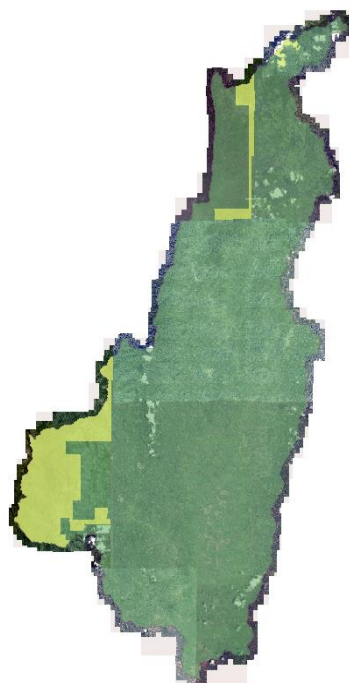


### III. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO - BIÓTICO



### III-11. COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA

ABRIL 2017

FORMULACIÓN PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RIO RISARALDA  
FASE DE DIAGNÓSTICO

## TABLA CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 8  |
| 2. OBJETIVOS .....   | 9  |
| 2.1 Objetivo General .....   | 9  |
| 2.2 Objetivos Específicos .....  | 9  |
| 3. METODOLOGÍA GENERAL ANALISIS DE COBERTURAS DE LA TIERRA .....   | 9  |
| 4. ACTUALIZACIÓN COBERTURAS DE LA TIERRA (CORINE LAND COVER) Y USO DE LA TIERRA EN LA CUENCA A ESCALA 1:25.000 ..... | 10 |
| 4.1 obtención de las imágenes.....   | 11 |
| 4.2 Creación del mosaico de imágenes.....  | 13 |
| 4.3 Actualización de las coberturas de la tierra desde la GDB de cobertura de 2011 .....                             | 14 |
| 4.4 Criterios para el ajuste de coberturas.....  | 14 |
| 4.4.1 Tejido urbano continuo .....   | 14 |
| 4.4.2 Tejido urbano discontinuo .....  | 16 |
| 4.4.3 Bosque ripario .....   | 17 |
| 4.4.4 Cuerpos de agua .....  | 17 |
| 4.4.5 Plantación forestal .....  | 17 |
| 4.4.6 Zonas de explotación minera.....   | 18 |
| 4.5 Verificación de coberturas .....   | 19 |
| 4.5.1 Verificación en campo Sector Las Cruces, municipio de Riosucio .....   | 20 |
| 4.5.2 Verificación en campo Sector Los Charcos - Cambia, municipio de Riosucio.....                                  | 22 |
| 4.5.3 Sector San Clemente y Ocharma Municipio de Guática.....  | 24 |
| 4.5.4 Verificación en campo sector Puente Umbría, en Belén de Umbría .....   | 25 |
| 4.5.5 Sector de extracción de material de arrastre .....   | 26 |
| 4.6 Correcciones topológicas y otras .....   | 27 |
| 4.7 Definición de leyenda y representación.....  | 27 |
| 5. DESCRIPCIÓN COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DE LA CUENCA DEL RÍO RISARALDA, ACTUALIZADA AL AÑO 2015.....             | 29 |
| 5.1 Tejido urbano continuo (1.1.1).....  | 29 |
| 5.2 Tejido urbano discontinuo (1.1.2) .....  | 30 |
| 5.3 Zonas industriales o comerciales .....   | 30 |
| 5.4 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....  | 31 |
| 5.5 Zonas de extracción minera .....   | 31 |
| 5.6 Otros cultivos transitorios .....  | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 5.7. Oleaginosas y leguminosas.....   | 32 |
| 5.8. Hortalizas .....   | 33 |
| 5.9. Tubérculos.....  | 33 |
| 5.10. Cultivos permanentes herbáceos .....  | 34 |
| 5.11. Cultivos permanentes arbustivos.....  | 34 |
| 5.12. Cultivos permanentes arbóreos.....  | 35 |
| 5.13. Pastos limpios .....  | 35 |
| 5.14 Pastos arbolados.....  | 36 |
| 5.15. Pastos enmalezados .....  | 37 |
| 5.16. Mosaico de cultivos .....   | 37 |
| 5.17. Mosaico de pastos y cultivos.....   | 37 |
| 5.18. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales .....                              | 37 |
| 5.19. Mosaico de pastos con espacios naturales .....                                      | 38 |
| 5.20. Bosque denso .....  | 38 |
| 5.21. Bosque abierto .....  | 40 |
| 5.22. Bosque fragmentado .....  | 40 |
| 5.23. Bosque de galería y ripario.....  | 40 |
| 5.24. Plantación forestal .....   | 41 |
| 5.25. Arbustal .....  | 42 |
| 5.26. Vegetación secundaria o en transición.....  | 42 |
| 5.27. Zonas arenosas naturales .....  | 43 |
| 5.28. Afloramientos rocosos .....   | 43 |
| 5.29. Tierras desnudas y degradadas .....   | 44 |
| 5.30. Zonas quemadas.....   | 44 |
| 5.31. Ríos (50 m).....  | 44 |
| 5.32. Lagunas, lagos y ciénagas naturales .....   | 45 |
| 5.33. Cuerpos de agua artificiales .....  | 45 |
| 5.34 Conclusión de las coberturas y usos de la tierra en la cuenca del río Risaralda..... | 46 |
