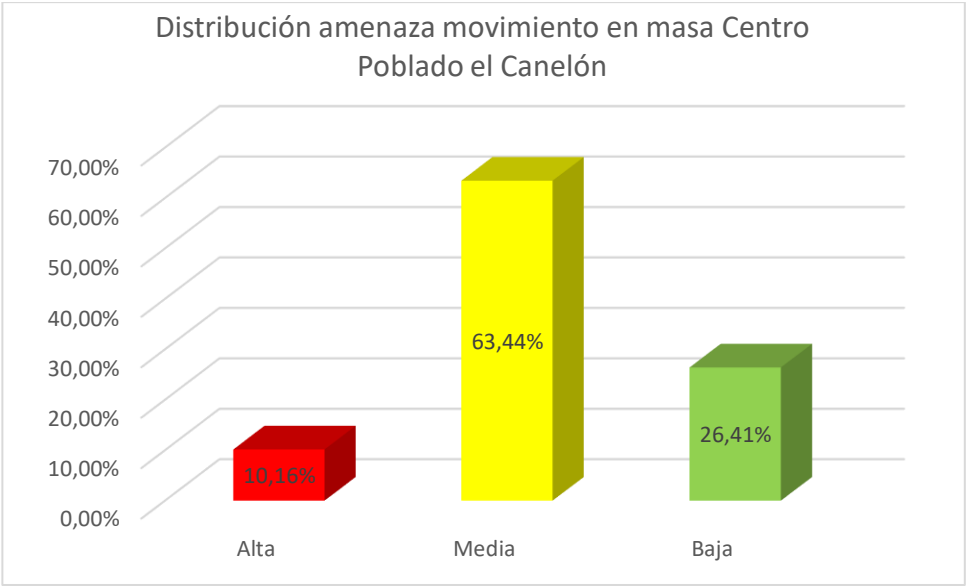
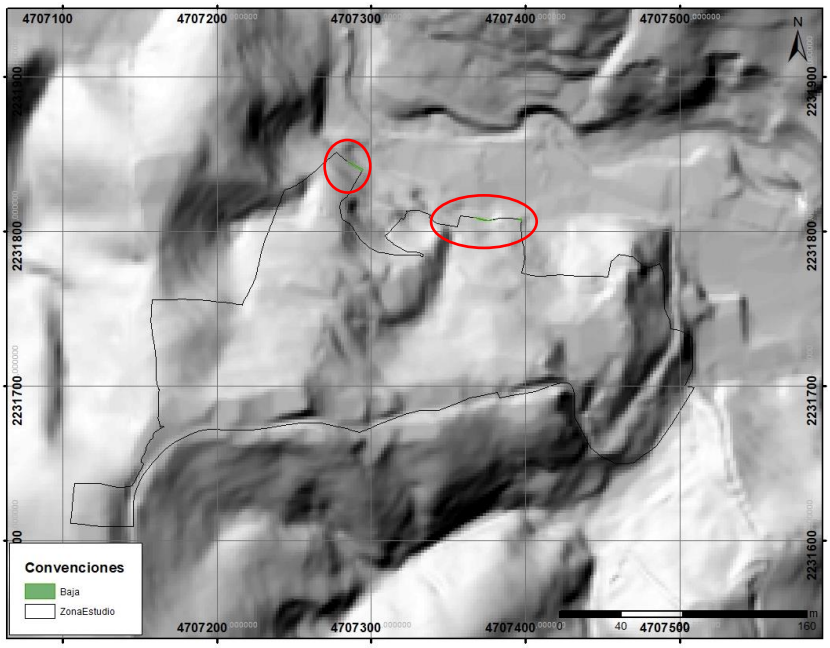


Gráfico 9. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado El Canelón
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.6.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

De acuerdo con la amenaza por inundación en el municipio, el centro poblado El Canelón no presenta amenaza por eventos de inundación, esto es producto a que no se encuentra asociada a ninguna quebrada cercana con potencial inundable, reflejada en la ausencia de depósitos de origen aluvial.

Respecto a la amenaza por eventos torrenciales, el centro poblado solo presenta categoría de amenaza baja por este evento, en una franja estrecha sobre el costado norte, con un área de 15 m^2, que representa menos del 0,01% s del área total de El Canelón.



Centro p Figura 51. Mapa de amenaza por avenida torrencial del centro poblado El Canelón
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.7. Centro Poblado La Aguacatala

2.14.7.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La zonificación de amenaza por eventos de movimiento en masa se realizó utilizando la metodología mencionada anteriormente, donde la mayor parte de la amenaza por este tipo de evento para el centro poblado está asociada a las zonas de mayor pendiente, estando sobre los suelos residuales del miembro Volcánico. La amenaza alta representa el 55,2% del área, siendo la de mayor cubrimiento, la amenaza media representa el 41,4% del área total del centro poblado, la amenaza baja representa solo el 3,4% del centro poblado.

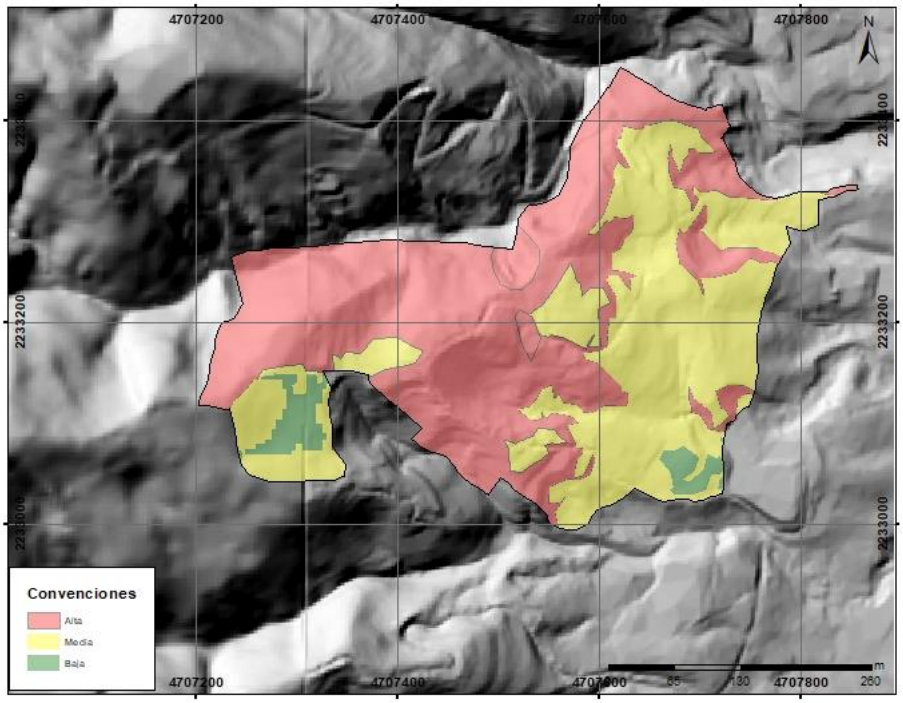


Figura 52. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el centro poblado La Aguacatala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

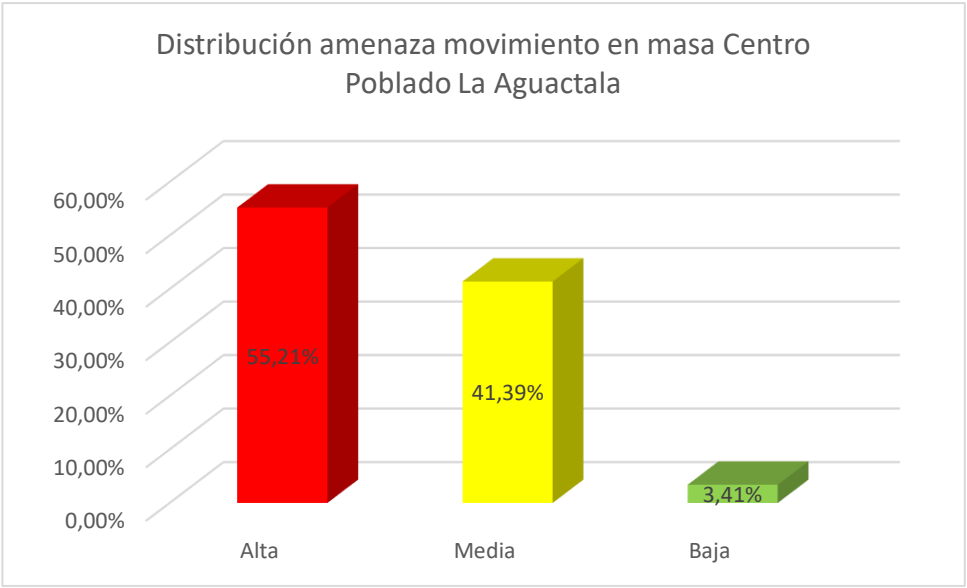


Gráfico 10. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Aguacatala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.7.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

De acuerdo con la amenaza por inundación en el municipio, el centro poblado La Aguacatala no presenta amenaza por eventos de inundación, esto es producto a que no se encuentra asociada a ninguna quebrada cercana con potencial inundable, reflejada en la ausencia de depósitos de origen aluvial.

Del mismo modo la amenaza por eventos torrenciales, no se encuentra afectando a la zona, producto de la lejanía con los cauces principales.

2.14.8. Centro Poblado La Chuscala

2.14.8.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

En la Figura 53, se observa que el centro poblado se caracteriza por estar en su mayoría en una zona de amenaza alta, dada por las pendientes empinadas generadas por la incisión de la quebrada adyacente, la cual está removiendo los materiales más meteorizados del miembro Volcánico. La amenaza media en la zona está dada en las zonas de vertientes moderadas con grados de inclinación entre 15-30° y la amenaza baja, se encuentra asociada a zonas planas o vertientes suaves.

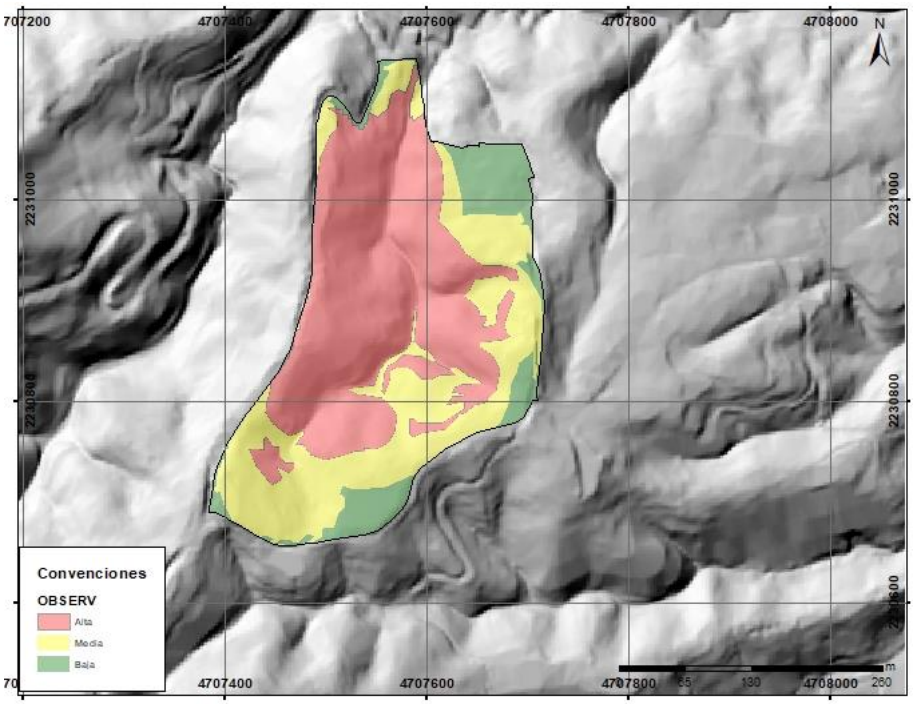


Figura 53. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Chuscala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

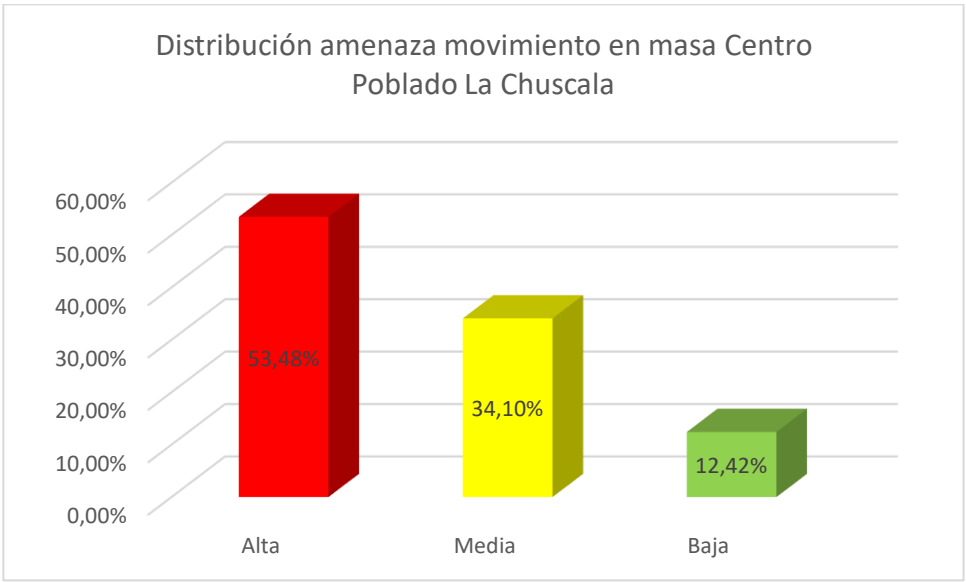


Gráfico 11. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Chuscala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.8.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

Para el centro poblado La Chuscala no se presentan amenazas por inundación y avenidas torrenciales. En las zonas aledañas a la zona de estudio se encuentran afluentes que por su dinámica fluvial y según las evidencias geomorfológicas no tienen la capacidad de generar un potencial destructible e inundable. La mancha de inundación y de torrencialidad que se encuentra más cercana se localiza al norte de la zona de estudio, y se encuentra restringido a los depósitos torrenciales generados por la dinámica de la quebrada La Chuscala.

2.14.9. Centro Poblado La Clara

2.14.9.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

El centro poblado La Clara se encuentra en su mayoría ubicado sobre una zona de amenaza baja (Figura 54), la cual está dada por las zonas de baja pendiente con inclinaciones entre 0-15°, correspondientes a la unidad geomorfológica llanura aluvial. Las áreas que se encuentran en amenaza media están representadas en las zonas próximas a las unidades de morfología alomada con pendientes suaves a moderadas, por último, las zonas de amenaza alta, las cuales cubren el 9,1% del área, se asocian a las vertientes con pendientes moderadas a empinadas.

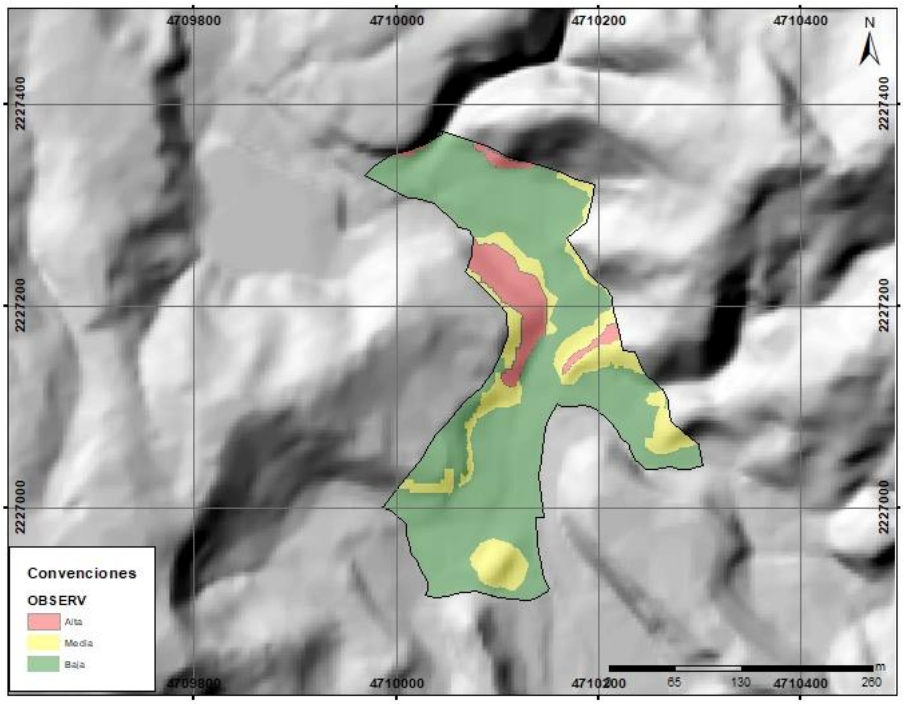


Figura 54. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

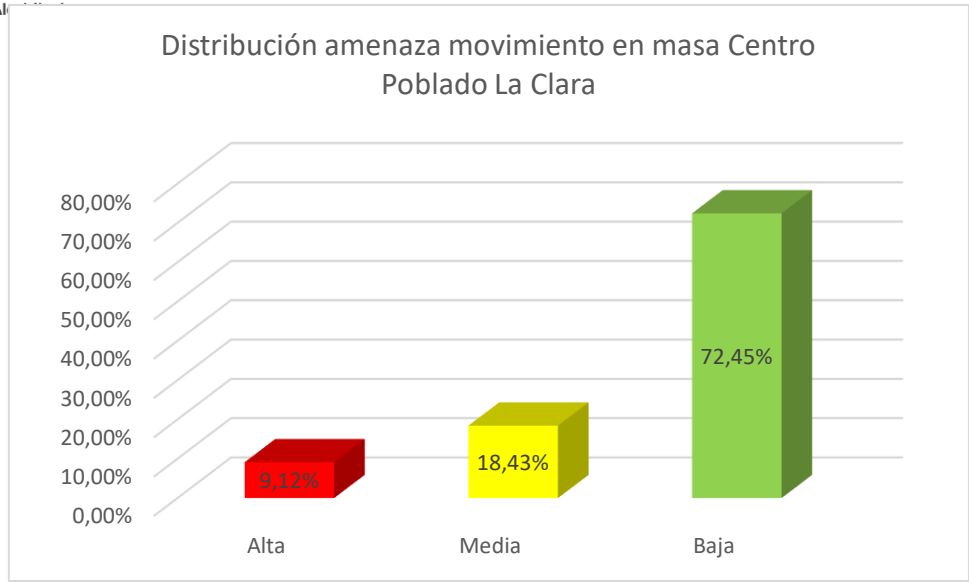


Gráfico 12. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.9.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

El centro poblado se encuentra en su mayoría sin amenaza por inundación, representado el 77% del área total, correspondiendo a zonas elevadas, las áreas con amenaza por este evento predomina la categoría de amenaza alta con un 16,5% del centro poblado, asociado a los depósitos aluviales del rio Aburrá en donde se ubica la mayor parte de los habitantes de la zona; el área de esta amenaza se caracteriza por tener pendientes suaves, y superficies uniformes a casi uniformes; la amenaza media y baja en esta zona se encuentran en menor proporción ubicándose en un segundo nivel de terraza, en donde las vertientes presentan pendientes suaves y uniformes.

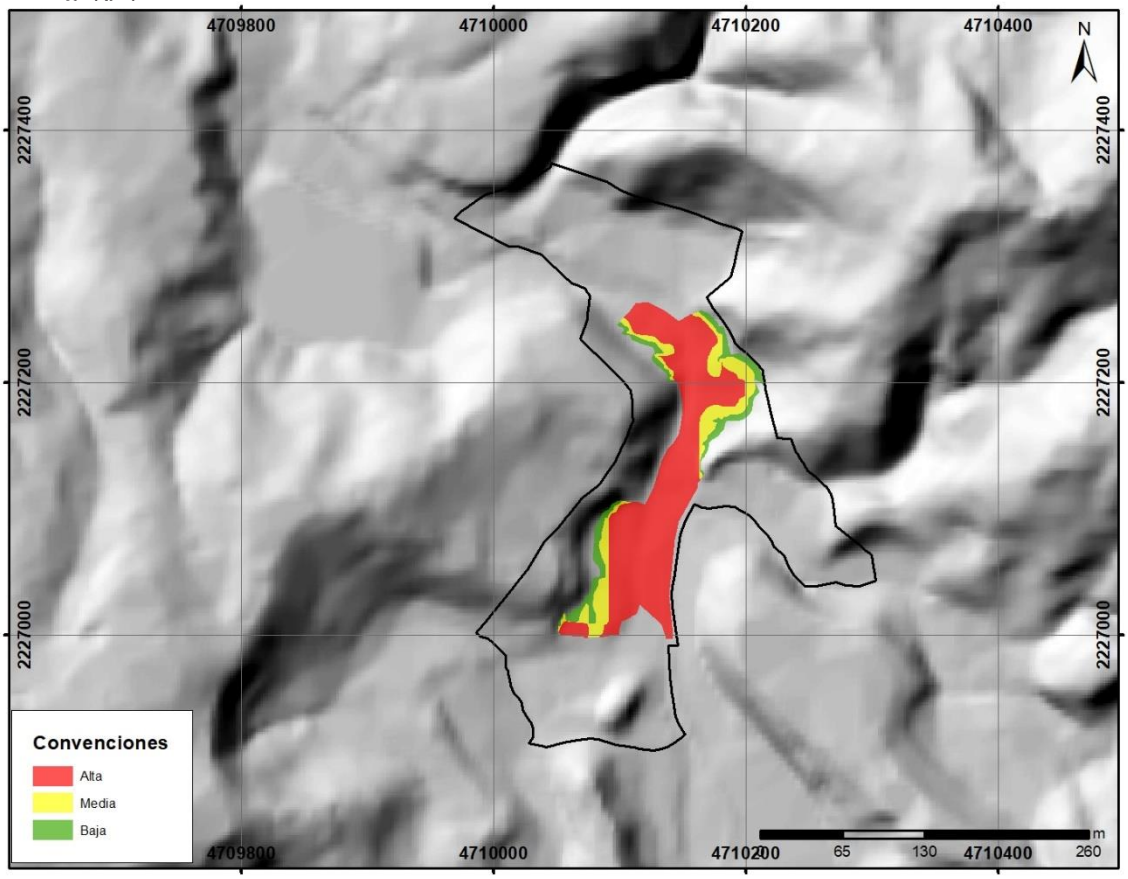


Figura 55. Mapa de amenaza por inundación para el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

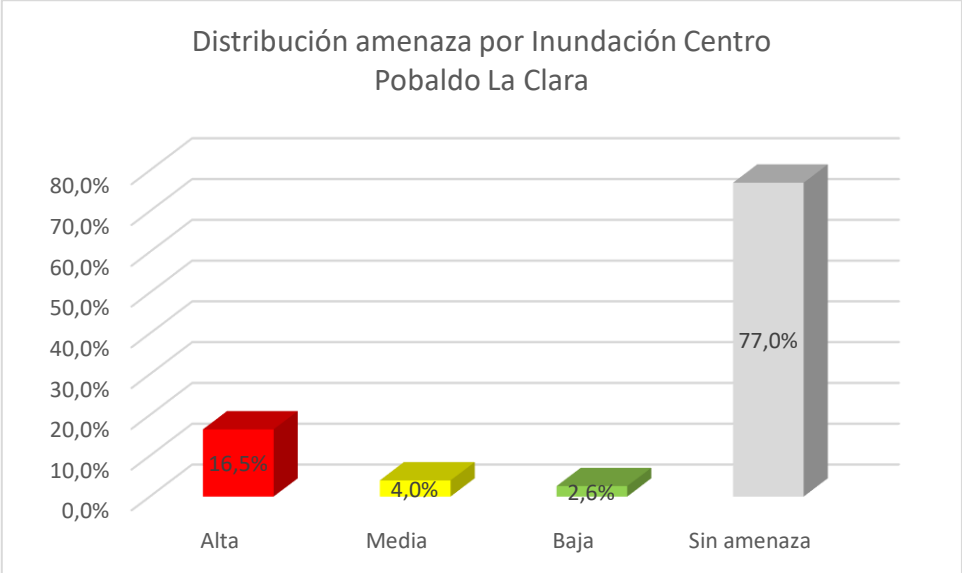


Gráfico 13. Distribución de amenaza por inundación en el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Para la avenida torrencial se presenta un incremento en todas las amenazas siendo la amenaza alta la que cubre la mayor parte de la zona con un 51,4% del centro poblado, la media representa el 3,1%, y la baja en un 0,3%, mientras que el restante 44.8% del centro poblado no presenta amenaza por este tipo de fenómeno.