| 6. INDICADOR DE TASA DE CAMBIO DE COBERTURAS NATURALES DE LA TIERRA- TCCN 49              |    |
| 6.1. Metodología.....   | 49 |
| 6.2. Resultados .....   | 51 |
| 6.3. Conclusiones indicador tasa de cambio de coberturas .....                            | 65 |
| 7. INDICADOR DE VEGETACIÓN REMANENTE (IVR) .....  | 65 |
| 7.1. Metodología.....   | 65 |
| 7.2. Resultados .....   | 66 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.3 Conclusiones.....  | 71  |
| 8. ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN - IF .....  | 72  |
| 8.1. Metodología.....  | 72  |
| 8.2. Resultados .....  | 76  |
| 8.3. Conclusiones Índice de Fragmentación.....   | 78  |
| 9. INDICADOR DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA – IPD.....   | 79  |
| 9.1. Metodología.....  | 80  |
| 9.2. Resultados .....  | 82  |
| 9.3. Conclusiones.....   | 87  |
| 10. ÍNDICE DE AMBIENTE CRÍTICO – IAC .....   | 88  |
| 10.1. Resultados.....  | 89  |
| 10.2. Conclusiones.....  | 93  |
| 11. ÍNDICE DEL ESTADO ACTUAL DE LAS COBERTURAS NATURALES.....                                      | 94  |
| 11.1. Metodología.....   | 94  |
| 11.2. Resultados .....   | 97  |
| 11.3. Conclusiones del ambiente crítico .....  | 98  |
| 12. INDICADOR DE PORCENTAJE (%) DE ÁREA RESTAURADA EN CUENCAS<br>ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS ..... | 99  |
| 12.1. Resultados .....   | 100 |
| 12.2. Conclusiones.....  | 103 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Área actualizada en cobertura a 2015.....   | 11 |
| Figura 2 Cuadrante descargado para la cuenca del río Risaralda con SasPlanet .....                           | 12 |
| Figura 3. Cuadrante para Río Risaralda a 2.35 m/pixel .....  | 12 |
| Figura 4. Cuadrante para Plantaciones Forestales en Bosques Densos a 2.35 m/pixel1 .....                     | 13 |
| Figura 5. Mosaico para la cuenca del río Risaralda .....   | 13 |
| Figura 6. Vista en Open Street View para verificar tierras desnudas .....                                    | 14 |
| Figura 7. Límites de cabeceras municipales y centros poblados según POT a 2008 .....                         | 15 |
| Figura 8 Cambio de categoría de tejido urbano continuo a tejido urbano discontinuo .....                     | 16 |
| Figura 9. Zonas catalogadas con tejido urbano discontinuo .....  | 16 |
| Figura 10. Delimitación de cuerpos de agua: artificiales y naturales.....                                    | 17 |
| Figura 11. Plantaciones forestales y Bosque denso.....   | 18 |
| Figura 12. Zonas en Explotación minera a cielo abierto en la cuenca del río Risaralda.....                   | 18 |
| Figura 13. Verificación de zonas de explotación minera y de plantaciones forestales .....                    | 19 |
| Figura 14. Ruta de seguimiento parte alta de la cuenca, municipios de Riosucio y Guática.....                | 20 |
| Figura 15. Zona de verificación, con paisaje de plantaciones forestales.....                                 | 21 |
| Figura 16. Zona de verificación, con paisaje de plantaciones forestales jóvenes. ....                        | 21 |
| Figura 17. Sector cuenca del río Oro, Municipio de Riosucio, Caldas.....                                     | 22 |
| Figura 18. Sector los Charcos Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas. ....                                    | 22 |
| Figura 19 Parcela de investigación forestal Sector los Charcos - Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas. .... | 23 |
| Figura 20. Ruta de seguimiento sector los Charcos Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas.....                 | 24 |
| Figura 21. Ruta de seguimiento sector San Clemente y Ocharma, Guática. ....                                  | 24 |
| Figura 22. Ladrillera en la zona de Puente Umbría, municipio de Belén de Umbría, Risaralda. ....             | 25 |
| Figura 23. Ladrilleras, municipio de Belén de Umbría, Risaralda.....   | 25 |
| Figura 24. Zona de puente Umbría con otros usos., municipio de Belén de Umbría, Risaralda. ....              | 26 |
| Figura 25. Zona del Río Mapa de extracción de material de arrastre, municipio de Santuario, Risaralda. ....  | 26 |
| Figura 26. Zona del Río Mapa de extracción de material de arrastre, municipio de Santuario, Risaralda. ....  | 27 |
| Figura 27 Cobertura de la tierra de la cuenca de Risaralda con simbología y representaciones .....           | 28 |
| Figura 28 Tejido Urbano Continuo .....   | 29 |
| Figura 29 Tejido urbano discontinuo .....  | 30 |
| Figura 30 Zonas industriales o comerciales .....   | 31 |
| Figura 31. Zonas de extracción minera .....  | 32 |
| Figura 32. Cultivo de Hortalizas aledañas a San Clemente en la cuenca del río Risaralda .....                | 33 |
| Figura 33. Cobertura de cultivos permanentes herbáceos – Caña de Azúcar .....                                | 34 |
| Figura 34. Cultivos permanentes arbustivos .....   | 35 |
| Figura 35. Zonas con cobertura de Pastos limpios en la cuenca del Río Risaralda.....                         | 36 |
| Figura 36. Localización Pastos enmalezados (Izq. Pastos arbolados Der. Pastos enmalezados). ...              | 36 |
| Figura 37. Mosaico de Pastos con espacios naturales .....  | 38 |
| Figura 38. Bosque denso alto de tierra firme .....   | 39 |
| Figura 39. Especies de flora encontradas en el bosque denso de la cuenca del río Risaralda.....              | 39 |
| Figura 40. Localización Bosque de galería y ripario.....   | 41 |
| Figura 41. Plantación forestal.....  | 42 |
| Figura 42. Localización de afloramientos rocosos.....  | 43 |
| Figura 43. Localización Ríos (50 m).....   | 45 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 44 Usos del suelo para la cuenca del río Risaralda .....   | 48  |
| Figura 45. Área cubierta por imágenes Landsat 2000 y 2004 .....   | 50  |
| Figura 46. Coberturas naturales año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (2010) .....                                 | 55  |
| Figura 47. Coberturas clasificadas para el año 2015 .....   | 56  |
| Figura 48. Coberturas naturales que disminuyeron el área .....  | 57  |
| Figura 49. Coberturas naturales no identificadas para los años 2000-2004 y 2015 .....   | 60  |
| Figura 50. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías de la Tasa de Cambio de coberturas naturales .....                                  | 61  |
| Figura 51. Tasa de cambio de coberturas naturales TCCN en la cuenca del Río Risaralda .....   | 62  |
| Figura 52. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías del Indicador de Vegetación remanente .....   | 68  |
| Figura 53. Indicador de Vegetación Remanente (IVR) en la cuenca de Río Risaralda .....  | 68  |
| Figura 54. Representación de la metodología del índice de Steenmans & Pinborg, 2000. ....   | 72  |
| Figura 55. Celdas de cálculo en el área del POMCA del río Risaralda .....   | 74  |
| Figura 56. Rasterización de áreas sensibles y no sensibles con celdillas de 250 metros .....  | 75  |
| Figura 57. Distribución porcentual índice de Fragmentación en el área del POMCA Río Risaralda ..  | 77  |
| Figura 58. Resultados del índice de fragmentación – IF en el área del POMCA río Risaralda .....   | 78  |
| Figura 59. Municipios identificados en el POMCA Río Risaralda .....   | 81  |
| Figura 60. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Municipio) en el área de la cuenca del Río Risaralda. ....  | 84  |