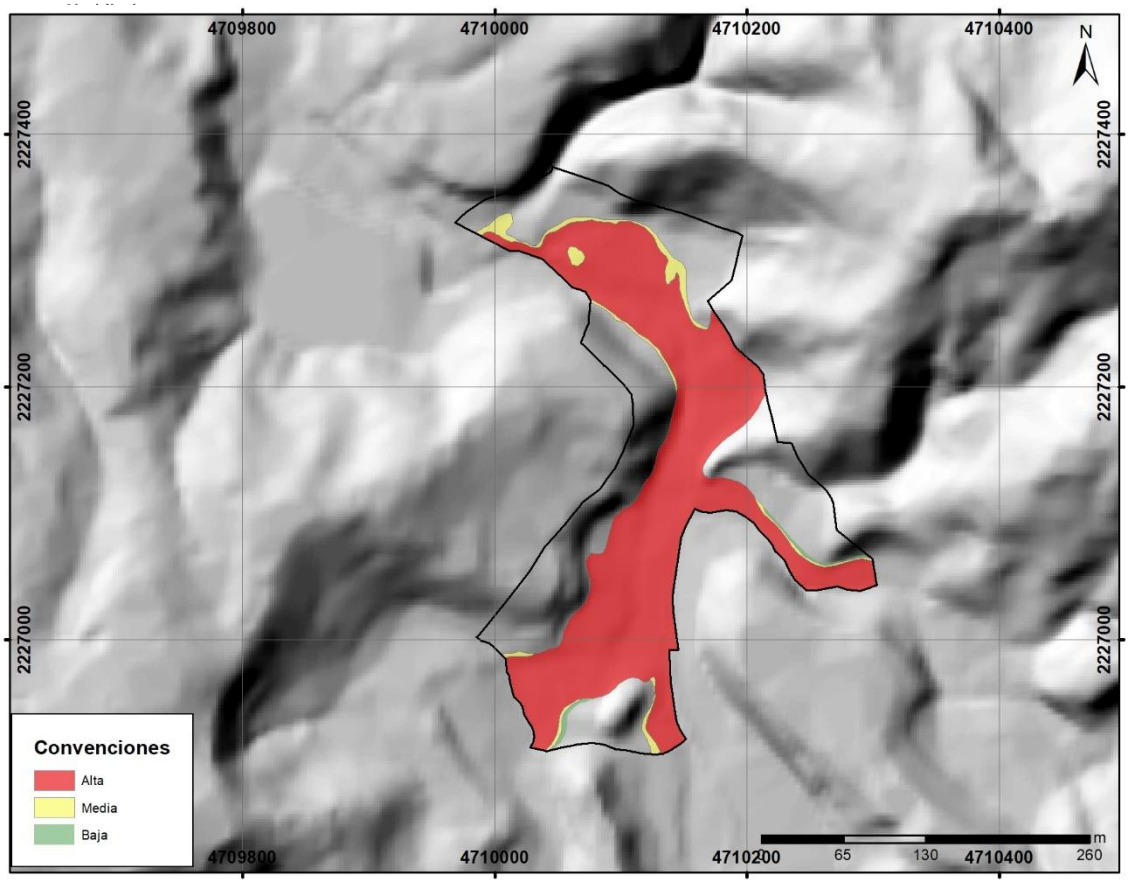


Figura 56. Mapa de amenaza por avenida torrencial para el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

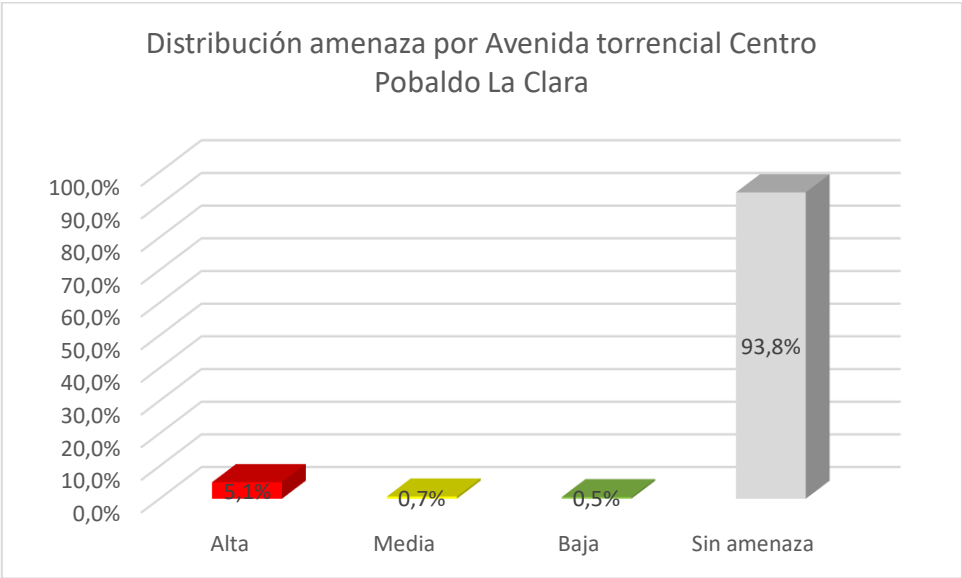


Gráfico 14. Distribución de amenaza por avenida torrencial en el centro poblado La Clara.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.10. Centro Poblado La Corrala

2.14.10.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

El centro poblado La Corrala, se encuentra mayoritariamente dominado por una condición de amenaza baja en un 47 % (Figura 57); esta área presenta zonas con vertientes suaves a localmente moderadas, con un patrón convexo y con pendientes entre 0-15°. Las áreas de amenaza por movimientos en masa media representan el 45,1% de la zona, se caracteriza por tener vertientes moderadas a suavizadas, de pendientes entre 15-30° y por último está la amenaza alta, esta cubre un 7,9% y está asociada principalmente a las laderas de vertiente empinada, las cuales son de mayor pendiente (30- 45°), producto de la incisión de los cauces que cortan el centro poblado.

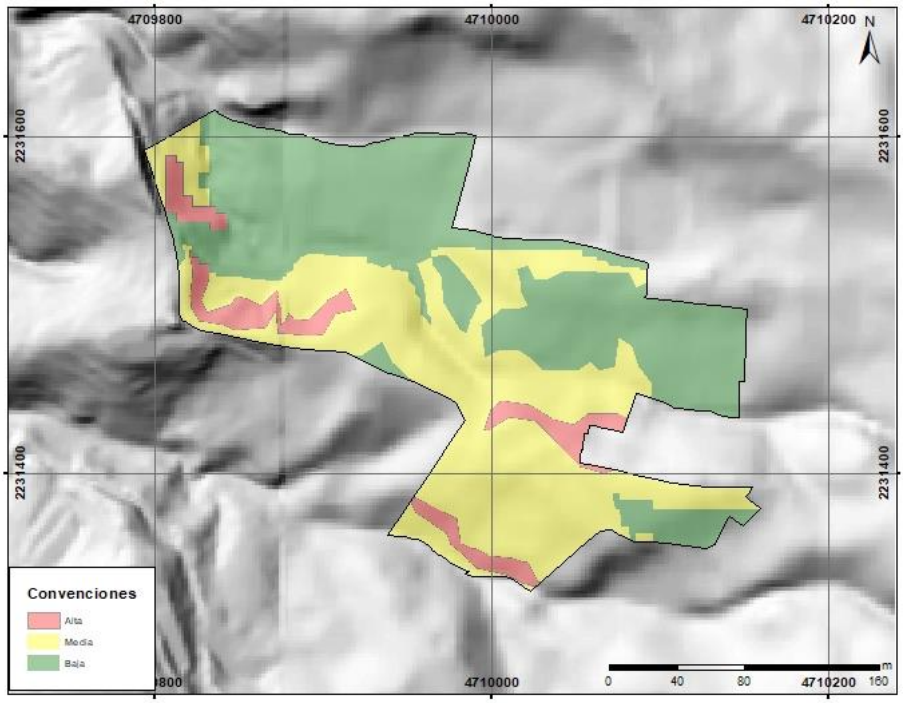


Figura 57. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Corrala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

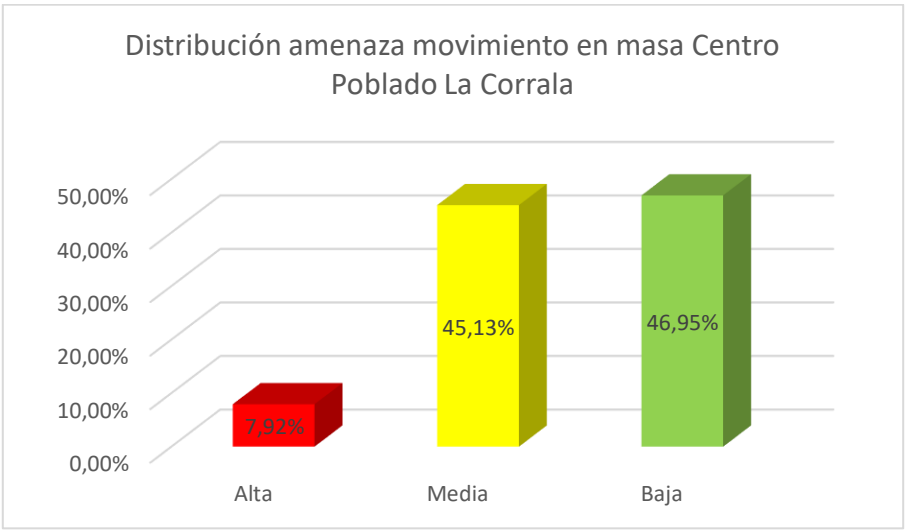


Gráfico 15. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Corrala.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.10.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

Para el centro poblado La Corrala no se presenta amenazas por inundación y avenida torrencial, esto es producto a que las quebradas presentes en la zona no cuentan con potencial inundable, reflejada en la ausencia

de depósitos de origen aluvial. Del mismo modo la amenaza por eventos torrenciales, no se encuentra afectando a la zona, y siendo los depósitos más cercanos asociadas al arrastre y depósito de bloques por parte de la quebrada La Corrala.

2.14.11. Centro Poblado La Miel

2.14.11.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La zonificación de amenaza por eventos de movimiento en masa en el centro poblado la Miel, está dominada por categorías de amenaza baja (Figura 58), asociado a zonas de morfología plana a suave, localizadas en las partes bajas de los lomos denudados. La amenaza media, está representada principalmente por las laderas con pendientes moderadas. Por último, la amenaza alta está dada en las zonas empinadas, producto de la fuerte incisión de las quebradas a las laderas lavando los suelos superficiales.

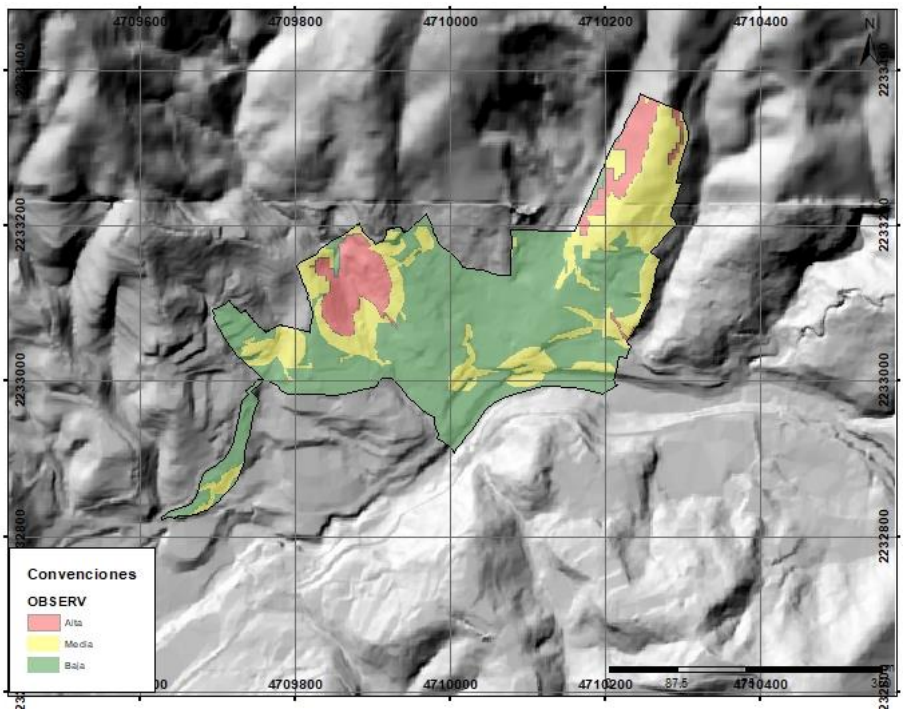


Figura 58. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

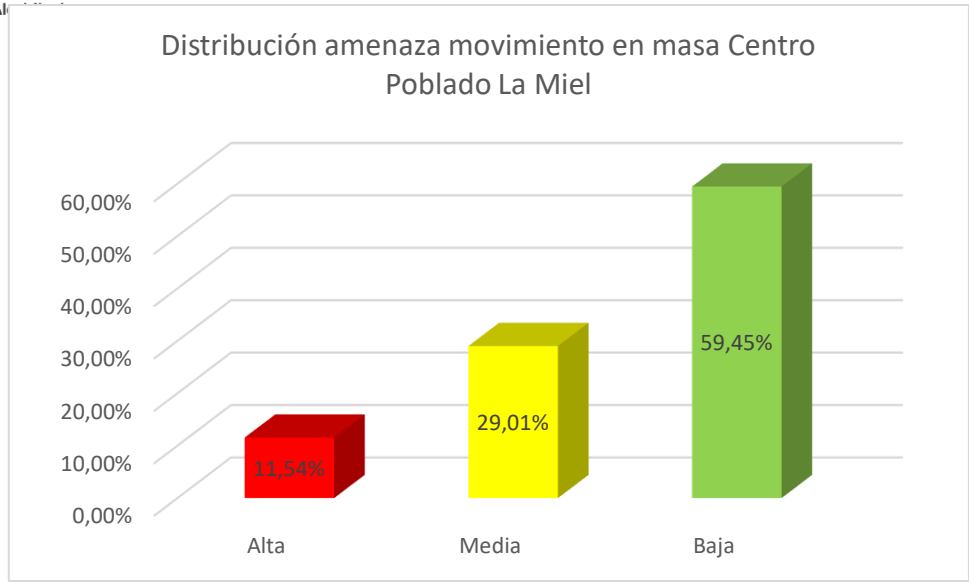


Gráfico 16. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.11.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

Para el centro poblado La Miel se presentan amenazas por inundación y avenida torrencial, siendo la quebrada La Miel el cauce principal que genera este tipo de eventos. La amenaza por inundación está dada principalmente en las zonas bajas en donde se desarrolla la geoforma de la llanura aluvial y están caracterizadas por un ser una zona de topografía

Estas zonas ocupan una considerable extensión de la parte baja de la vertiente, donde se observa una alta densidad de ocupación. Se desarrollan en su totalidad sobre depósitos aluviales y están caracterizadas por una topografía ondulada a plana de pendientes suaves a localmente moderadas, orientadas hacia el fondo del valle. Su favorable configuración geométrica y la presencia de la corriente antes descrita generan unas condiciones favorables para la generación de fenómenos de inundación.

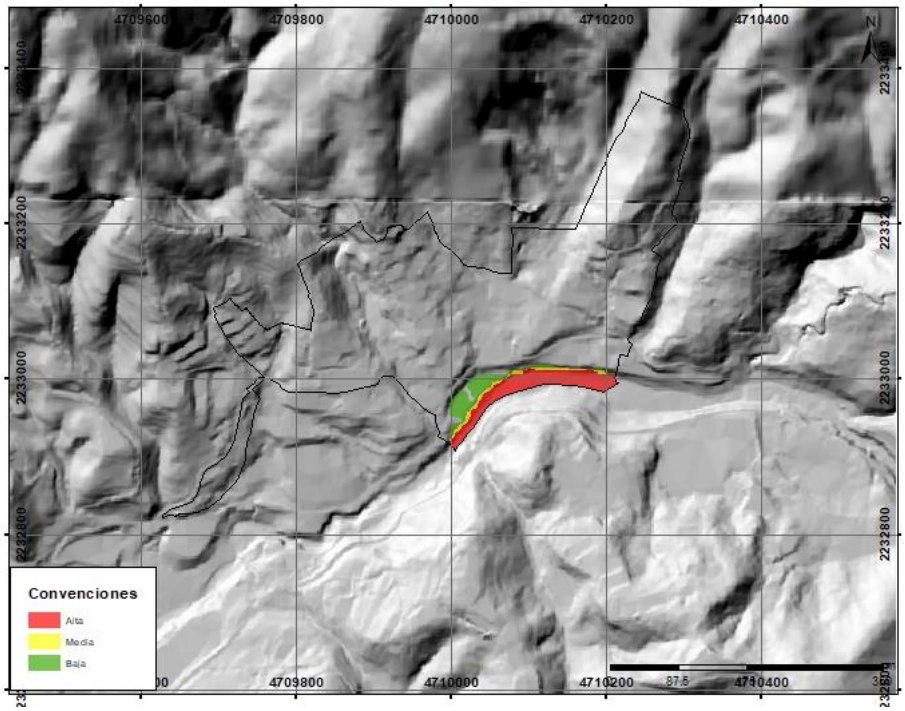


Figura 59. Mapa de amenaza por inundación para el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

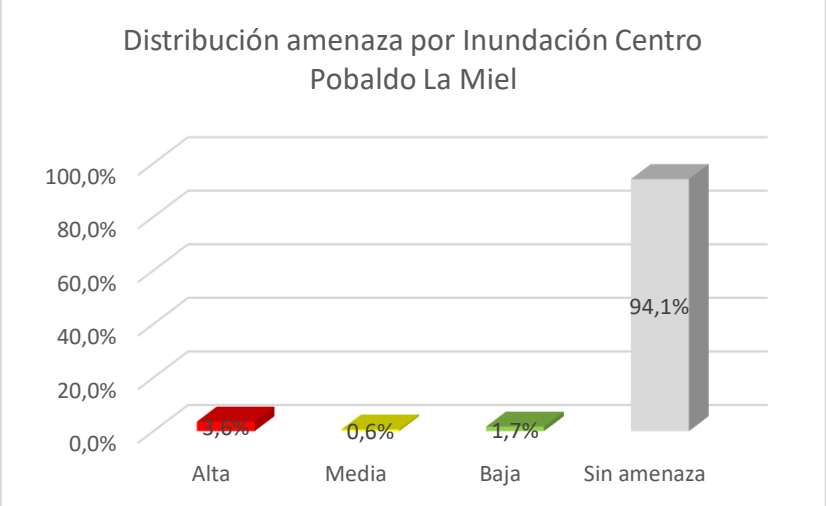


Gráfico 17. Distribución de amenaza por inundación en el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

También se presenta amenaza por eventos torrenciales a nivel local, en donde se observa una mayor mancha de amenaza alta en la llanura de inundación del cauce que corresponde a un área uniforme plana entre 0 y 5°. Seguido está la amenaza medida y baja, que al igual de la amenaza alta, se extiende hasta los depósitos aluviotorrenciales regionales asociados a la quebrada La Miel.