| Figura 61. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Coberturas) en el área de la cuenca del Río Risaralda ..... | 87  |
| Figura 62. Resultados del índice de Ambiente Crítico – IAC en el área de la cuenca del Río Risaralda .....  | 93  |
| Figura 63. Distribución porcentual de áreas de acuerdo a resultados de Índice de Estado actual de coberturas naturales – IEACN .....                      | 97  |
| Figura 64. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda. ....                                       | 98  |
| Figura 65. Área total de la cuenca abastecedora con relación al área restaurada .....   | 102 |
| Figura 66. Identificación de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueducto. ....  | 103 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Coberturas de la cuenca de Risaralda .....  | 46  |
| Tabla 2. Tabla Resumen Usos de la Tierra en la Cuenca del Río Risaralda .....  | 49  |
| Tabla 3. Categorías de interpretación de calificación del indicador TCCN.....  | 51  |
| Tabla 4. Coberturas naturales de la tierra para año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia nivel 3 .....         | 52  |
| Tabla 5. Coberturas naturales que incrementaron el área .....  | 57  |
| Tabla 6. Coberturas naturales que disminuyeron el área .....   | 58  |
| Tabla 7. Coberturas naturales no identificadas para el año 2000-2004 y 2015 .....  | 59  |
| Tabla 8. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de TCCN .....   | 61  |
| Tabla 9. Resultados de la Tasa de cambio de coberturas naturales (TCCN) en la cuenca del Río Risaralda .....                                       | 63  |
| Tabla 10. Categorías de interpretación de calificación del indicador IVR.....  | 66  |
| Tabla 11. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de IVR .....   | 67  |
| Tabla 12. Resultados del índice de vegetación remanente (IVR) según coberturas naturales en la cuenca del Río Risaralda .....                      | 69  |
| Tabla 13. Categorías de interpretación de calificación del índice de Fragmentación – IF.....   | 73  |
| Tabla 14. Categoría de índice de fragmentación en el área del POMCA río Risaralda.....   | 76  |
| Tabla 15. Categorías de interpretación de calificación del indicador presión demográfica – IPD .....   | 80  |
| Tabla 16. Población año 2005 y 2015, densidad y tasa de crecimiento por municipio.....   | 80  |
| Tabla 17. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Municipio .....                              | 82  |
| Tabla 18. Resultado del indicador Presión Demográfica según Municipio .....  | 82  |
| Tabla 19. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Coberturas Naturales .....                   | 85  |
| Tabla 20. Resultado del indicador Presión Demográfica según Coberturas Naturales .....   | 85  |
| Tabla 21. Matriz para calcular el índice de ambiente crítico – IAC .....   | 88  |
| Tabla 22. Calificación del índice de ambiente crítico – IAC.....   | 89  |
| Tabla 23. Distribución del área según los resultados del índice de Ambiente Crítico - IAC .....  | 90  |
| Tabla 24. Resultados del Índice de Ambiente Crítico – IAC según coberturas naturales.....  | 90  |
| Tabla 25. Interpretación de calificación del índice del estado actual de las coberturas naturales....  | 94  |
| Tabla 26. Categorías y calificación de indicadores de Tasa de Cambio y Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico..... | 95  |
| Tabla 27. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda .....                                 | 97  |
| Tabla 28. Relación de cuencas abastecedoras en el área del POMCA río Risaralda.....  | 100 |
| Tabla 29. Calculo del indicador de % de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos POMCA río Risaralda.....                            | 101 |

## 1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Risaralda tiene análisis de coberturas por los diferentes procesos de planeación y ordenamiento, así como por el manejo de sus recursos naturales.

Inicialmente se desarrolló la evaluación de coberturas y usos del suelo para los años 1978, 1994, 2010 por la Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS), 2011 por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y 2015, esta última como parte de la actualización del POMCA Risaralda.

La cartografía de coberturas del año 1978 se encuentra solo para los municipios de Mistrató y Belén de Umbría en el departamento de Risaralda, cubriendo cubre el 20% de la cuenca, esta cartografía se encuentra incompleta y sin la respectiva memoria explicativa; por lo cual, se descartó esta información para el análisis multitemporal.

La cartografía de coberturas del año 1994 se encuentra para la totalidad de la cuenca; sin embargo se omitió esta información en el análisis porque el shp estaba incompleto en la identificación de coberturas, la información carece de una ficha metodológica que muestre la metodología, escala, fuente de información de la misma; los polígonos que tienen identificación de coberturas se encuentran con códigos sin descripción o memoria explicativa de dichos códigos por lo cual se dificultó la identificación de coberturas.

En el 2010 CORPOCALDAS actualiza el uso y cobertura de las tierras en metodología Corine Land Cover – CLC para el departamento de Caldas, esta información cubre el 42% de la cuenca del río Risaralda.

En el 2011 la CARDER en convenio con la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal –CONIF, realiza la actualización del uso de la tierra en el marco del Plan General de Ordenación Forestal de Risaralda, a escala 1:25.000 a partir de interpretación de imágenes de satélite, conforme a metas en el Plan de Acción 2007 - 2011 de fortalecimiento del Sistema Nacional Ambiental – SINA. Esta información cubre el 58% de la cuenca.

Con el análisis de coberturas desarrolladas por CARDER (2011) y CORPOCALDAS (2010) se elaboró un mapa de coberturas para la cuenca del río Risaralda, la cual se integró y se ajustó en los bordes principalmente, toda vez que en algunos sectores se encontraron huecos y sobreposiciones cartográficas, así como coberturas con diferentes identificación entre un departamento y otro.

Finalmente, para el año 2015 se generó el análisis de coberturas para el presente POMCA Risaralda, utilizando imágenes de sensores remotos, las cuales se describen más adelante.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Analizar la cobertura y usos actuales del suelo de la cuenca del río Risaralda y los principales cambios en el tiempo.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las coberturas del suelo a partir del análisis de imágenes recientes y con verificación de campo.
- Calcular los índices y tasas derivados del análisis multitemporal de cambio de cobertura de la tierra
- Analizar los usos conexos a las coberturas a partir de la verificación de campo.

## 3. METODOLOGÍA GENERAL ANALISIS DE COBERTURAS DE LA TIERRA

El análisis de cobertura y uso del suelo se desarrolló de la siguiente manera:

- a) Se analizaron las coberturas de la cuenca del río Risaralda según los POMCA de años anteriores y se homologaron las coberturas a la clasificación Corine Land Cover.
- b) Análisis de las coberturas a 2015 a partir de imágenes de diferentes sensores remotos y de coberturas a 2000 - 2004 a partir de una imagen Landsat (interpretada para el análisis multitemporal en el presente POMCA).
- c) Verificación de campo de las coberturas y usos asociados analizadas e interpretadas en las imágenes.
- d) Procesamiento final de la información
- e) Análisis de cambio multitemporal de coberturas y usos de la tierra.
- f) Análisis de las tasas e índices de cambio de coberturas.