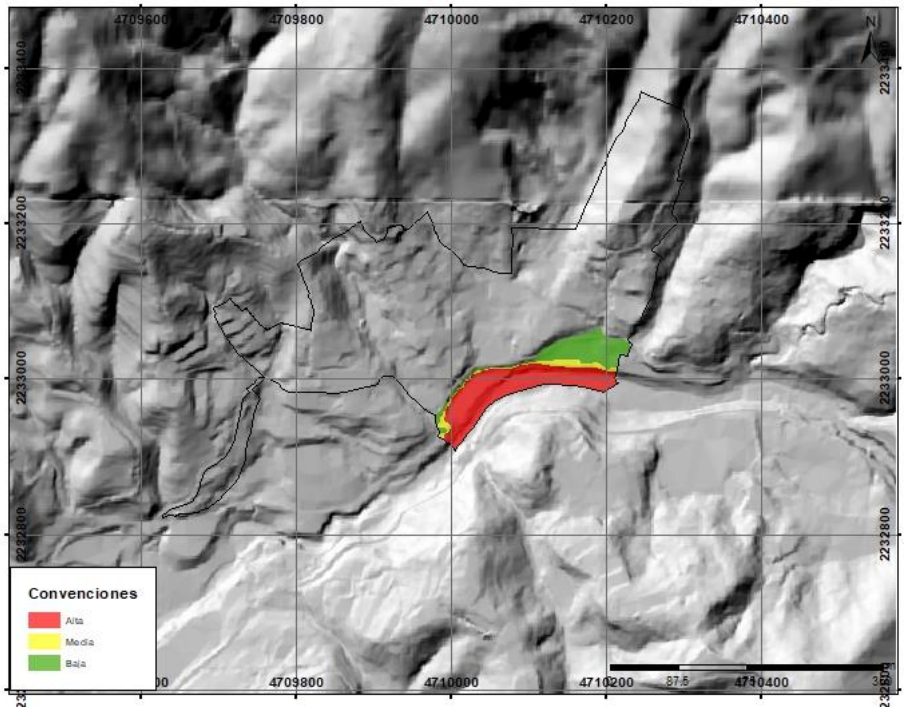


Figura 60. Mapa de amenaza por avenida torrencial para el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

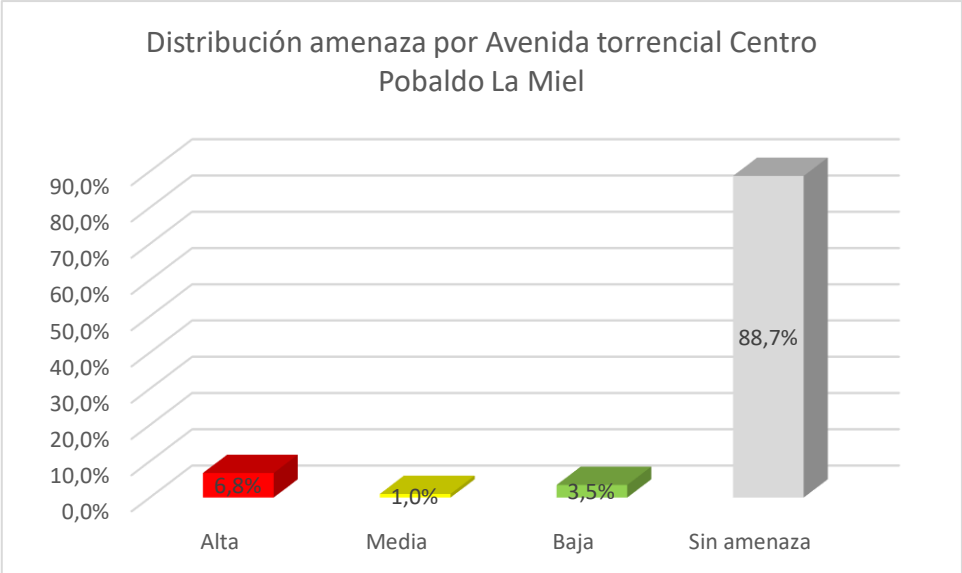


Gráfico 18. Distribución de amenaza por avenida torrencial en el centro poblado La Miel.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.12. Centro Poblado La Quiebra

2.14.12.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La amenaza por movimiento en masa en el centro poblado La Quiebra se asocia a las fuertes pendientes de la zona, producto de la alta incisión de las quebradas sobre los suelos residuales del miembro volcánico y a los depósitos de flujo de lodo y escombro presentes.

En este centro poblado, se presenta en un 41,6% la amenaza por movimientos en masa alta, estas zonas presentan vertientes moderadas a empinadas, con pendientes en su mayoría entre 30-45°. La amenaza

media cubre la mayor parte del área, con un 527%, correspondiente a zonas con pendientes suaves a moderadas y están casi en su totalidad sobre los depósitos, por último, está la amenaza baja, localizada en la parte suroccidente de la zona, con un 5,6%, caracterizada por pendientes suaves entre 15-30° (Figura 61).

La construcción acelerada de viviendas sobre las laderas puede generar desestabilización, que, sumado a la escorrentía superficial, pueden provocar eventos de movimientos en masa que podrían afectar la infraestructura, los bienes o vidas humanas.

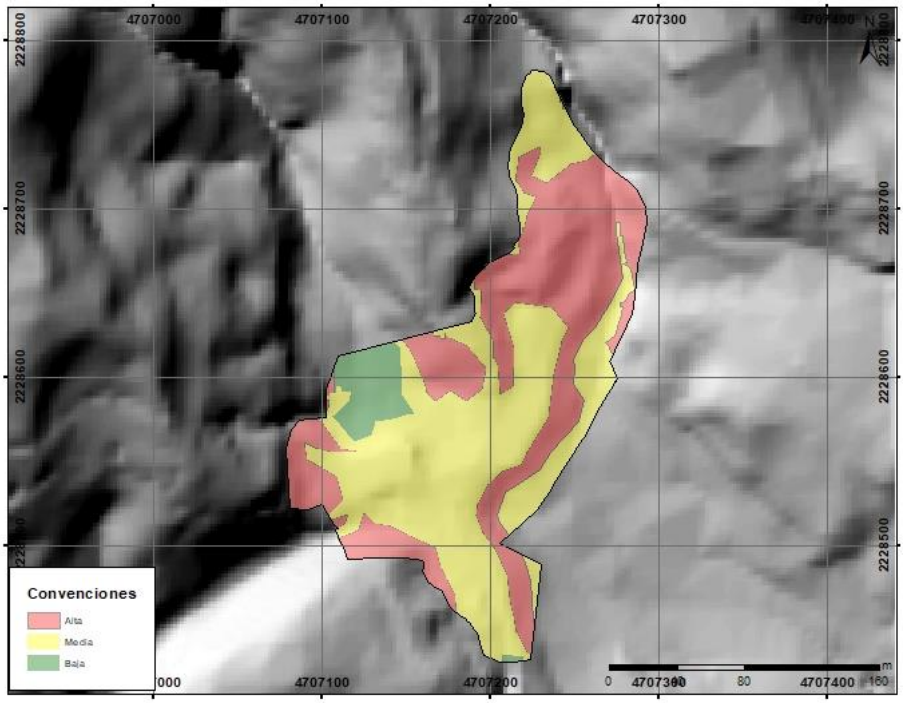


Figura 61. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Quiebra.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

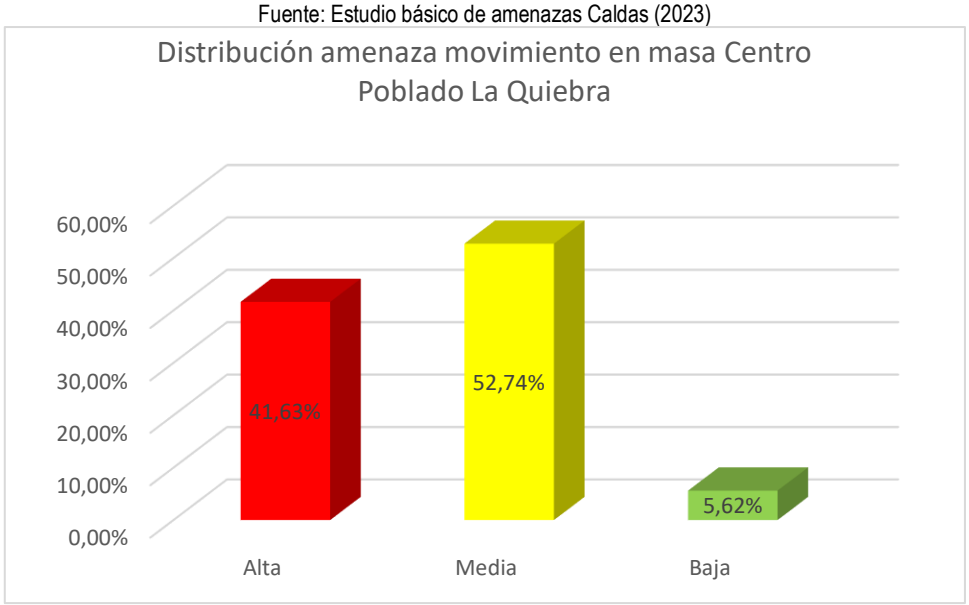


Gráfico 19. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Quiebra.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.12.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

Para el centro poblado La Quiebra no se presentan amenazas por inundación y avenida torrencial, esto es debido a que los afluentes de la zona no presentan un caudal con la suficiente energía y capacidad para generar eventos de desbordamiento que puedan generar afectaciones a la población. A su vez en la zona no se presentan evidencias geomorfológicas de depósitos de origen aluviotorrencial, siendo los depósitos de flujo los predominantes en el área.

2.14.13. Centro Poblado El Cano y La Raya

2.14.13.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

La zonificación de amenaza por movimientos en masa realizada para el centro poblado La Raya, muestra que la mayor parte del área se encuentra clasificada en amenaza media que cubre el 51,3%, correspondiente a las zonas con pendientes suaves a moderadas con inclinaciones en promedio de 15-30°. Las zonas clasificadas de amenaza alta, la de menor extensión con el 6,6% corresponden a vertientes empinadas a escarpadas con inclinaciones entre 30-45, y las zonas de amenaza baja, corresponde a terrenos de pendientes suaves, menores a 15°.

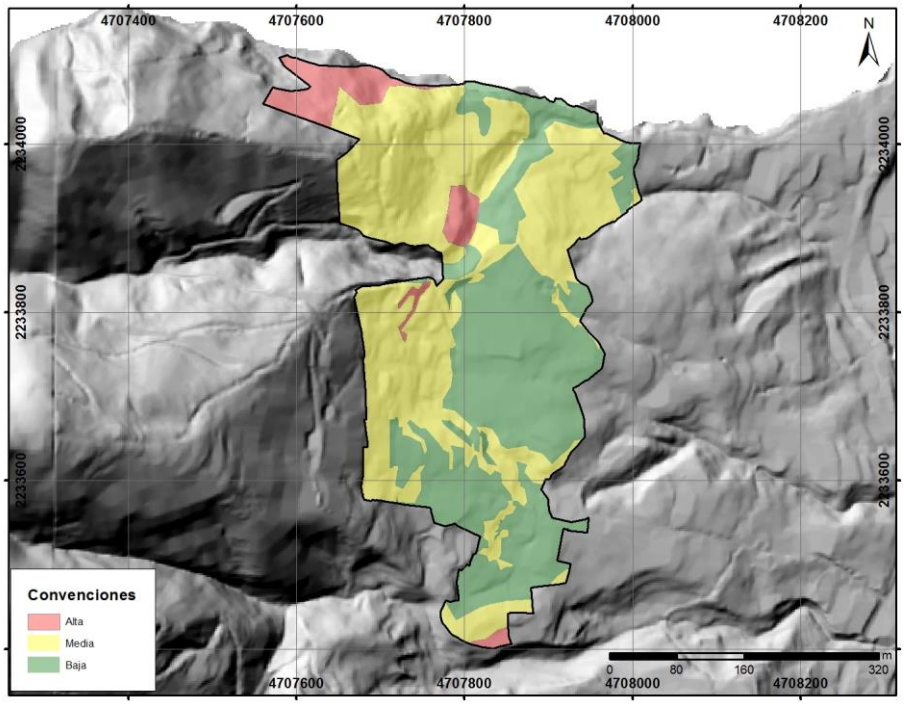


Figura 62. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

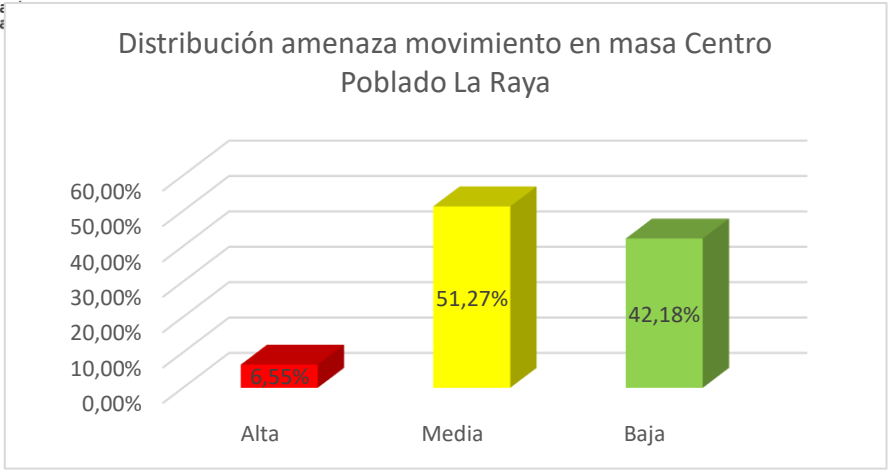


Gráfico 20. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.13.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

En el centro poblado La Raya predominan los terrenos sin amenaza por inundación, ya que el 99,7% del éste no tiene amenaza por este evento. Respecto a las zonas con amenaza, se asocian a un afluente de La Raya, donde la de mayor cobertura es la categoría de amenaza alta que representa el 0,2% del centro poblado, mientras la amenaza media es menor del 0.1%.

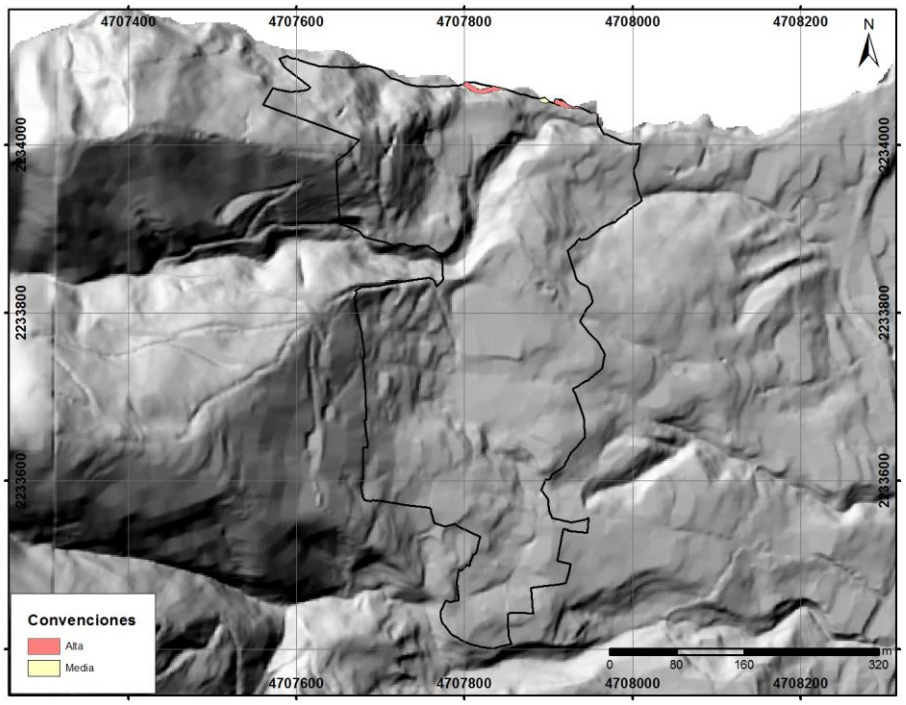


Figura 63. Mapa de amenaza por inundación para el centro La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

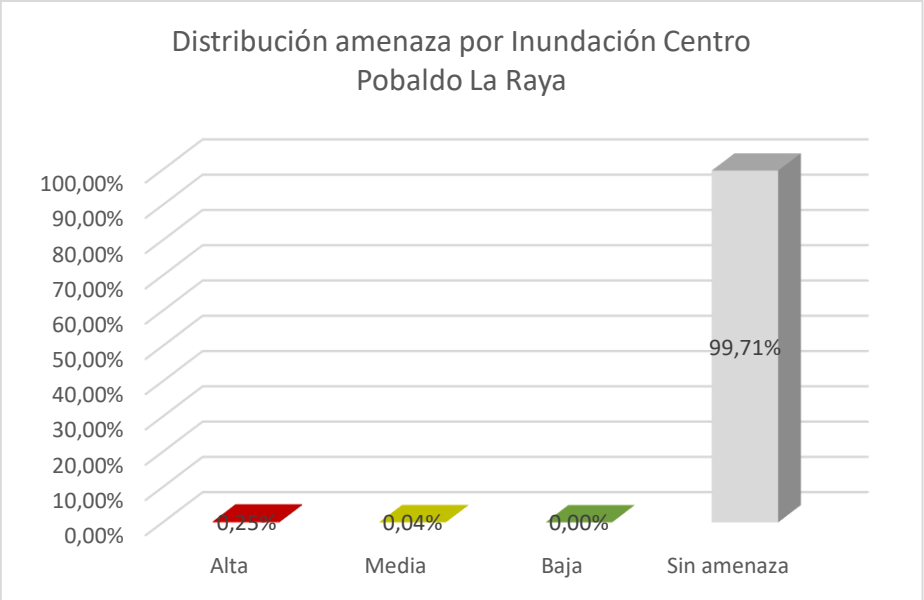


Gráfico 21. Distribución porcentual de amenaza por inundación en el centro poblado La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Respecto a la avenida torrencial la situación es similar, ya que el 98,3% del éste no tiene amenaza por este evento y las zonas con amenaza, se asocian a un afluente de La Raya, donde la de mayor cobertura es la categoría de amenaza alta que representa el 1,7% del centro poblado.

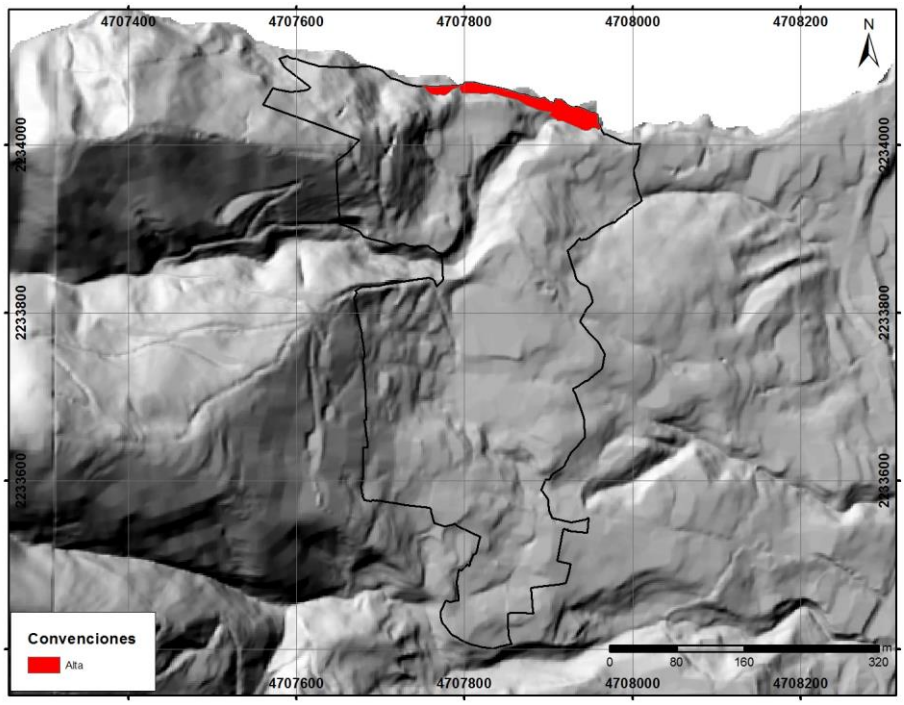


Figura 64. Mapa de amenaza por avenida torrencial para el centro La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

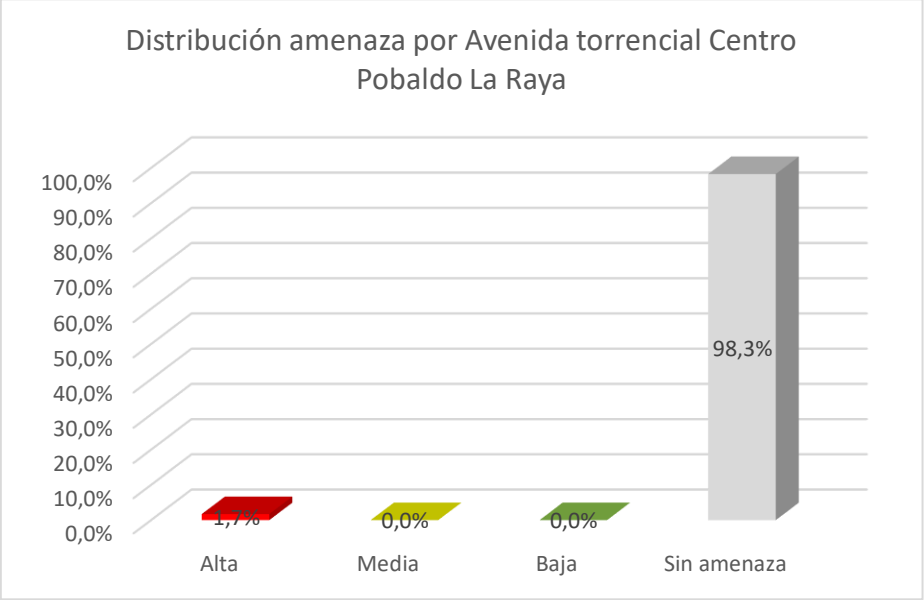


Gráfico 22. Distribución porcentual de amenaza por avenida torrencial en el centro poblado La Raya.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.14. Centro Poblado Salada Parte Baja

2.14.14.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

Mediante la zonificación de amenaza realizada para el centro poblado La Salada parte baja, el 60,5% de la zona se encuentra clasificada en la categoría de amenaza baja, correspondientes a los topes amplios de los lomos, los cuales presentan superficies planas a suaves, en donde la mayoría de las viviendas se encuentran desarrolladas. Las zonas clasificadas como de amenaza media se ubican en las vertientes moderadas con pendientes entre 15-30°, las cuales se encuentran afectadas por la incisión fluvial de las quebradas adyacentes. Por último, las zonas clasificadas como amenaza alta, 10,8%, se localizan en las vertientes empinadas a escarpadas, estas áreas se ubican principalmente al norte del centro poblado.

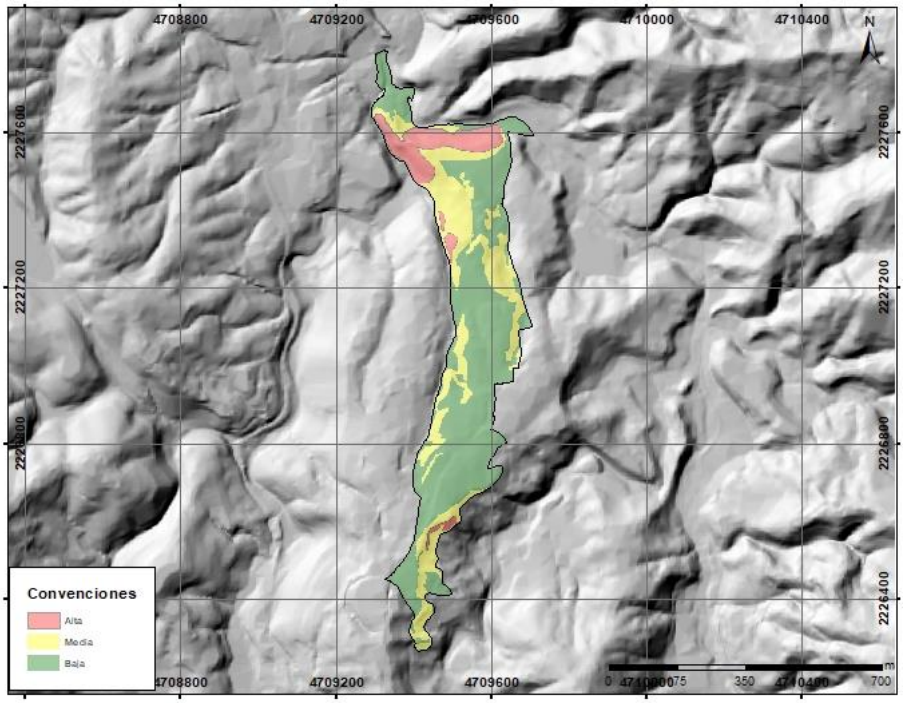


Figura 65. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Salada parte baja.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

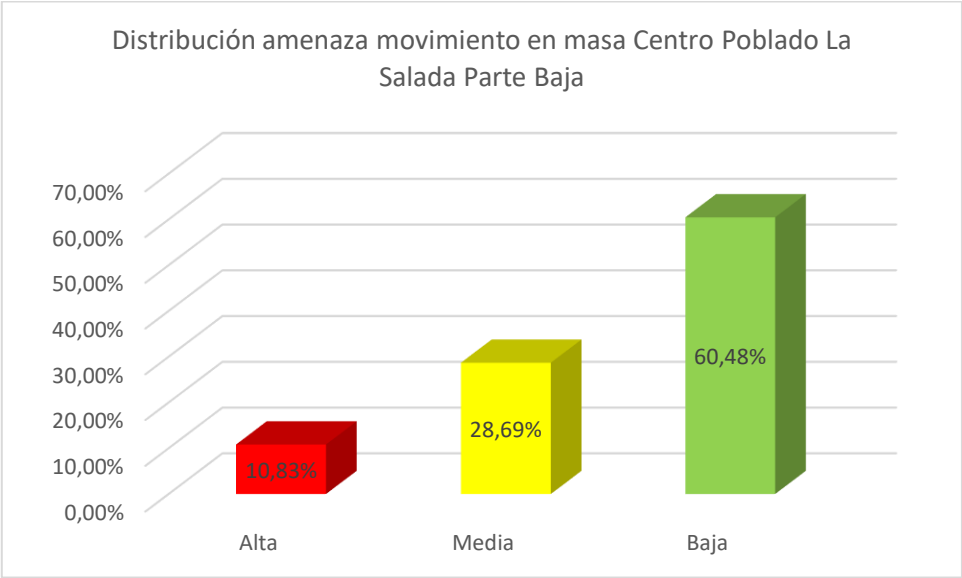


Gráfico 23. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Salada parte baja.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.14.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

En el centro poblado La Salada parte baja no presenta amenazas por inundación y avenida torrencial, esto es debido a el área de estudio se encuentra a una altura considerable de 50 a 80m con respecto a la quebrada La Salada y al río Aburrá.

2.14.15. Centro Poblado La Valeria

2.14.15.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

El centro poblado La Valeria, se encuentra mayoritariamente clasificado en una zona de amenaza baja en un 70%.; esta área presenta zonas con vertientes suavizadas, convexas con pendientes entre 5-15°, representada por los depósitos de deslizamiento. Las áreas de amenaza media por movimientos en masa se caracterizan por tener vertientes moderadas, de pendientes entre 15-30° y por último está la amenaza alta, la cual representa el 8,8% y está asociada principalmente a las vertientes empinada, las cuales están afectadas por procesos de reptación producto de la ganadería con pendientes entre 30-45°.

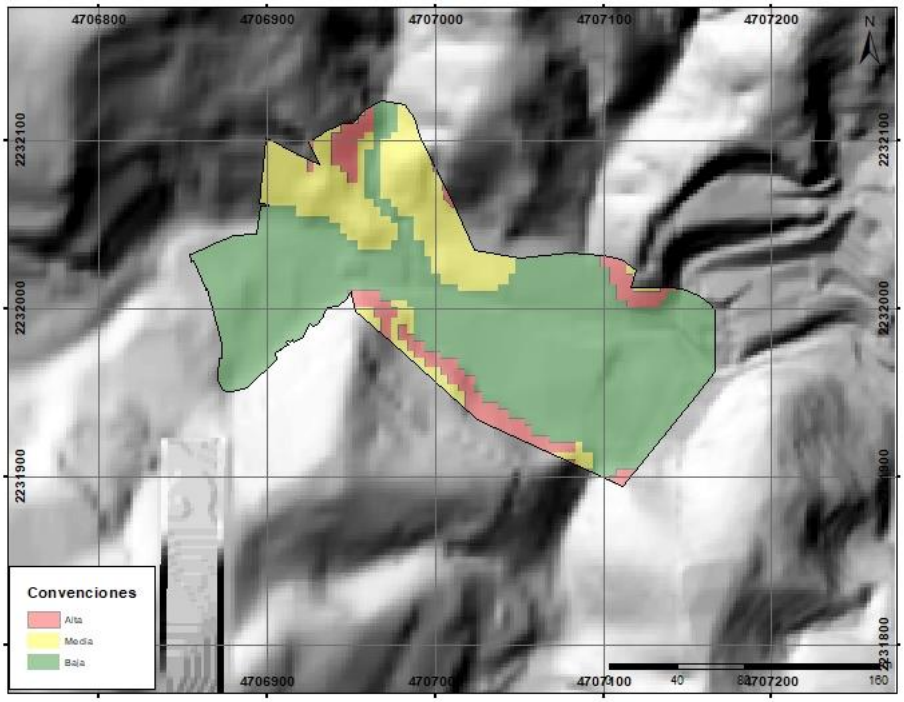


Figura 66. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado La Valeria.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

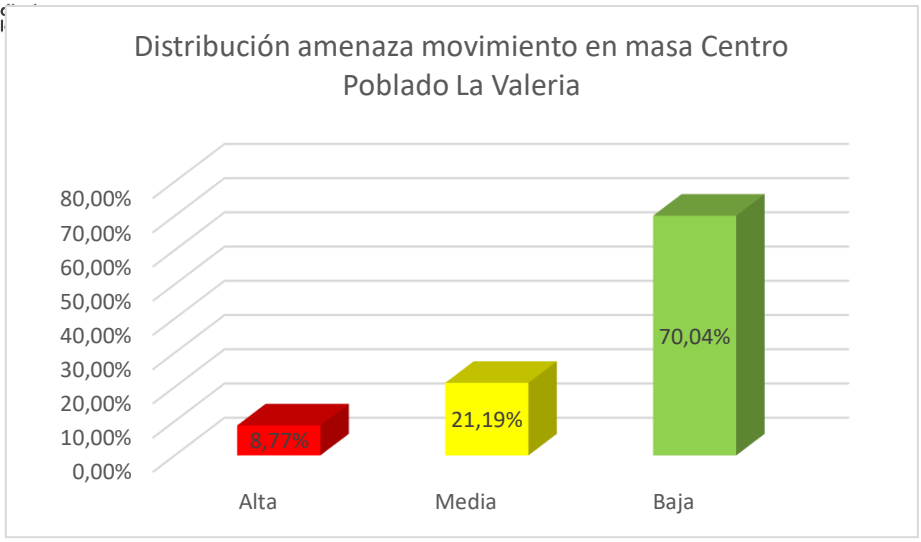


Gráfico 24. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado La Valeria.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.15.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

De acuerdo con la amenaza por inundación en el municipio, el centro poblado de La Valeria presenta una zona de amenaza por inundación asociada al cauce de la quebrada La Valeria, en las llanuras y/o terrazas presentes en la zona.

Estas zonas ocupan una considerable extensión de la parte baja de la vertiente, donde se observa una alta densidad de ocupación. Estas zonas se caracterizan por ser de topografía ondulada a plana de pendientes suaves a localmente moderadas. Su favorable configuración geométrica y la presencia de la corriente antes descrita generan unas condiciones favorables para la generación de fenómenos de inundación.

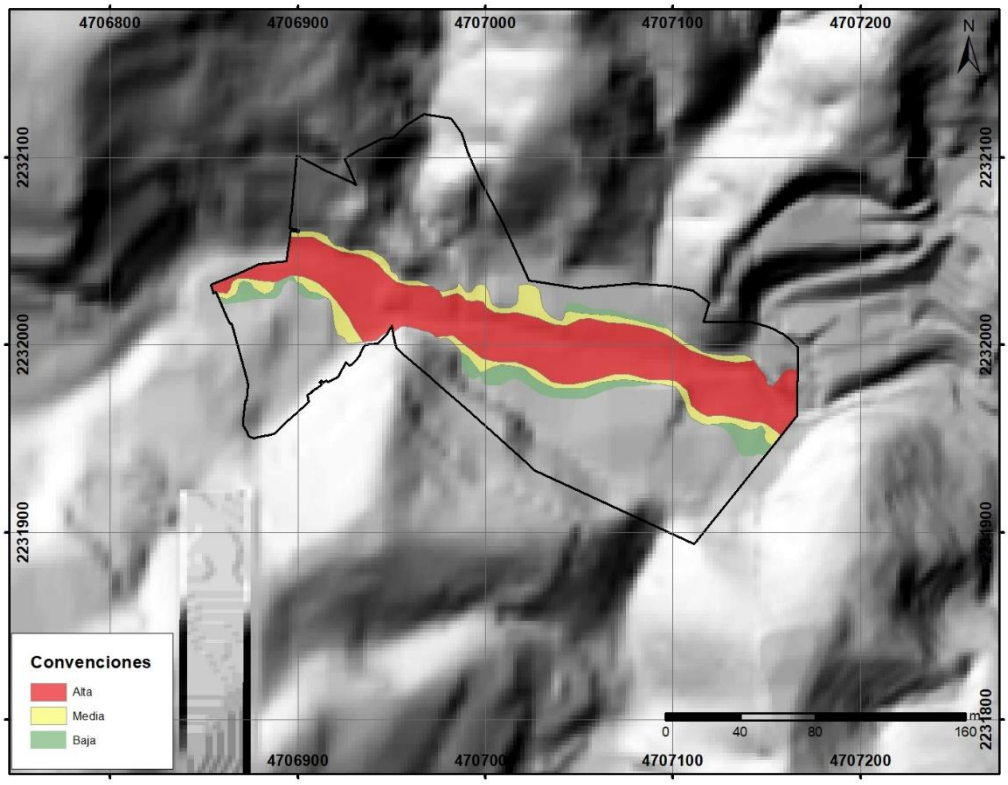


Figura 67. Mapa de amenaza por inundación para el centro poblado La Valeria.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

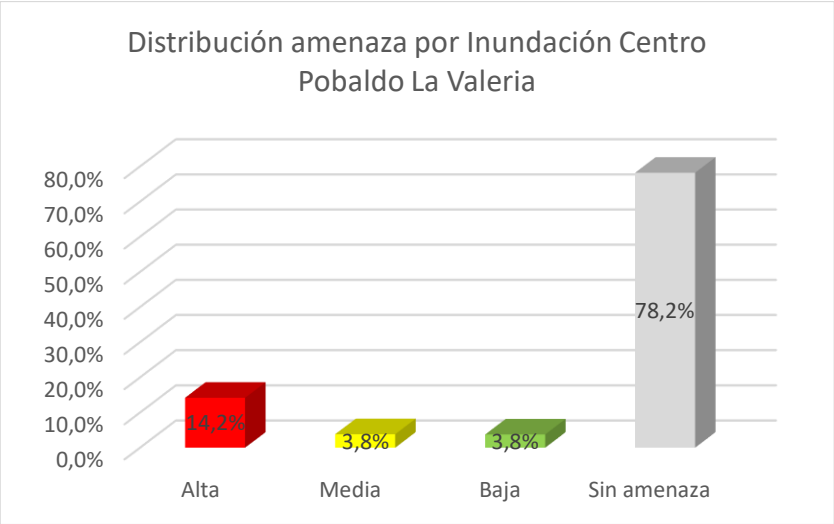


Gráfico 25. Distribución de amenaza por inundación en el centro poblado La Valeria.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

Respecto las avenidas torrenciales el 44,2% del centro poblado no tiene amenaza, Referente a las zonas con amenaza, esta se asocia a los depósitos aluviotorrenciales, siendo las evidencias geomorfológicas las que priman en estos sectores. La amenaza alta representa el 46,8% del centro poblado y las zonas de a amenaza medida tiene una 3,2% y la se amenaza baja tiene un porcentaje de 6,8%.

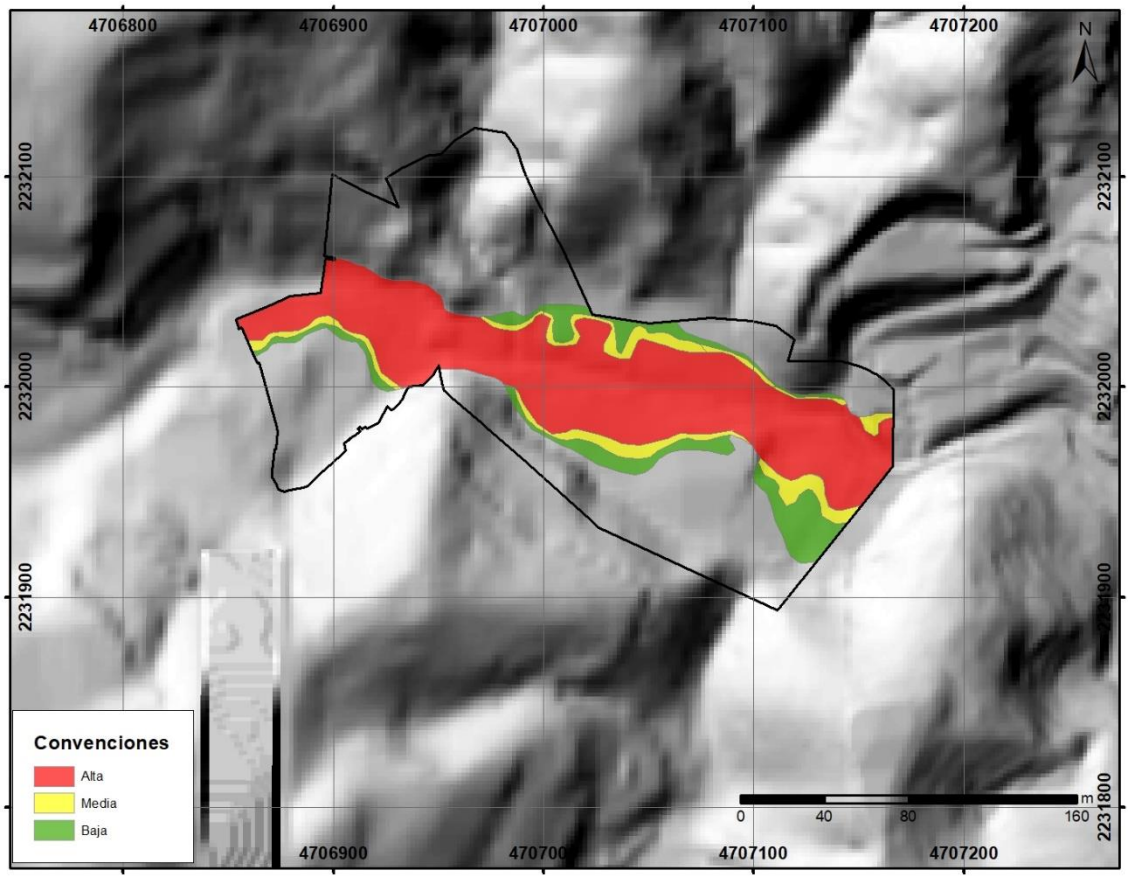


Figura 68. Mapa de amenaza por avenida torrencial para el centro poblado La Valeria.

Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

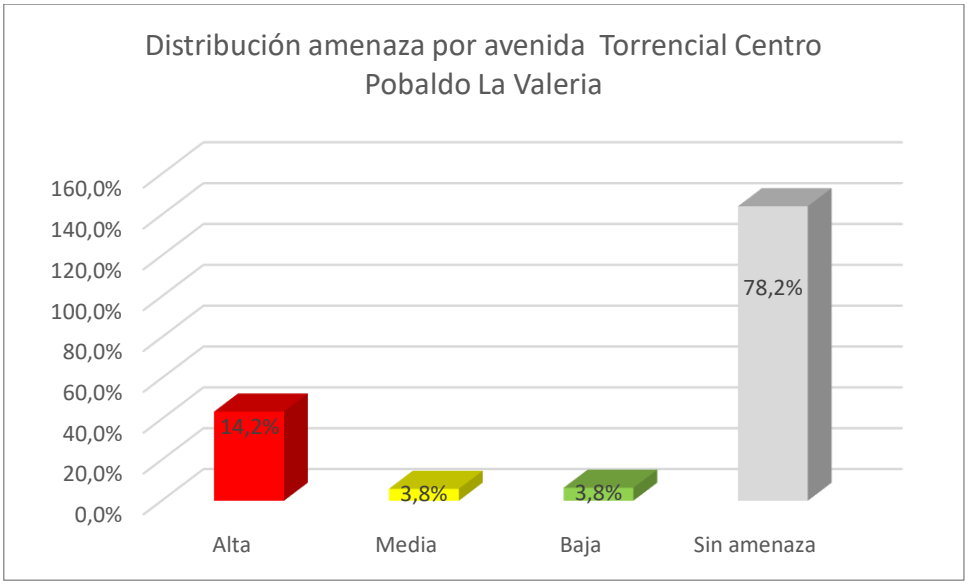


Gráfico 26. Distribución de amenaza por avenida torrencial en el centro poblado La Valeria.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023).

2.14.16. Centro Poblado El Raizal -Quiebrapatas

2.14.16.1. Zonificación de amenaza por movimiento en masa

El centro poblado El Raizal Quiebrapatas se encuentra clasificado en su mayoría por amenaza media representa el 56,4% del área, y está asociada principalmente a vertientes con pendientes moderadas, con inclinaciones entre 15-30°, la amenaza abaja cubre el 34,2% del centro poblado caracterizado por ser zonas de pendientes suaves a planicies, con inclinaciones entre 0-5° y La amenaza alta cure el 9,4% del centro y está asociado a vertientes con inclinación mayor que 30°.

El centro poblado Quiebrapatas no se encuentra clasificado en amenaza alta por movimiento en masa, esto es producto a las explanaciones realizadas y a las superficies del terreno naturales que tienden a ser zonas de baja susceptibilidad a deslizamientos.

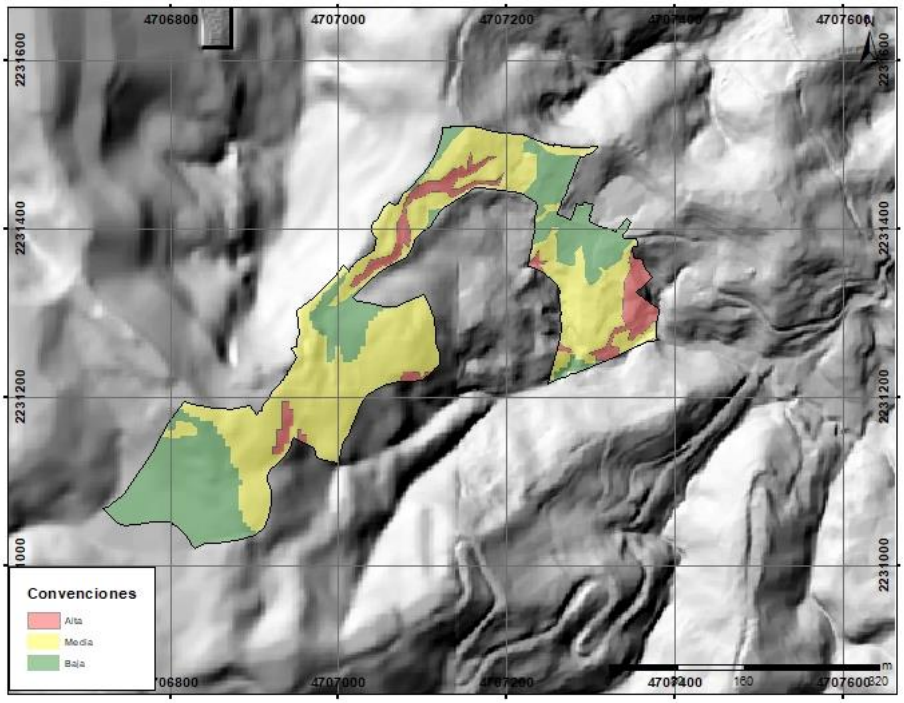


Figura 69. Mapa de amenaza por movimiento en masa para el centro poblado El raizal Quiebrapatas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

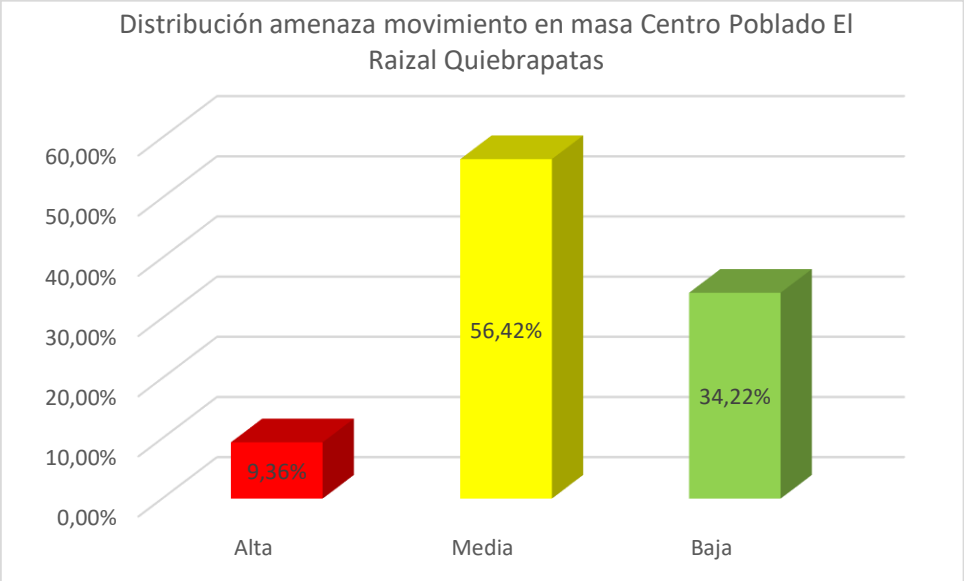


Gráfico 27. Distribución porcentual de amenaza por Movimiento en masa en el centro poblado El Raizal Quiebrapatas.
Fuente: Estudio básico de amenazas Caldas (2023)

2.14.16.2. Zonificación de amenaza por inundación y avenida torrencial

En el centro poblado Quiebrapatas no presenta amenazas por inundación y avenida torrencial, localizándose en zonas altas con ausencia de afluentes que afecten la zona.