Cabe mencionar que los usos de la tierra se asociaron a las coberturas en concordancia con el feature class respectivo.

#### 4. ACTUALIZACIÓN COBERTURAS DE LA TIERRA (CORINE LAND COVER) Y USO DE LA TIERRA EN LA CUENCA A ESCALA 1:25.000

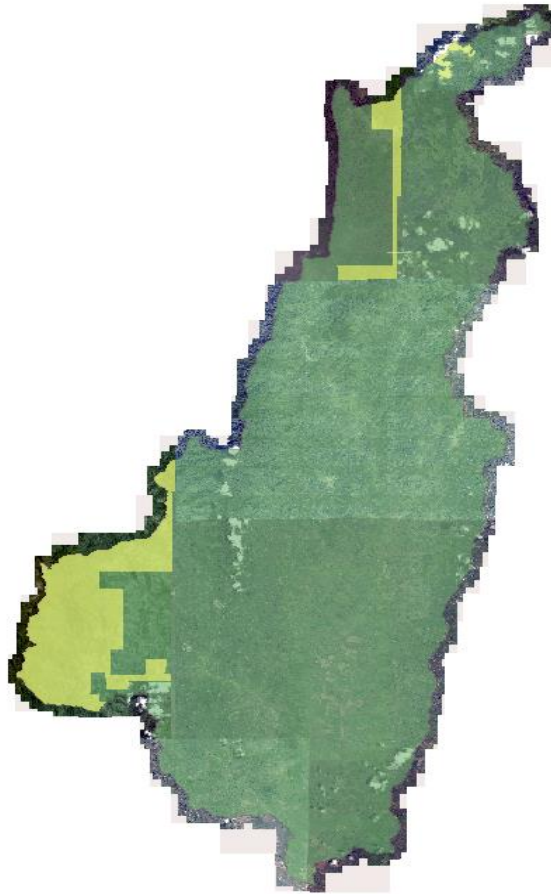
La actualización de coberturas para la cuenca del río Risaralda se realizó con base en las imágenes libres de Google Earth descargadas en formato ecw desde el servidor de imágenes de SASPLANET. Estas imágenes se utilizan bajo las políticas<sup>1</sup> de uso de Google Earth (Google, 2015). El uso de estas imágenes está orientado a la investigación y no con fines comerciales y la descarga de las imágenes mediante Sasplanet no excede el límite de descarga (máximo 200), dado que la cuenca se subdividió en 103 cuadrantes.

Las imágenes obtenidas fueron objeto de análisis mediante clasificación supervisada y con digitalización de coberturas, aplicando de acuerdo a los requerimientos un análisis a nivel 3 de coberturas y niveles 4 y 5 para coberturas que requerían detalle en la clasificación. La verificación de coberturas se realizó de manera remota con la herramienta de Open Street View de Google y con verificación de campo.

La cuenca del río Risaralda Tiene 125.680,86 hectáreas de las cuales 11.443,81 hectáreas tienen cobertura de imágenes Landsat de años inferiores a 2011, es decir, se actualizó el 90,9% del área total de la cuenca con imágenes Digital Globe y CNES/Astrum a diciembre de 2015, publicadas por Google Earth y descargadas con SasPlanet. (Ver Figura 2). Es importante tener en cuenta que el sector donde no se cuenta con imágenes actualizadas se realizó la verificación de campo al igual que en los sectores con nubosidad o con sombras.

La unidad mínima de análisis es de 2,5 hectáreas en concordancia con la escala exigida 1:25.000; sin embargo, algunas coberturas se trabajaron en unidades que llegaron incluso a los 5.000 m<sup>2</sup>, como son las coberturas de superficie de agua (ríos, lagunas, piscícolas) y las zonas de bosque en plantación forestal. Para el postprocesamiento de las imágenes la unidad mínima de filtro es de 2000m<sup>2</sup>. Existen algunas zonas que se digitalizaron por ser de importancia para análisis posteriores de riesgos como las coberturas de tierras desnudas y degradadas.