2.14.17. ESTUDIOS DE RIESGO DE DETALLE CUENCA DE LA QUEBRADA LA RAYA

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el año 2019 elaboró estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del Municipio de la Estrella. Este estudio arrojo resultado en áreas del municipio de Caldas, dada la influencia de la Quebrada la Raya en el Municipio en el noroccidente, por el Centro Poblado El Cano La Raya. Dado lo anterior, en el actual proceso de revisión y ajuste del PBOT se incorporan los resultados de este estudio de detalle, que delimito áreas con riesgo mitigable y no mitigable en el municipio de Caldas.

Los resultados de la amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial de este estudio detallado para la porción de suelo del municipio de Caldas fueron incorporados en los estudios básico de amenaza y por ende en el presente proceso de revisión y ajuste.

A continuación, se presentan los resultados de la amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial para el municipio de Caldas:

Categoría amenaza	Movimiento en masa		Inundación		Avenida torrencial	
	Área m2	%	Área m2	%	Área m2	%
Alta	206825,73	65,4%	1990,6985	0,6%	7431,61	2,4%
Media	83738,927	26,5%	205,4	0,1%	5464,9	1,7%
Baja	25457,817	8,1%	0	0,0%	4326,15	1,4%
Sin amenaza	0	0	313826,37	0,993051	298799,81	0,945502

Ilustración 83. Amenaza por Movimiento en masa

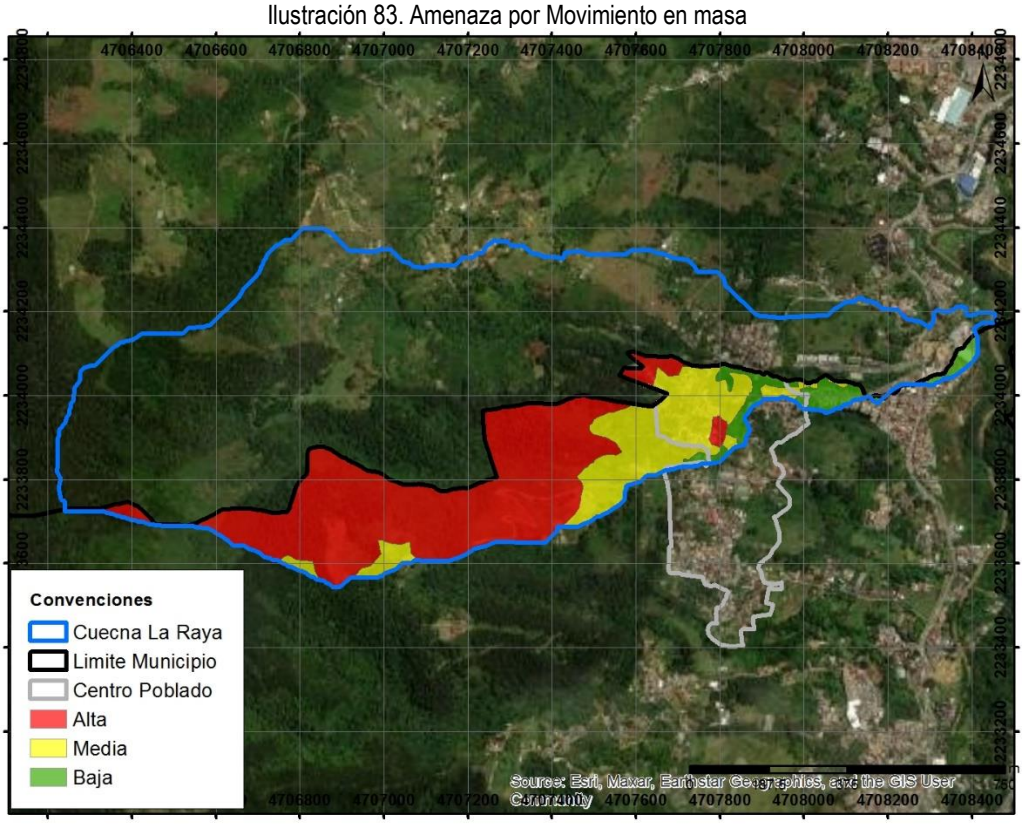


Ilustración 84. Amenaza por inundación

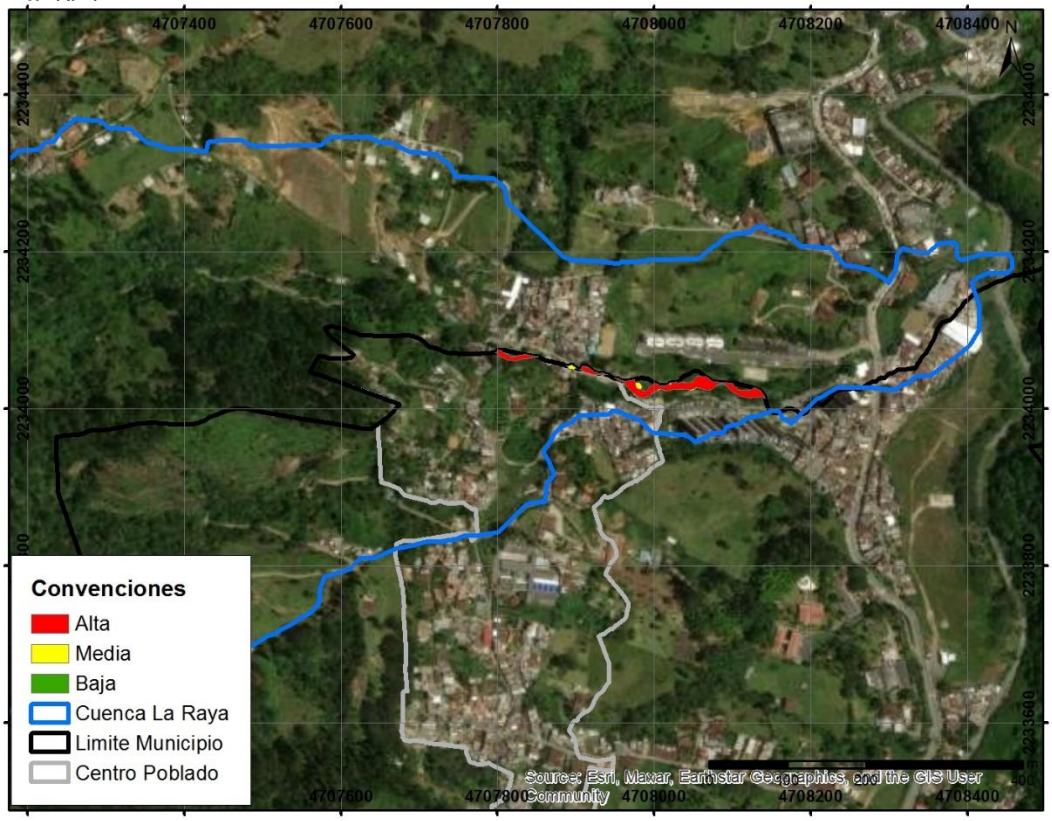
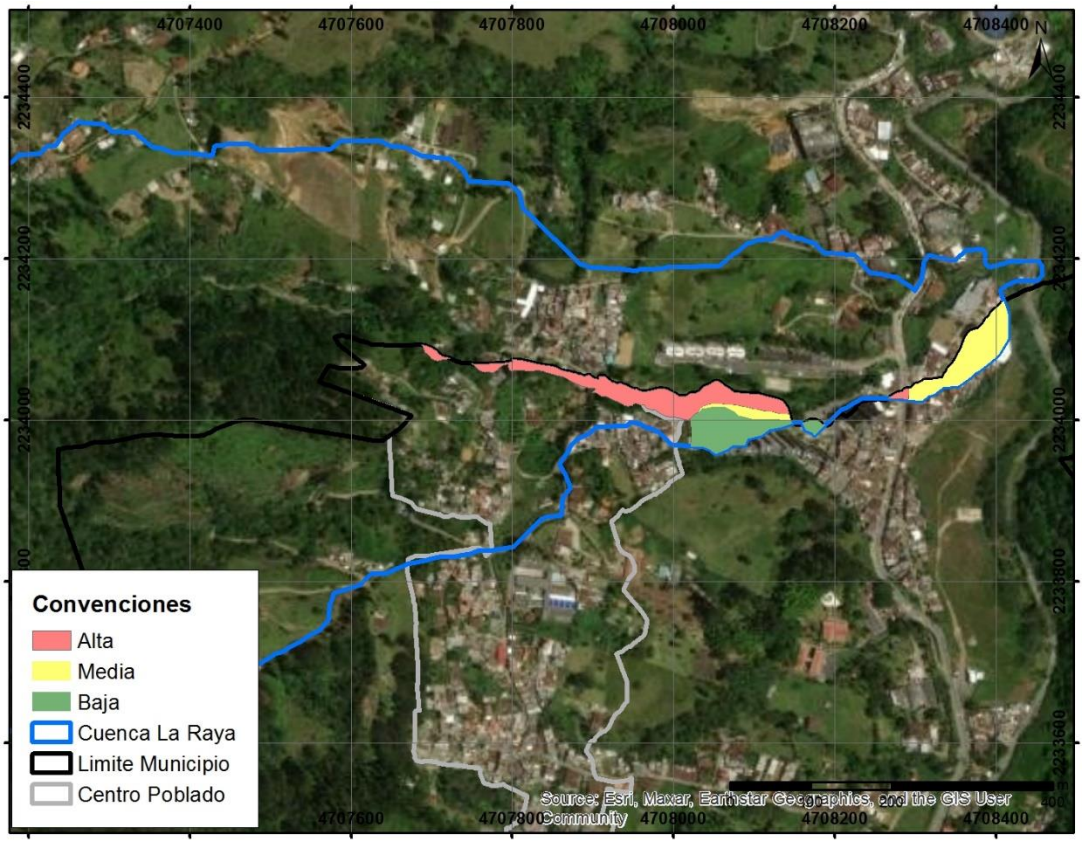


Ilustración 85. Amenaza Avenida Torrencial



2.14.18. ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN DEL RÍO MEDELLÍN EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA CLARA Y LA QUEBRADA LA JABALCONA

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá en junio de 2022, realizó un estudio detallado de amenaza por inundación del Río Medellín en el tramo comprendido entre La Clara y La Quebrada La Jabalcona; estudio de susceptibilidad a la ocurrencia de avenidas torrenciales en el sector aguas arriba de La Clara y, monitoreo del tramo canalizado del Río Medellín hasta el Hatillo en el Valle de Aburrá.

Es de anotar que, en la modelación hidráulica para determinar la amenaza por inundación en el estudio básico realizado por el municipio, en el marco del actual proceso de revisión y ajuste del PBOT se incorporaron los resultados de este estudio detallado para determinar la amenaza sobre el Río Aburrá y para modelar 15 quebradas afluentes directas al mismo.

A continuación, se incorporan los contenidos desarrollados para el municipio de Caldas en este estudio detallado de amenaza por inundación del Río Medellín:

2.14.18.1. Área de Estudio en el Municipio De Caldas

La parte alta y media alta de la cuenca del río Aburrá-Medellín se encuentra en jurisdicción del municipio de Caldas, correspondiendo a 14.39 km de longitud del tramo del río aproximadamente. Este municipio se encuentra localizado al sur del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia, limitando al norte con los municipios de La Estrella, Sabaneta y Envigado, al oriente con el municipio de El Retiro, al occidente con los municipios de Angelópolis y Amagá y al sur con los municipios de Santa Bárbara, Montebello y Fredonia.

Altitudinalmente se encuentra localizado entre los 2650 msnm en el Alto de Minas y los 1750 msnm en la cabecera municipal, con una temperatura promedio de 19 °C y precipitación media anual de 2514 mm/año. El municipio tiene una extensión de 133.4 km2, de los cuales 1.81 km2 corresponden al área urbana y 131.55 km2 al área rural (PBOT, 2010) con una población actual proyectada de 86042 habitantes, de los cuales el 81.65 % habitan en la zona urbana y el 18.35% en la zona rural (DANE, 2018).

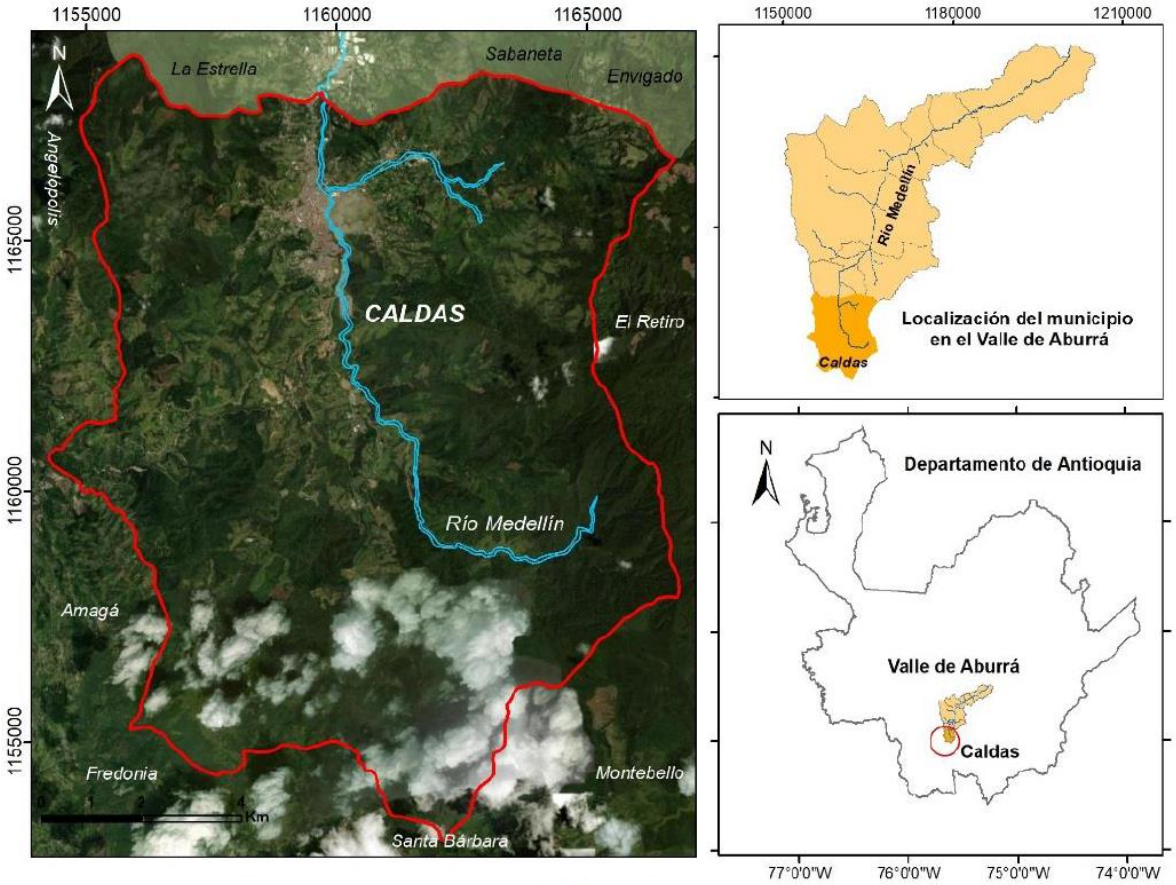


Figura 2. Localización general del municipio de Caldas-Antioquia.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

2.14.18.2. Resultados de la Simulación del Flujo – Características En El Municipio De Caldas

En todo el municipio, el río y los drenajes considerados tienen un canal natural (Tramo no Canalizado); la longitud del tramo simulado – 10 km - inició en la vereda La Clara – sector Las Presas hasta el límite con el municipio de la Estrella. En la parte alta, se identifican tres drenajes principales que confluyen en un tramo de unos 80 m. Estos drenajes son conocidos como: río Medellín (nacimiento), quebradas La Mina y La Clara.

En la parte alta de la cuenca de la cuenca del río Medellín se identifican algunas estructuras de control de gradiente tipo presas en gaviones – revestidas en concreto, que han ayudado a controlar la energía del flujo en este sector. En total se identifican tres estructuras principales y tres secundarias, denominadas como diques y contradiques.

La función principal de estas estructuras es retener la mayor cantidad de sedimentos transportados por las corrientes y, una vez colmatadas, regular la energía del flujo para que se disminuya la cantidad de sedimentos gruesos que puedan ser arrastrados. Se desconoce el año de construcción y la idea para la cual fue concebida la estructura; sin embargo, las condiciones hidráulicas de esta zona y la configuración geomórfica del cauce muestran una estabilidad aparente.



Figura 22. Presas de control de gradiente, parte alta de La Clara (Caldas) y evidencias de extracción de material.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Se evidenció la presencia de mineros artesanales a lo largo de este tramo, con una sobre explotación de material aluvial en algunas zonas. Algunas estructuras presentan procesos de socavación activos aguas abajo de las caídas (Figura 22); se recomienda construir obras de control de la socavación para evitar el desplome de las estructuras.

Hacia los asentamientos de San Rafael (vereda La Salada Parte Baja) y La Clara hay una gran cantidad de viviendas ubicadas dentro de las rondas hídricas de los drenajes de la Clara, río Medellín y La Mina. Estos drenajes presentan características muy marcadas de ser susceptibles a eventos torrenciales de gran magnitud, cuya física e hidrodinámica difiere notoriamente de los modelos de inundación aplicados en el presente estudio.

Con relación a las zonas inundables se puede apreciar que, la vereda La Clara (Figura 24), el sector La María (Figura 29) y el sector de La Salada parte baja (Figura 31) presentan problemas relacionados con el fenómeno de torrencialidad y múltiples viviendas, habitantes y vías de acceso localizadas en el borde el río, pueden afectarse antes estos eventos. Los resultados obtenidos en el modelo hidráulico concuerdan con los reportes de los habitantes del sector, tanto en magnitud como en la frecuencia de las inundaciones

En la Figura 23, se muestra el estado de las quebradas La Clara, La Mina y el río Medellín, donde se aprecian viviendas colindantes con los drenajes en mención.



Figura 23. Condiciones hidráulicas de las corrientes en la vereda La Clara y Salada Parte Baja; a) Qda. La Clara; b) Qda. La Mina; c) y d) Río Medellín

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 24 se muestra el mapa con la distribución de velocidad y profundidad en la vereda la Clara, sector de San Rafael y La Clara. Como se puede apreciar, el flujo invade la planicie de inundación e ingresa a las viviendas localizadas en ambas márgenes del canal. Así mismo, se evidencia la inundación de la cancha, instalaciones de la Junta de Acción Local (JAL) y la vía de acceso a La Clara. En el canal se presentarían velocidades entre 2.40 m/s y 4.0 m/s y profundidades entre 2.50 m y 4.0 m.

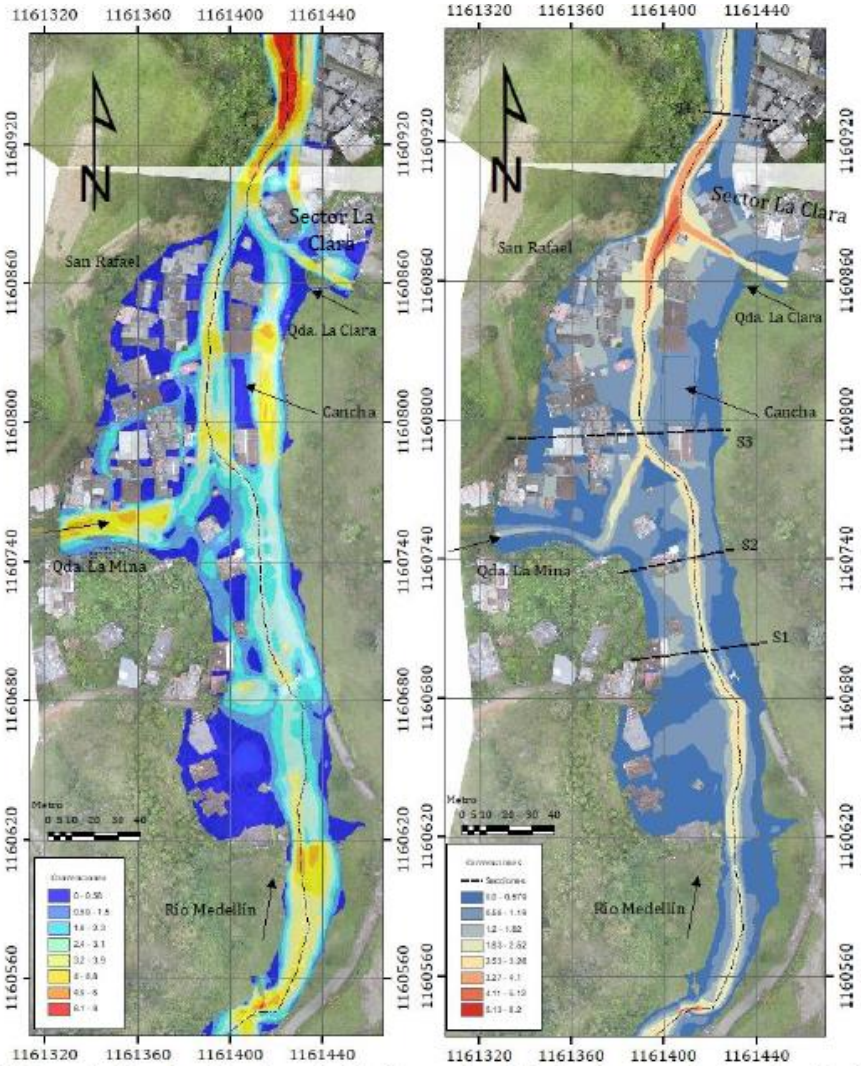


Figura 24. Mapa de distribución de velocidad y profundidad en la zona de inundación del sector San Rafael y La Clara

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Según los resultados de la simulación, la velocidad de flujo se concentra hacia la margen izquierda, sector San Rafael. Se puede apreciar que la mancha de inundación ocupa todo el caserío de San Rafael con velocidades de 0.58 m/s en la parte más occidental y entre 2.4 m/s y 3.1 m/s, en la zona de confluencia de la quebrada Las Mina y el río Medellín. La profundidad en la planicie izquierda oscila entre 0.58 m y 1.60 m.