<sup>1</sup>Google Maps y Google Earth tienen funciones para la impresión. Puedes imprimir el Contenido para uso no comercial y ampliarlo (por ejemplo, un mapa con indicaciones). Antes de distribuir materiales impresos que incluyan el Contenido, lee las [directrices generales](#) anteriores, en concreto las relacionadas con el uso legítimo y la atribución.



**Figura 1 Área actualizada en cobertura a 2015**

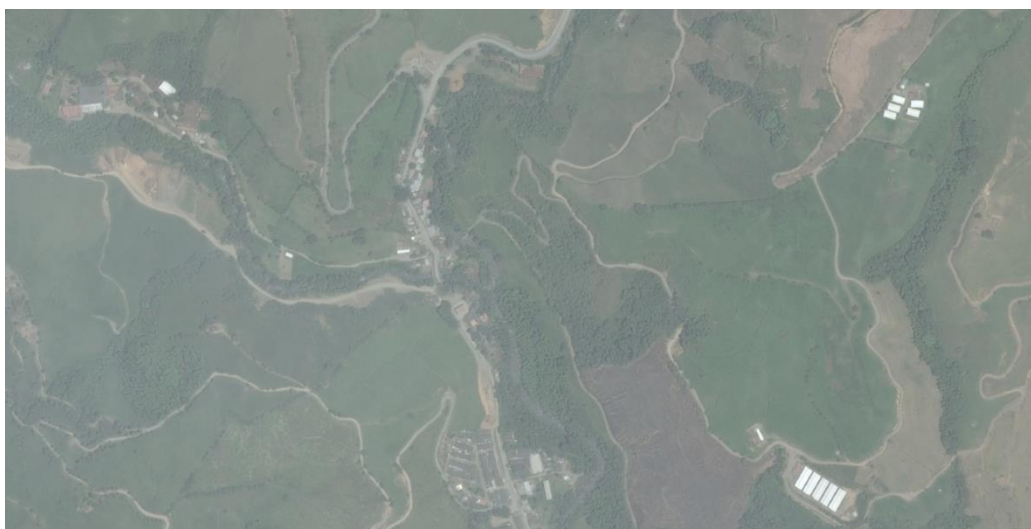
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth. Amarillo: área de imágenes inferiores al 2011.

#### 4.1 obtención de las imágenes

Con el apoyo del programa SASPLANET<sup>2</sup> se descargaron las imágenes de satélite del servidor Google, para una óptima calidad de las mismas, fue necesario subdividir en 103 cuadrantes la cuenca el río Risaralda, como se observa más adelante en la Figura 5.

Cada cuadrante (Ver Figura 2) permite trabajar en una resolución de 4,76 m/píxel que representan una escala 1:10.000 (1:9520 que se aproximan a 1:10.000).

<sup>2</sup>[https://bitbucket.org/sas\\_team/sas.planet.bin/downloads](https://bitbucket.org/sas_team/sas.planet.bin/downloads)  
<https://www.youtube.com/watch?v=zybhnRGqmwE>



**Figura 2 Cuadrante descargado para la cuenca del río Risaralda con SasPlanet**

Fuente: SasPlanet a 11 de noviembre de 2015, desde el servidor de Google Earth de imágenes de CNES/Astrum y Digital Globe.

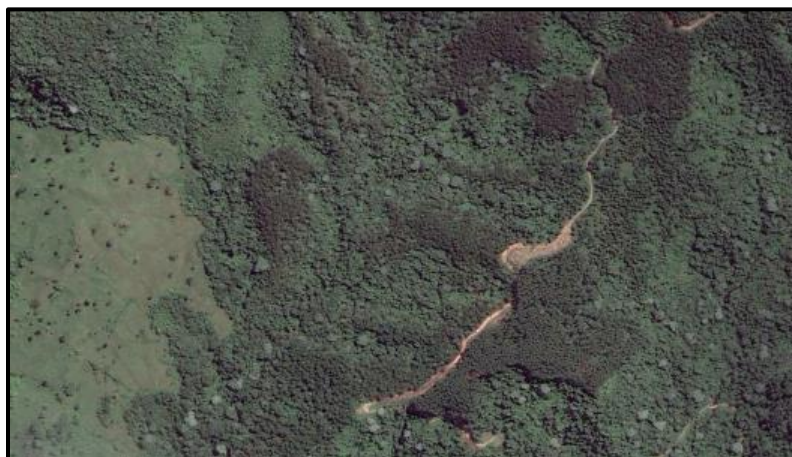
Para la restitución de las fuentes hídricas se tomaron imágenes a 2,35m/pixel en escala 1:5000 (Ver Figura 3), de igual forma se procedió con aquellas zonas donde existen plantaciones forestales inmersas en bosque denso (Ver Figura 4).