Hacia la planicie de la margen derecha se presentan afectaciones a lo largo de la vía de acceso a La Clara, la cancha, la JAL y viviendas colindantes con el río, donde se llegan a presentar profundidades que superan 1.50 m de altura con velocidades cercanas a los 4.0 m/s. En la Figura 25, Figura 26, Figura 27, se presentan las secciones transversales S1, S2 y S3, tomadas en el sector de las presas, sector San Rafael, donde se puede evidenciar la altura del flujo en cada una de las secciones. Igualmente, se aprecia que en las viviendas colindantes con S1, el flujo alcanza una profundidad de hasta 1.20 m, en la S2, de 0.70 m sobre las viviendas de la margen izquierda y de 1.10 m sobre la vía ubicada en la margen derecha.

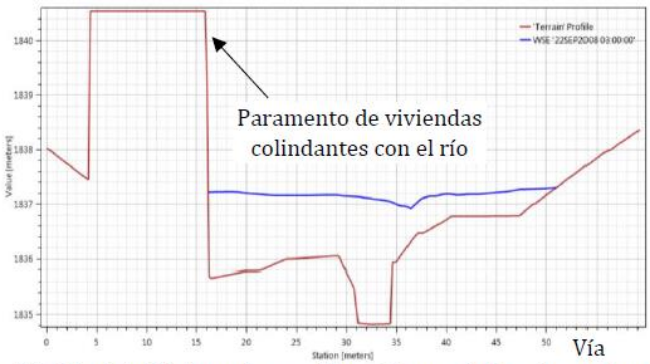


Figura 25. Nivel del flujo en la sección - S1, asociado a la creciente Q_{100}.

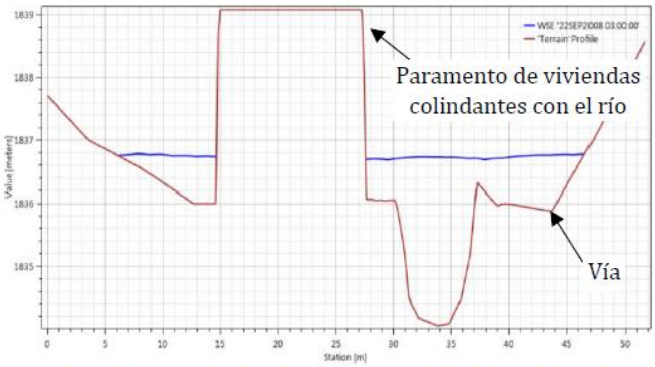


Figura 26. Nivel del flujo en la sección - S2, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la sección S3 (Figura 27), se observa una mayor concentración de viviendas en la margen izquierda y un desnivel topográfico en la planicie que favorece el encharcamiento, siendo más crítico en las viviendas colindantes con el río Medellín, donde el flujo supera un metro de altura.

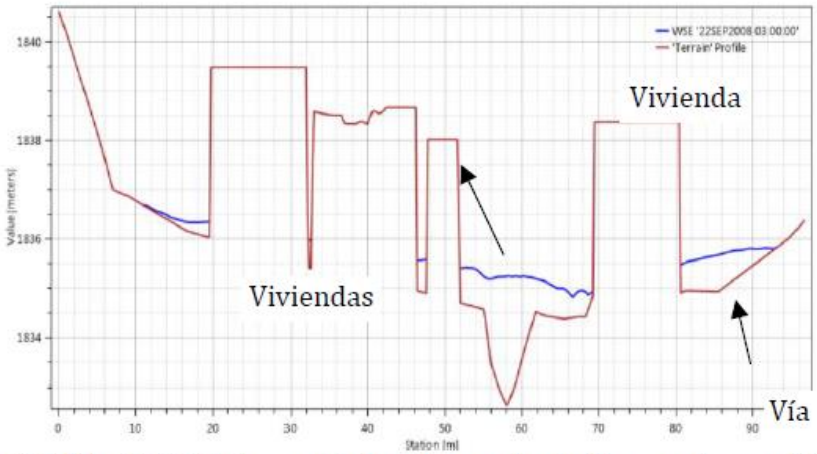


Figura 27. Nivel del flujo asociado a la creciente Q_{100}, en la sección - S3

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 28 se presenta la sección S4, sección transversal representativa del sector La Clara, donde se aprecia que el flujo alcanza a superar el nivel de la vía y queda confinado entre las viviendas; además puede observarse que el flujo supera los 0.50 m en la planicie de la margen derecha y se evidencia una

sobre elevación ocasionada por una curvatura en el flujo y el ingreso de agua al canal de la quebrada La Clara.

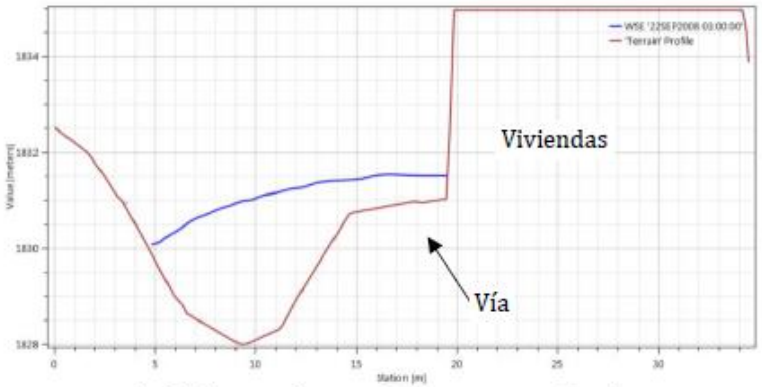


Figura 28. Nivel del flujo en la sección – S4, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Hacia el sector de la Clara se presentan reboses por fuera del canal asociado a la combinación de crecientes de la quebrada La Mina, río Medellín y la quebrada La Clara. En la Figura 29 se puede apreciar la extensión de la mancha de inundación, así como la distribución de la velocidad y profundidad del flujo en el tramo conocido como el sector de La Clara hasta el sector La María. De acuerdo con el mapa de velocidad en el canal se pueden llegar a presentar velocidades entre 0.5 m/s y 6.0 m/s, velocidades altamente erosivas; sin embargo, este sector se caracteriza por tener un afloramiento rocoso a una profundidad muy superficial. En el sector de La Clara, las viviendas se encuentran localizadas sobre la margen derecha (la margen izquierda presenta un escarpe pronunciado), en este sector el flujo ocupa la planicie, con vías de acceso y viviendas con velocidades que superan los 3.50 m/s y profundidades cercanas a los 0.80 m.

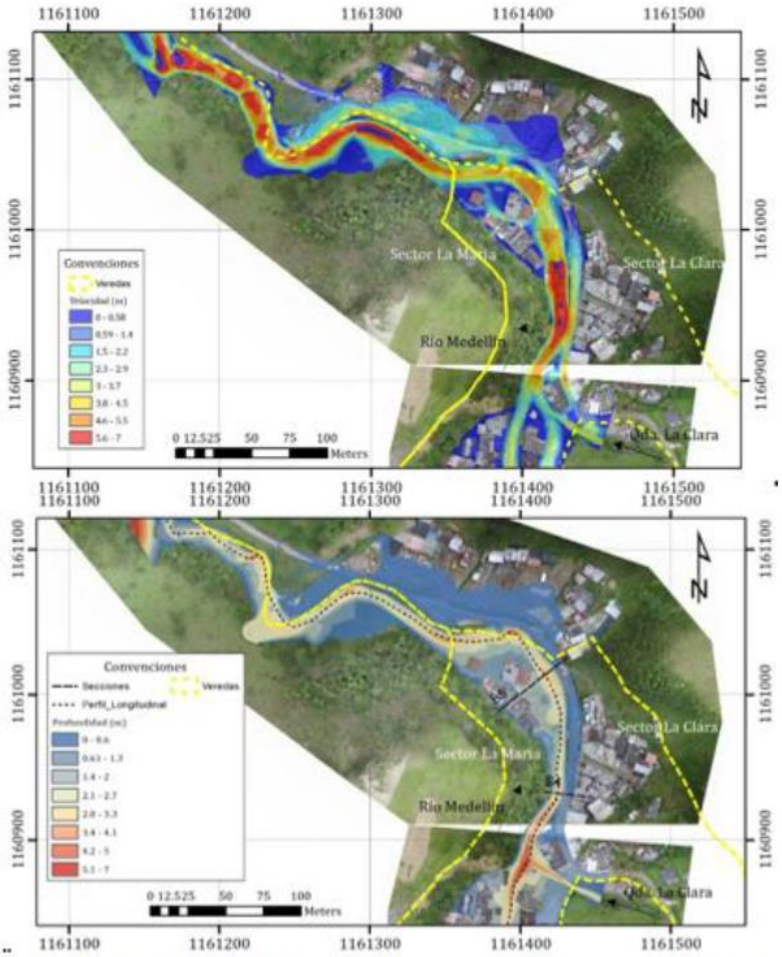


Figura 29. Distribución de velocidad y profundidad asociados a Q100 en el sector La María y La Clara.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En el sector de San Rafael (margen izquierda - aguas abajo del sector La Clara, Figura 29) múltiples viviendas se encuentran sobre la planicie muy cercanas a los hombros del canal. En este sector, prevalecen las altas velocidades en el canal, las cuales superan 4.0 m/s; hacia la planicie se encuentran zonas con velocidades superiores a los 3.0 m/s. Al ser la margen izquierda más baja que la derecha, el flujo tiende a ocupar este espacio; sin embargo, hacia aguas abajo logra sobrepasar el nivel de la margen derecha. Durante esta creciente el flujo supera los 4.5 m de altura; y las viviendas localizadas sobre esta margen podrán tener una altura del agua sobre los 1.80 m de altura. En la Figura 30 se muestra la sección S5 – nótese que la banca de la margen izquierda es inferior a la banca de la margen derecha y que la altura del flujo (asociada a Q100) en las viviendas colindantes supera los 2.0 m de altura.

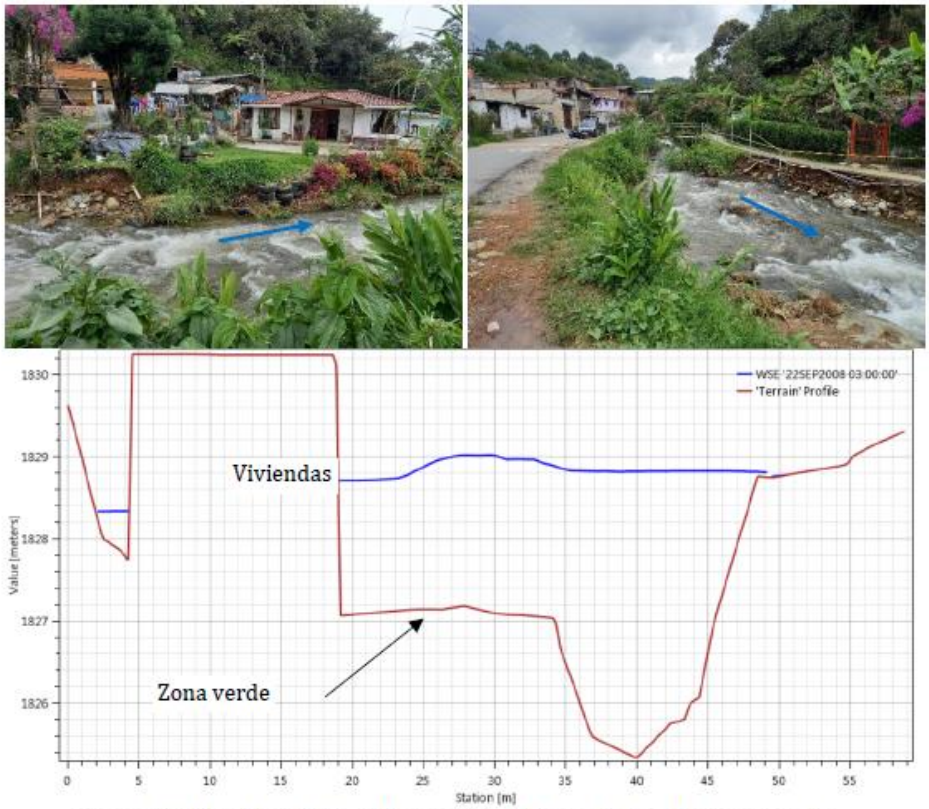


Figura 30. Nivel del flujo en la sección – S5, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 31 se muestra el mapa de distribución de velocidades y profundidades, en el tramo comprendido entre el centro poblado de la Salada parte baja –La Playita, la vereda La Salada parte baja y el sector de Los Puentes. Como se podrá evidenciar, el flujo logra abandonar el canal principal y ocupar una planicie relativamente estrecha.

En este sentido, la zona del centro poblado de la salada baja – La Playita, se ve afectado por problemas de inundación con profundidades que superan los 2.20 m y velocidades mayores a los 2.50 m/s en la planicie. Algunas viviendas podrían ser tapadas completamente por el flujo e incluso presentar colapso por la fuerza hidrodinámica ejercida por el flujo.

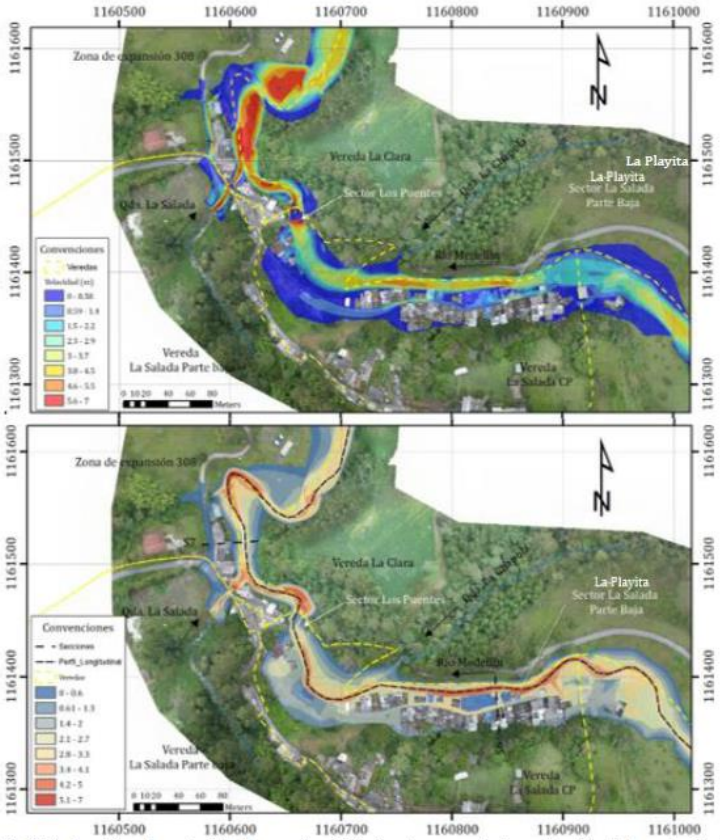


Figura 31. Distribución de velocidad y profundidad en la zona de inundación del sector La Playita

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 32 se muestran algunas imágenes con las condiciones características del río Medellín y las márgenes del canal a la altura del sector La Playita. En la Figura 32a se aprecia la existencia de un puente peatonal sobre el río Medellín que daba paso desde la vía a La Clara hasta el caserío La Playita, esta estructura colapsó en el mes de noviembre de 2021 a causa de un proceso de socavación y erosión de las márgenes. La Figura 32b, muestra una vista hacia aguas abajo del río Medellín en el sector La Playita, se puede apreciar las viviendas ubicadas justo en el borde del río Medellín y que son afectadas continuamente por problemas de inundación; adicionalmente, los habitantes han construido protecciones con llantas en la pata del talud, que si bien mitigan posibles erosiones marginales no constituyen una solución definitiva y adecuada del problema. En la Figura 32c, se muestra un muro en gaviones sobre la margen derecha del río, en la zona del puente peatonal y en la Figura 32d, se muestra un proceso de erosión marginal sobre la margen derecha, que se presentó durante la creciente del mes de noviembre de 2021 y que tiene en riesgo de colapso la vía de ingreso a la Clara.



Figura 32. Sector La Playita. a) Puente peatonal socavado y derrumbado; b) ocupación de la margen izquierda del río Medellín; c) muro en gaviones; d) procesos de erosión marginal

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 33 se presenta la sección transversal S6, tomada en la zona de la Playita, como se puede apreciar el flujo adquiere una profundidad de hasta 5.0 m de altura y hacia la margen izquierda supera la altura de viviendas localizadas en el borde del canal. Podrá observarse que el canal es relativamente bajo y estrecho, con un ancho de 6.0 m y una altura de 2.0 m.

Hacia el sector conocido como Los Puentes, el flujo presenta una caída abrupta asociado con un control litológico propiciado por la cercanía de la zona de falla San Jerónimo. En este punto el flujo se acelera y, por lo tanto, la lámina de agua se reduce. Teniendo en cuenta lo anterior, las inundaciones en el caserío del sector Los Puentes, están asociadas principalmente por crecientes de la quebrada La Salada.

En la Figura 34, se aprecia el nivel de flujo en la sección S7, ubicada aguas abajo del sector Los Puentes. Como se puede apreciar, la altura del flujo no supera los 2.50 m de altura y no alcanza el nivel de las viviendas adyacentes con el río. Por otra parte, en este sector predominan las altas velocidades del flujo, por lo tanto, los procesos erosivos pueden incidir en la inestabilidad del material superficial.



Figura 33. Nivel del flujo en la sección – S6, asociado a la creciente Q_{100}.

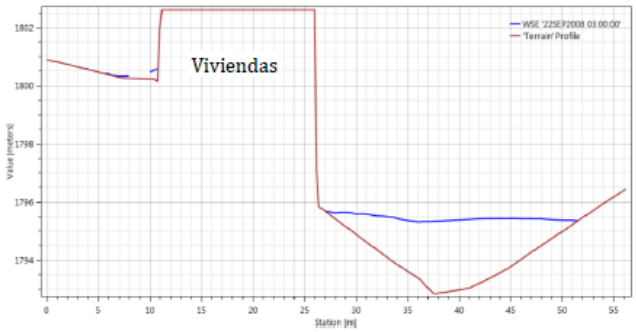


Figura 34. Nivel del flujo en la sección – S7, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 35 se aprecia el perfil longitudinal del flujo en el tramo comprendido entre La Playita (K3+500) y Los Puentes (K4+010), se puede apreciar que entre estos tramos se encuentra una caída abrupta de 7.0 m de altura, que ocasiona una fuerte aceleración del flujo. Aguas abajo de esta caída, el canal presenta un alta pendiente, que coincide con la ubicación del sector Los Puentes. En la Figura 36 se muestra la mancha de inundación detallada en la zona en mención, donde se podrá apreciar la localización general de los centros poblados y la extensión de la mancha de inundación.

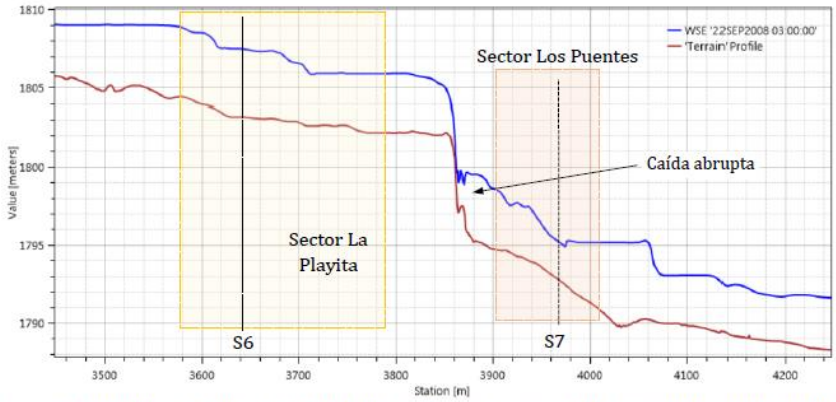


Figura 35. Perfil longitudinal del río Medellín en el tramo comprendido entre La Playita (K3+500) y Los Puentes (K4+010)



Figura 36. Mancha de inundación en el tramo comprendido entre el sector La Playita (K3+500) y Los Puentes (K4+010).

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 37 y Figura 38, se muestra el mapa con la extensión de la mancha de inundación, distribución de velocidad y profundidad, en la zona de expansión urbana 308 del municipio de Caldas. En la Figura 37 se muestra el tramo que comprende el caserío ubicado aguas abajo de Los Puentes conocido como San José, donde las viviendas se encuentran localizadas sobre la margen izquierda en el borde del canal del río Medellín; así mismo se aprecia que el flujo sobrepasa el nivel de la corona de la margen izquierda e invade las viviendas que se localizan sobre esta margen.

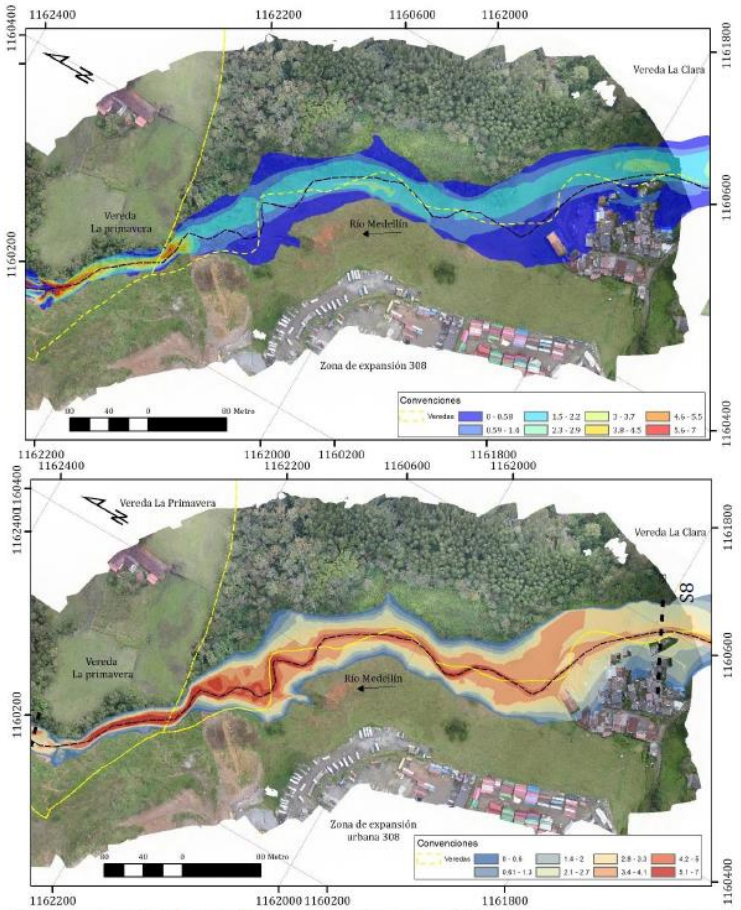


Figura 37. Distribución de velocidad y profundidad asociados a Q_{100}, zona de expansión urbana 308.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Se presenta en la Figura 38 el comportamiento del flujo del río Medellín en el sector de Los Botaderos próximos a la vía a Santa Barbara. Esta zona está delimitada entre la vereda La Primavera y la zona de expansión 308 (según el PBOT del municipio de Caldas).

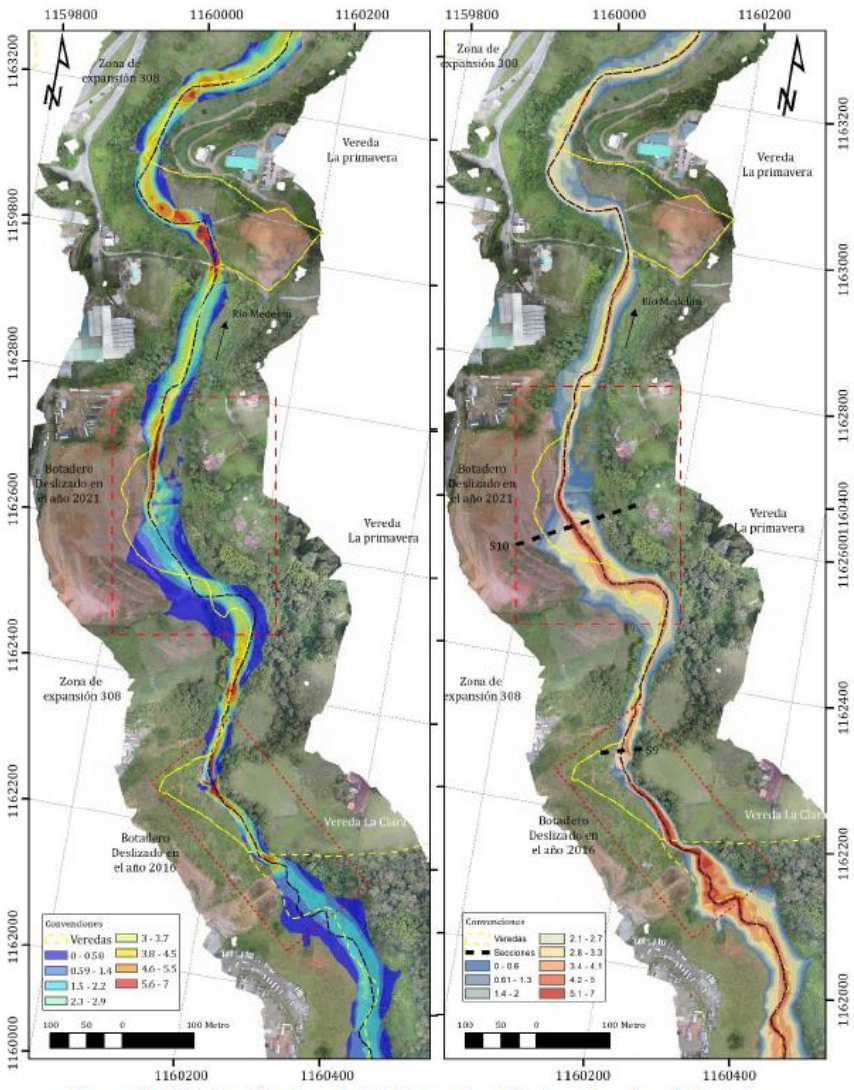


Figura 38. Distribución de velocidad y profundidad en el sector de Botaderos,

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Como se podrá apreciar, Figura 38, aguas abajo del sector de San José la mancha de inundación presenta una contracción asociada con la construcción de un botadero que falló en el año 2016 y tapó por completo el río Medellín. Hacia aguas arriba el flujo presenta un ancho superficial de al menos 90.0 m, mientras que al paso por el Botadero 1 este oscila entre 20.0 m y 30.0 m. Este cambio en la sección implica que la velocidad del flujo presente un aumento significativo, dado que pasa de unos 2.0 m/s a valores de hasta 5.0 m/s (velocidades altamente erosivas).

En la Figura 39 se observa que el nivel del flujo sobrepasa los 2.50 m de altura y que las viviendas ubicadas en la zona interior también pueden verse afectadas. Con relación a las velocidades del flujo, se pudo establecer que las velocidades superan los 3.0 m/s en el canal y los 1.20 m/s al paso por el caserío de San José.

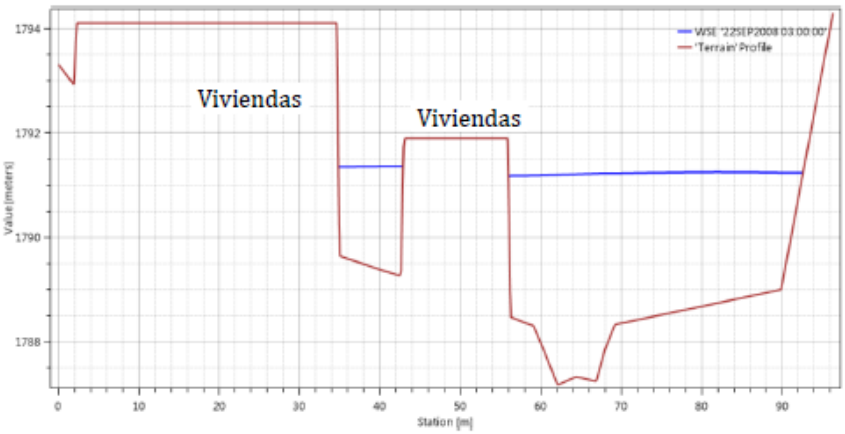


Figura 39. Nivel del flujo en la sección – S8, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 40 se presenta una sección transversal tomada en la zona del botadero 1 – fallado en el año 2016, donde se puede evidenciar el ancho de la sección transversal y la profundidad del flujo.

A unos 300 m de este botadero se encuentra un segundo botadero que igualmente presentó problemas de inestabilidad y falló en el año 2021. Al igual que el primer botadero, el material deslizado tapó el río Medellín y redujo la sección del canal. Aguas arriba se genera un remanso con un ancho superficial de 90 m; sin embargo, al pasar por la zona de mayor estrangulamiento el flujo presenta una aceleración y aumento de la velocidad, con magnitud similar a los del primer botadero. En la Figura 41 se muestra el nivel de flujo sobre la sección- S10, la cual corresponde a la sección de inicio del segundo botadero. Se podrá apreciar que en este sector se pueden alcanzar profundidades cercanas a los 6.0 m.

En la Figura 43 se muestra un comparativo de imágenes multitemporales, sobre imágenes de Google Earth, donde se puede apreciar la evolución de los dos botaderos a orillas de la vía Caldas – Santa Barbara.



Figura 40. Nivel del flujo en la sección – S9, asociado a la creciente Q_{100}.



Figura 41. Nivel del flujo en la sección – S10, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la imagen del 2007 no existían ninguno de los dos botaderos; en el año 2012 ya se encuentra activo el botadero ubicado más al sur y el río Medellín presenta una desviación del cauce. Hacia el año 2016, comienzan a llenar el segundo botadero (ubicado más al norte); se puede notar en la imagen, que en la zona donde se proyecta el lleno se está realizando un proceso de escarificación o retiro del material vegetal. De igual manera, se puede apreciar que, en el primer botadero se observan surcos que dan cuenta de una posible inestabilidad o asentamientos por el mal manejo del agua superficial y subsuperficial. Hacia el año 2019, se observa que ambos botaderos se encuentran sin material vegetal, posiblemente atendiendo la inestabilidad del primero y llenando el segundo. Hacia el año 2020, el primer botadero cuenta con una estabilidad aparente – se observa una vegetación consolidada, mientras que el segundo aún está en operación sin ningún tipo de recubrimiento. De igual manera, se puede observar que, en esta zona el río fue desplazado se su cauce natural, hacia la margen derecha en al menos dos ocasiones.



Figura 42. Análisis multitemporal del sector de Los Botaderos en Caldas, 2007, 2012, 2016.
Fuente: Imágenes tomadas de Google Earth

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

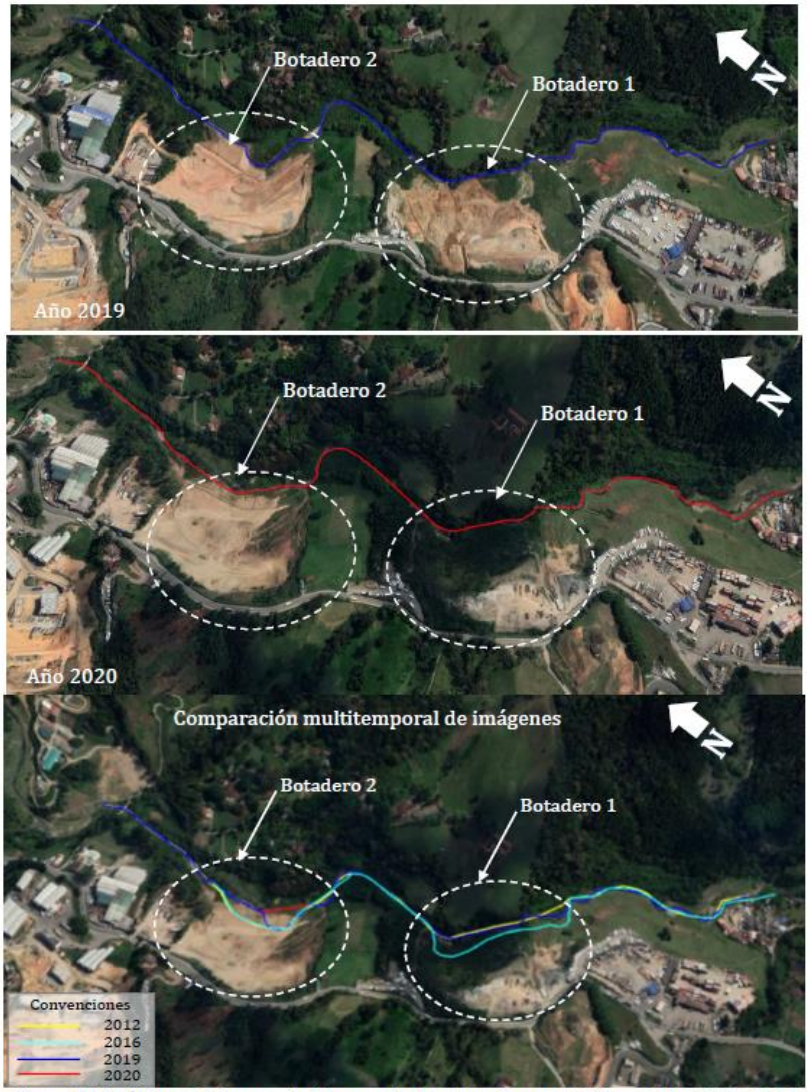


Figura 43. Análisis multitemporal del sector de Los Botaderos en Caldas 2019, 2020 y 2022.
Fuente: Imágenes tomadas de Google Earth.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 44 se muestra una imagen panorámica de los dos botaderos. Se podrá apreciar que, actualmente en el Botadero 1 existe un parqueadero en la parte superior. Con relación al segundo se aprecia que no cuenta con material vegetal superficial y que están realizando trabajos de estabilización del lleno con terraceo.

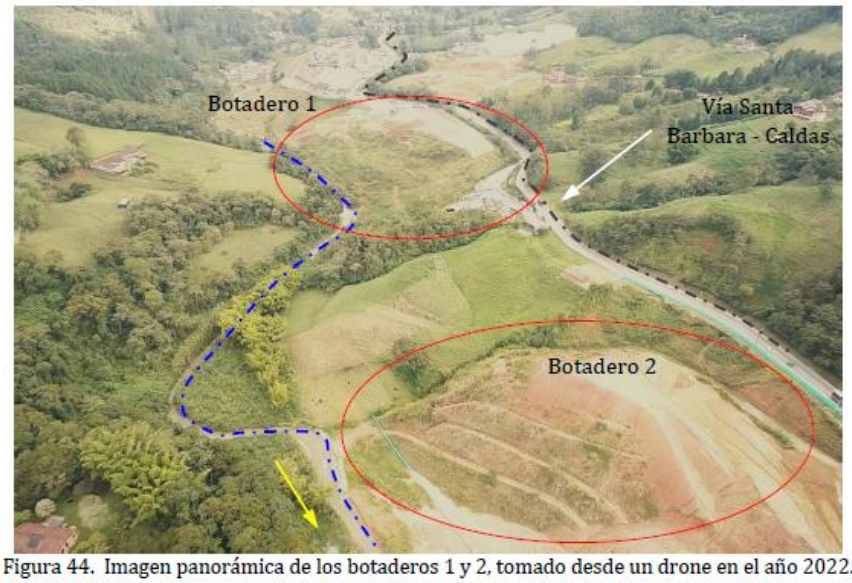


Figura 44. Imagen panorámica de los botaderos 1 y 2, tomado desde un drone en el año 2022.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Bajo la creciente de diseño se presentarían desbordamientos del flujo hacia la planicie, en la zona urbana del municipio de Caldas (Figura 45), la cual se encuentra ocupada por viviendas al borde del canal e instalaciones institucionales como coliseos, complejos polideportivos, etc. Se identifican problemas de inundación en los barrios Felipe Echevarría I y II, Juan XXIII, Soto del Parral, Centro, Olaya Herrera, La inmaculada 1 e Inmaculada 2, zona de desarrollo Tres Aguas, zona de expansión 309 Tres aguas, La Aguacatala, El Cano, El Pombal, zona de expansión 302 y barrio La Raya.

En las Figura 45 y Figura 52, se muestran los mapas con la distribución de velocidades y profundidades a lo largo de la zona urbana del municipio de Caldas hasta el límite municipal del municipio de La Estrella.

Como se puede apreciar en la Figura 45 y en las secciones transversales S11 y S14 mostradas en la Figura 46 y Figura 47, al paso por el Felipe Echevarría I y II, el flujo alcanza una profundidad de hasta 1.50 m sobre la margen izquierda e inunda todas las viviendas que se encuentran en este sector hasta la carrera 47. Las velocidades de este sector oscilan entre 0.60 m/s y 1.50 m/s.

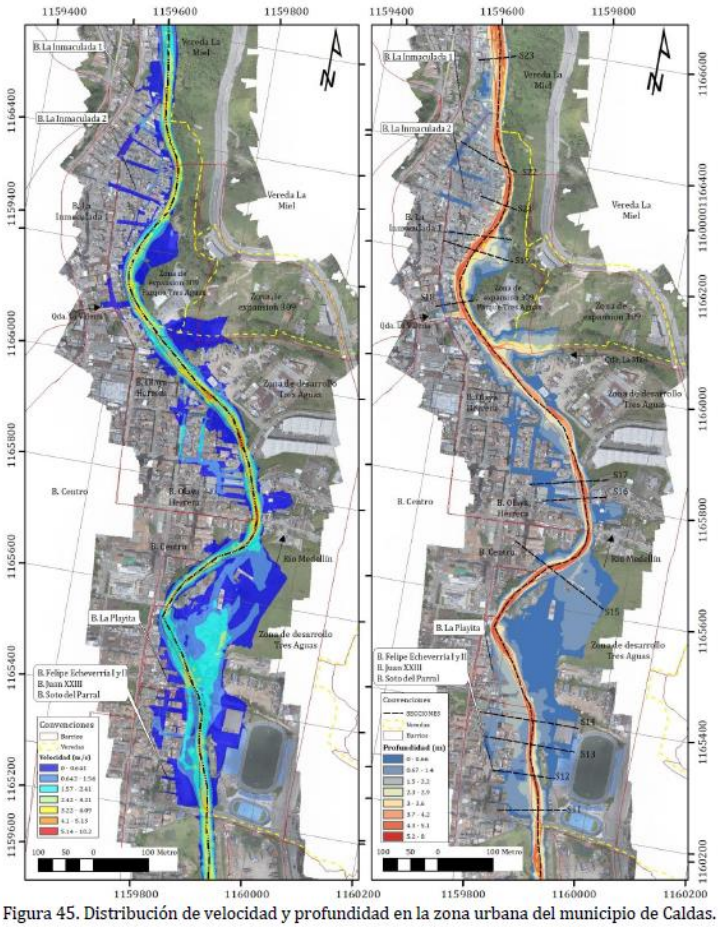


Figura 45. Distribución de velocidad y profundidad en la zona urbana del municipio de Caldas.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

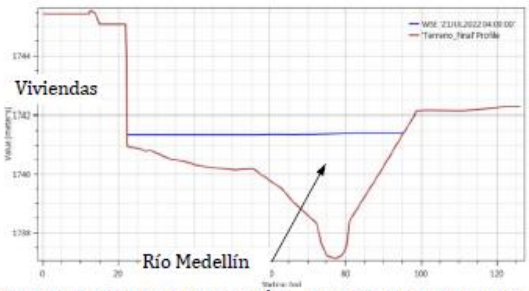


Figura 46. Nivel del flujo en la sección – S11, asociado a la creciente Q_{100}.

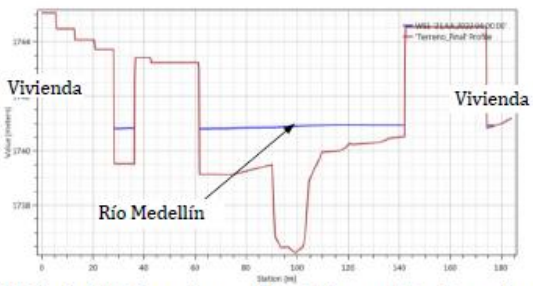


Figura 47. Nivel del flujo en la sección – S14, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la Figura 48, Figura 49 y Figura 50, se indican los niveles de flujo de la creciente Q100 en las secciones transversales S15, S19 y S22, ubicadas entre los barrios El Centro y la Inmaculada I y II (Figura 45),

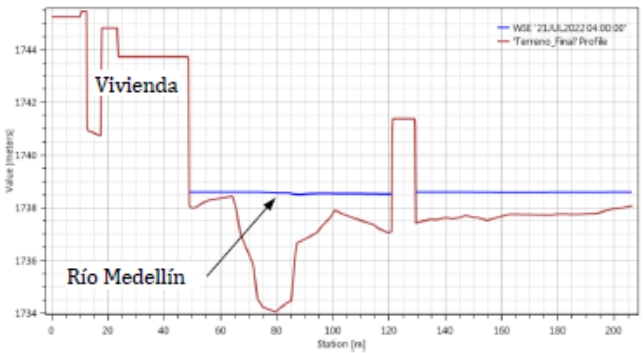


Figura 48. Nivel del flujo en la sección – S15, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

Como se puede apreciar en la Figura 48, hacia el barrio Centro, el flujo ocupa en una extensión de hasta 100 m, la planicie de la margen derecha, con profundidades de hasta 0.80 m y velocidades cercanas a 1.0 m/s. Aunque la margen izquierda presenta una mayor elevación, el flujo alcanza a superar este nivel y presenta reboses hacia este costado que involucran algunas viviendas. Teniendo en cuenta que la margen derecha se encuentra en una zona de desarrollo urbano, se deberá tener un especial cuidado con las construcciones que se proyecten sobre dicha margen, dado que podrían confinar el flujo e incrementar los niveles de inundación en la margen opuesta.

Hacia el sector de la Inmaculada I y II, la condición de inundación tiende a ser más crítica, da dado que algunas viviendas se encuentran ubicadas en todo el borde del canal, expuestas socavación y eventuales colapsos de las estructuras por empujes del agua (Figura 51). Como se puede apreciar en la Sección S19 (Figura 48), el flujo puede alcanzar una profundidad de hasta 3.0 m de altura sobre las viviendas. Según los resultados de la modelación hidráulica se considera que las viviendas ubicadas a una distancia de 20 m desde el borde del canal presentan una mayor amenaza dado que el flujo supera 1.0 m de profundidad y las velocidades son altamente erosivas.

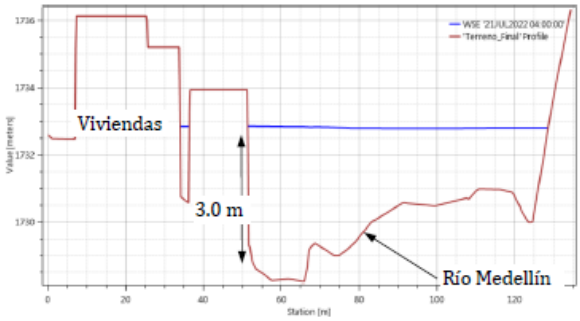


Figura 49. Nivel del flujo en la sección – S19, asociado a la creciente Q_{100}.

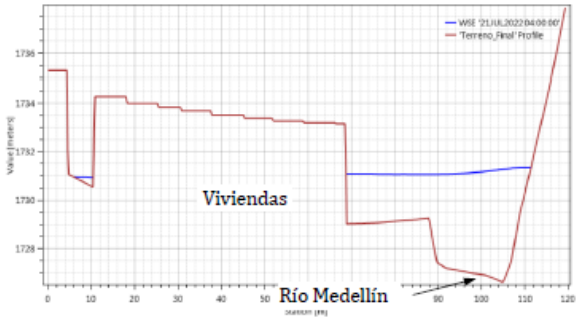


Figura 50. Nivel del flujo en la sección – S22, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En la sección S22 (Figura 50) se puede apreciar que, el flujo sobre el sector de la Inmaculada II presenta una extensión de hasta 70.0 m sobre la margen izquierda, con velocidades superiores a 1.20 m/s. La profundidad del flujo en las viviendas colindantes supera los 2.0 m de altura y alcanza una extensión de hasta 60 m, sobre la margen derecha. Luego del parque Tres Aguas, la margen derecha se encuentra confinada por un talud de gran altura, que presenta cicatrices de inestabilidad y desgarres de material superficial.

Según los habitantes del barrio La Inmaculada, el talud de la margen derecha hace unos ocho años presentó desprendimientos superficiales que ocasionaron una emergencia en este sector. Actualmente se evidencian surcos producto de la erosión laminar.

En la Figura 52 se muestra el mapa con la extensión de la mancha de inundación, la distribución de velocidad y profundidad del flujo, en el tramo comprendido entre el barrio La Inmaculada I, La Aguacatala – El Cano – El Pombal, La Raya Baja y la zona de expansión 302. Se puede apreciar que, en la zona de la Inmaculada I el flujo inunda las viviendas asentadas sobre la margen izquierda.



Figura 51. Aspectos del río Medellín al paso por el barrio La inmaculada II. a) viviendas ubicadas en el borde del canal; b) protecciones en la margen derecha con escombros y costales; c) desgarres en talud de la margen derecha; d) viviendas y protecciones en margen izquierda.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

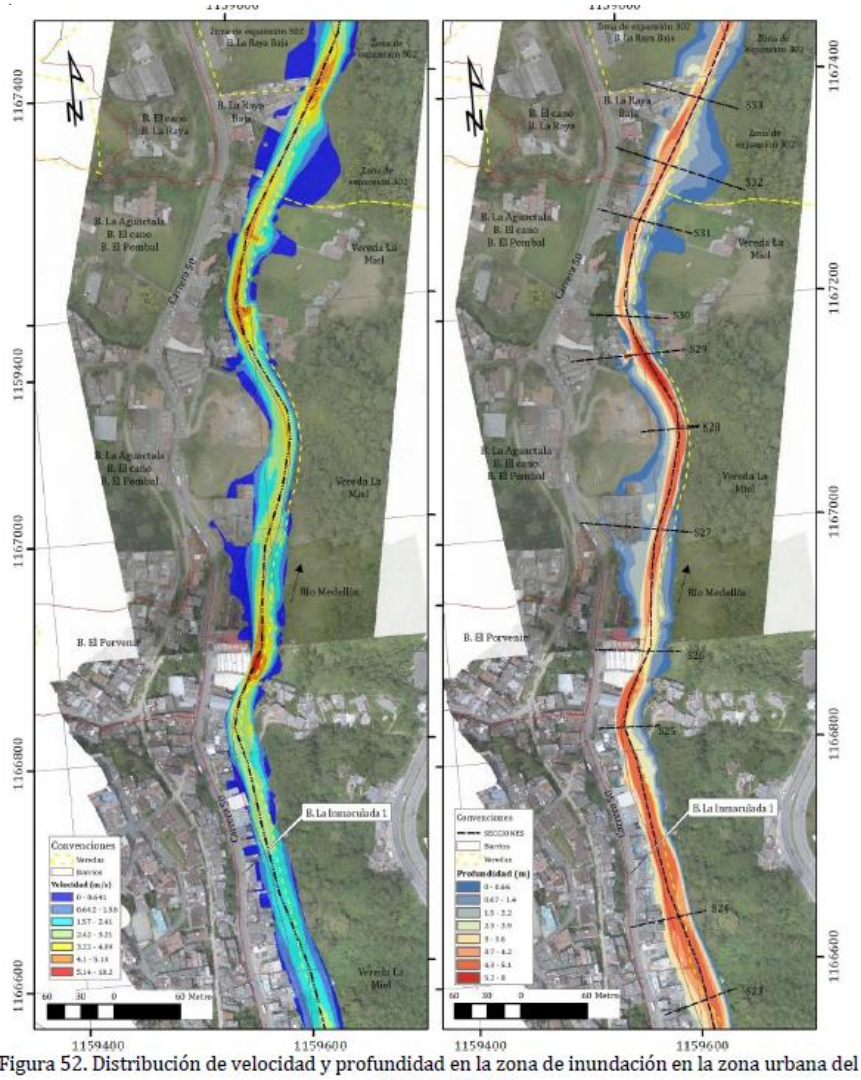


Figura 52. Distribución de velocidad y profundidad en la zona de inundación en la zona urbana del municipio de Caldas

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

En Figura 53 y Figura 54, se muestran los niveles de flujo sobre las secciones S27 y S33 (Figura 52); en éstas se puede evidenciar que el flujo alcanza una profundidad entre 2.20 m y 3.30 m sobre las viviendas colindantes con el canal.



Figura 53. Nivel del flujo en la sección – S27, asociado a la creciente Q_{100}.

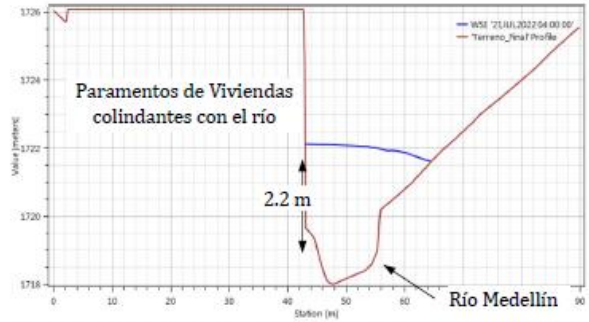


Figura 54. Nivel del flujo en la sección – S33, asociado a la creciente Q_{100}.

Fuente: Estudios de riesgo por inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa, diseños geotécnicos de estabilización y diseños hidráulicos de la cuenca de la quebrada la raya del municipio de la estrella. (AMVA 2022)

2.14.18.3. Análisis Geológico- Geomorfológico Municipio De Caldas

2.14.18.3.1. Sectores La Clara, San Rafael y La María

Los primeros sectores evaluados comprenden el área de confluencia de las quebradas La Mina y La Clara al río Medellín, que incluyen el Centro Poblado Rural La Clara y sus sectores San Rafael y La María en la margen izquierda del río Medellín. El análisis de la amenaza por inundación partió 2 km aguas arriba de este sector. Además, se cuenta con un análisis de amenaza por avenidas torrenciales de las cuencas en su parte alta que no es evaluado en este segmento. En el documento técnico de este estudio se describe a detalle la geología, la geomorfología y los sitios críticos según la amenaza por inundación en el sector.

2.14.18.3.2. Sectores La Playita, Los Puentes y Los Lagos -San José

La segunda zona de análisis comprende los sectores de La Playita, Los Puentes y Los Lagos – San José, en la zona de confluencia de las quebradas La Salada, La Chapola y La Brunera al río Medellín. En el documento técnico de este estudio, se describe a detalle la geología, la geomorfología y los sitios críticos según la amenaza por inundación en este tramo.

2.14.18.3.3. Sectores El Lago – Primavera

La tercera zona de análisis comprende el sector de Primavera en inmediaciones de la escombrera El Lago y en la desembocadura de la quebrada El Zarzo al río Medellín, en donde existen cambios del comportamiento del río Medellín por las acciones antrópicas dada por vertimiento de materiales en la llanura aluvial. En el documento técnico de este estudio se describe a detalle la geología, la geomorfología y los sitios críticos según la amenaza por inundación en este tramo.

2.14.18.3.4. Zona Urbana– Barrios Felipe Echavarría – Olaya Herrera

La cuarta zona de análisis comprende el sur y centro de la zona urbana del municipio de Caldas, desde el Parque Industrial en Primavera y los barrios Felipe Echevarría, Los Cerezos, el Estadio Municipal y parte de los barrios Centro y La Corrala. Este sector se caracteriza por la amplitud de la llanura aluvial del río Medellín, la alta exposición de viviendas a fenómenos de inundación y la existencia de abanicos aluviotorrenciales provenientes de quebradas secundarias sobre ambas márgenes del río. En el documento técnico de este estudio se describe a detalle la geología, la geomorfología y los sitios críticos según la amenaza por inundación en este tramo.

2.14.18.3.5. Zona Urbana– Barrios Centro – Inmaculada y Bellavista

La quinta zona de análisis comprende el norte de la zona urbana del municipio de Caldas, desde el Parque Tres Aguas en la desembocadura de la quebradas La Valeria y La Miel al río Medellín hasta los barrios Bellavista y La Esperanza al norte, con énfasis en el barrio La Inmaculada en donde se presentan inundaciones y procesos de socavación recurrentes y críticos. En el documento técnico de este estudio se describe a detalle la geología, la geomorfología y los sitios críticos según la amenaza por inundación y socavación en este tramo.

2.15. BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo 014 de 2010. Concejo municipal de Caldas.

Estudios básicos de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en los municipios de Caldas, La Estrella, Envigado, Itagüí, Bello, Copacabana y Barbosa, para la incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial. Área Metropolitana, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2018.

Acuerdo 476 de 2016 de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA– "POR EL CUAL SE DECLARA, DELIMITA Y ALINDERA EL ÁREA PROTEGIDA "RESERVA FORESTAL PROTECTORA REGIONAL ALTO DE SAN MIGUEL" EN EL MUNICIPIO DE CALDAS, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA"

Acuerdo 327 de 2009 de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA– "Por el cual se modifica el acuerdo N° 267 del 10 de septiembre de 2007 y aprueba el Plan Integra de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca"

Plan de ordenamiento del recurso hídrico para la quebrada Sinifaná y sus principales tributarios. Corantioquia. 2016.

Acuerdo emitido por El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA– y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -CORNARE "Por medio de la cual se declara en ordenamiento el recurso hídrico del Río Aburrá, perteneciente a la Cuenca Hidrográfica del nivel subsiguiente Río Aburrá - NSS (2701-01), en jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, AMVA, la Corporación Autónoma Regional de las 'Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE- y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA" 2015.

Convenio Cinturón Verde Metropolitano del Valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia – Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2013.

Diagnóstico Servicios Sanitarios – Caldas. TX SEINCO ESP. 2018

PMOT - Directrices y lineamientos metropolitanos de ordena-miento territorial-ambiental en función del modelo de ocupación. Área Metropolitana del Valle de Aburrá – Universidad Nacional de Colombia. 2018.

Plan de desarrollo del municipio de Caldas. Caldas Progresa 2016 -2019

Plan Maestro de la Bicicleta del Valle de Aburrá 2030.

Cinturón Verde Metropolitano del Valle de Aburrá.

Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos.

Plan Maestro de Movilidad del Área Metropolitana.

Distrito de Manejo Integrado de los recursos naturales renovables la ladera occidental del Valle de Aburrá.

Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables Divisoria del Valle de Aburrá – Río Cauca.

Reserva Forestal Protectora Regional Alto De San Miguel" En El Municipio De Caldas, Departamento De Antioquia.

Actualización De La Línea Base De Gestión Del Riesgo Y Mapa De Susceptibilidad Al Cambio Climático 2014-2015 En La Jurisdicción De Corantioquia.

Línea Base De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero Para La Jurisdicción De Corantioquia.

Plan Regional para el Cambio Climático en la Jurisdicción de Corantioquia.

Análisis De Situación De Salud Con El Modelo De Los Determinantes Sociales De Salud Del Municipio De Caldas - Antioquia – Antioquia, Actualización 2017.

Declaratoria de un área protegida reserva forestal protectora regional “Alto de San Miguel”

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. PGIRS 2015.

Plan de Acción Corantioquia 2016 – 2019

Plan de Gestión Ambiental Municipal. 2017. Caldas, Antioquia.

Plan Educativo Municipal Caldas 2015 – 2024.

Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Valle de Aburrá.

Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Amagá. Corantioquia 2017.

Plan de gestión integral de residuos sólidos -PGIRS- regional del Valle de Aburrá, 2017-2030. Acodal – Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2017.

Diagnóstico acueductos rurales, 2016. Convenio AMVA – CREAME

Política Pública de Construcción Sostenible. AMVA 2015.

Estudio Básico de Amenazas del Valle de Aburrá del AMVA.

Evaluación de avenidas torrenciales del DAGRAN 2018.

Plan Regional para el Cambio Climático en la jurisdicción de Corantioquia.

Línea base de emisiones de gases de efecto invernadero en la jurisdicción de Corantioquia.

Acuerdo Metropolitano N° 24 (2019).

AIS. (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10.* Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

AMVA. (2006). *Microzonificación Sísmica Detallada De Los Municipios De Barbosa, Girardota, Copacabana, Sabaneta, La Estrella, Caldas Y Envigado.*

AMVA. (2008 - 2015). *contaminacion atmosferica y sus efectos de la salud de los habitantes* .

AMVA. (2017). Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire - PIGECA.

AMVA. (2018). PAC&CV C1 Sintesis del Clima.

AMVA. (2019). Plan de Acción ante el Cambio Climatico y la Variabilidad Climatica . *PAC&VC.*

AMVA. (2019). Plan de Acción ante el Cambio Climatico y la Variabilidad Climatica del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *PAC&VC.*

AMVA. (2019.). Formulacion del Plan de Accion ante el Cambio y la Variabilidad Climatica, capitulo sintesis del clima.

AMVA. (2020). Análisis de indicadores de ruido ambiental para los barrios de los 10 municipios del Valle de Aburrá.

AMVA. (2021). Actualización y Avancces BanCO2 Metropolitano.

AMVA. (s.f.). *Un Protocolo en Epocas de Contingenia Ambiental*. Obtenido de https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/POECA.aspx

AMVA, I. d. (2018). *Inventario de Emisiones AMVA.*

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2006). *Directrices Metropolitanas de Ordenamiento Territorial.* Medellín: AMVA.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2008). *Plan de Desarrollo Turístico del Valle de Aburrá 2008-2015.* Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, URBAM. (2011). *Plan Director BIO 2030.* Medellin: Mesa Editores.

Aristizabal , E., Vázquez, M., & Ruiz, D. (2019). Métodos estadísticos para la evaluación de la suceptibilidad por movimientos en masa. *TecnoLógicas*, vol. 22. no. 46, pp. 39-60.

Bennett , G., & Mulongoy, K. (2006). Review of experience with ecological networks, corridors, and buffer zones. En *CBD Technical Series No 23* (pág. 100).

Charman, P. V., & Murphy , B. W. (2000). *Soils: their properties and managment (2nd ed.).* Melbourne y Oxford: Oxford University Press.

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. En *Water Resources and Environmental Engineering.* New York: McGraw Hill Series.

Colorado Zuluaga, G., Vásquez Muñoz, J., & Mazo Zuluaga, I. (2017). Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino en Santa Elena (Medellín, Colombia). . *Acta biol. Colombia*(22(3)), 379-393. Obtenido de http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n3.63013

Congreso de la República. (30 de Diciembre de 1993). Ley 105 de 1993. *Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 105 de 1995 ,Reglamentada por el Decreto Nacional 2263 de 1995 por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades*. Bogotá.

Congreso de la República. (18 de Julio de 1997). Ley 388 de 1997. *Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá.

Congreso de la República. (31 de Julio de 2006). Ley 1083 de 2006. *Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 798 de 2010 por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.* Bogotá D.C.

Congreso de la República. (16 de Julio de 2008). Ley 1228 de 2008. *Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 4550 de 2009 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de C*. Bogotá.

Congreso de la República de Colombia. (24 de Abril de 2012). Ley 1523 Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial 48411 de abril 24 de 2012.* Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Imprenta Nacional.

Congreso de la República de Colombia. (13 de Julio de 2016). Ley 1796, Por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función pública que ejercen los curadores urbanos y se dictan otras disposicione. *Diario Oficial No. 49.933*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional.

Corantioquia, C. A. (2019). *Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Regional Alto de San Miguel .*

CORANTIOQUIA-AMVA. (2018). Distribucion de la densidad de empresas y fuentes industrales.

Cruden, D. & Varnes, D. (1996). Landslides types and processes. En A. TUrner, & L. Schuster, *Landslides: Investigation and Mitigation, Tranpsoration research Board, Spetial Report 247* (págs. 36-75). Washingron, D.C: Natonal acedemy Press.

elaboracion propia (2023).

Grosse, E. (1926). *Terciario Carbonifero de Antioquia.* Berlin.

Herrera, C., & DÍAZ, V. (2013). *Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio. Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica. En DOSSIER ciudades 1.* Obtenido de http://www3.uva.es/iuu/DOSSIER/Dossier%2001/Dossier%2001%20043-070%20HERRERA%20CALVO.pdf

Hurlimann, M., Reckenmann, D., Medina, V., & Bateman, A. (2008). Evaluation of approaches to calculate debris-flow parameters for hazard assessment. *Engineering Geology*, 152-163.

IDEAM. (2011). *Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la Estructura Ecológica Nacional - Documento Sinteis. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- .* Bogotá D.C.

IDEAM. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la Evaluación Regional del Agua - ERA.* Bogotá.

IDEAM. (2017). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación.* Bogotá.

IDEAM-SISAIRE. (2017). *Subsistema de informacion sobre caliad del aire - SISAIRE*.

Informe de Gestion de la Calidad del Aire AMVA (2021).

Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Valle de Aburrá- MinAmbiente. (2021).

Maya y Gonzalez . (1995). Unidades litodémicasde la cordillera Central de Colombia. *Boletin geologico, Ingeominas*.

McGarigal, K., Cushman, S., & Ene, E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.* Recuperado el 2018, de http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

MINAMBIENTE. (1998). *Guía ambiental para el transporte de hidrocarburos por ductos.* Bogotá.

MINAMBIENTE. (2003). *Guía de manejo seguro y gestión ambiental para 25 sustancias químicas.* Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

MINAMBIENTE. (2003, b). *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.* Bogotá: Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.

Ministerio de Desarrollo Económico. (1996). *Ciudades y Ciudadanía. La Política urbana del salto social.*

Municipio de Caldas. (2015). *Fuente: Plan Municipal de Gestión de Riesgos de Desastres.*

OMM - UNESCO. (2012). *Glosario hidrológico internacional.* Ginebra.

Plan Integral de Cambio Climatico de Antioquia. (Gobernación de Antioquia).

PRCC, C. (2017). *Plan Regional para el Cambio Climatico.*

Presidencia de la República. (17 de Mayo de 2005). Ley 1538 de 2005. *por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 361 de 1997*. Bogotá D.C.

Presidencia de la Republica de Colombia. (30 de Diciembre de 2005). Decreto 4741 de 2005. *Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejó de los residuos o*. (M. d. Territorial, Ed.) Bogotá: Colombia.

Presidencia de la República de Colombia. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1077. *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.* Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional.

Presidencia de la República de Colombia. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1077 de 2015. *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.* Bogotá D.C.

Rickenmann, D. (1991). HYPERCONCENTRATED FLOW AND SEDIMENT. *Journal of Hydraulic Engineering*, 1419-1439.

SCS. (1972). Hidrology. En USDA, *National Engineering Han-Book* (pág. 544). Washington, D.C.: U.S Government Printing Office.

SGC. (2016). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa.* Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

SGC. (2021). *Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.* Bogotá.

Snyder, W. M. (1972). Fitting Of Distribution Functions By Nonlinear Least Squares. *Water Resources Research*, 1423-1432.

Suarez Niño, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales.* Bucaramanga: División Publicaciones UIS.

Suarez, J. (2001). Capitulo 5. EROSIÓN EN MASA – FLUJOS Y AVALANCHAS. En *Control de erosión en zonas tropicales* (págs. 170-190). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Suárez, J. (2009). *Deslizamientos, analisis geotécnico, Volumen, 1.* Bucaramanga: División Publicaciones UIS.

Turner, M., Gardner, R., & O'Neill, R. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice.* New York: Springer-Verlag.

UNAL & AMVA. (2018). *Estudios básicos de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en los municipios de Caldas, La Estrella, Envigado, Itaqüi, Bello, Copacabana y Barbosa, para la incorporación de la gestión del reisgo en la planificación territori.* Medellín: AMVA.

UNAL. (2018). *Estudios básicos de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en los municipios de Caldas, La Estrella, Envigado, Itaqüi, Bello, Copacabana y Barbosa, para la incorporación de la gestión del reisgo en la planificación territori.* Medellín: AMVA.

UNGRD & MADS. (2015). *Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal.* Unidad Nacional Para La Gestión Del Riesgo De Desastres & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá: UNGRD.

Universidad de Antioquia & AMVA, 2. (s.f.). *Determinación y Protección de las Potenciales Zonas de Recarga en el Centro y Sur del Valle de Aburrá.*

Williams, J., & Hann, W. (1973). HYMO: problem-oriented computer language for hydrologic modeling, users manual, ARS-09. (U. D. Agriculture, Ed.) *Agricultural Research Service*, 76.

Xing, Z., G. Tarboton, D., R. Maidment, D., Y. Liu, Y., & Passalacqua, P. (2018). River Channel Geometry and Rating Curve Estimation Using. *JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION*, 1-22.

Conestudios S.A. (2019, noviembre). FASE DE DIAGNÓSTICO CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS - POMCA Río Sucio Alto. (página 146). CORPOURABA. https://corpouraba.gov.co/wp-content/uploads/CAPÍTULO_3.11_CARACTERIZACIÓN_FÍSICA_CAPACIDAD_DE_USO_DE_LA_TIERRA.pdf

CORANTIOQUIA. (2015, 6 de abril). PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ. (página 259).

Medellin.gov. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/01/1.6-Plan-de-Ordenacion-y-Manejo-de-la-Cuenca-del-Rio-Aburra-POMCA-Regional.pdf

https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/12_CapituloI_Diagnostico_CapacidadUso.pdf - **Pagina 41 de GMANEJO – capacidad del uso del suelo**