**Figura 3. Cuadrante para Río Risaralda a 2.35 m/pixel**

Fuente: Google Earth, 2016.

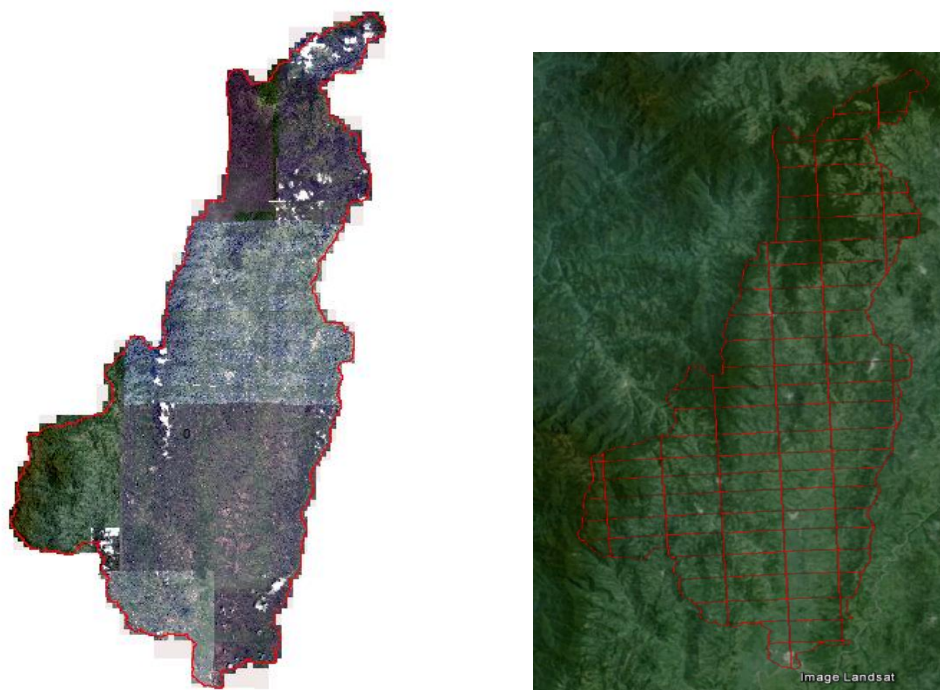




**Figura 4. Cuadrante para Plantaciones Forestales en Bosques Densos a 2.35 m/pixel1**  
Fuente: Google Earth, 2016.

## 4.2 Creación del mosaico de imágenes

Una vez obtenidas las imágenes se procedió a unir los cuadrantes y crear un mosaico de imágenes para la cuenca completa como se puede ver en la Figura 5.



**Figura 5. Mosaico para la cuenca del río Risaralda**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth.

### 4.3 Actualización de las coberturas de la tierra desde la GDB de cobertura de 2011

Con base en las imágenes descargadas y sobre la gdb de coberturas de la cuenca Risaralda del año 2011 se actualizó la cobertura a 2015, aprovechando la base de datos con los dominios configurados en el código Corine Land Cover.

Para la verificación remota de algunas coberturas, la herramienta de Open Street View de Google fue de apoyo. Ver Figura 6.



Verificación de estado de coberturas en áreas desnudas y degradadas que parecen zonas preparadas para cultivos.

**Figura 6. Vista en Open Street View para verificar tierras desnudas**

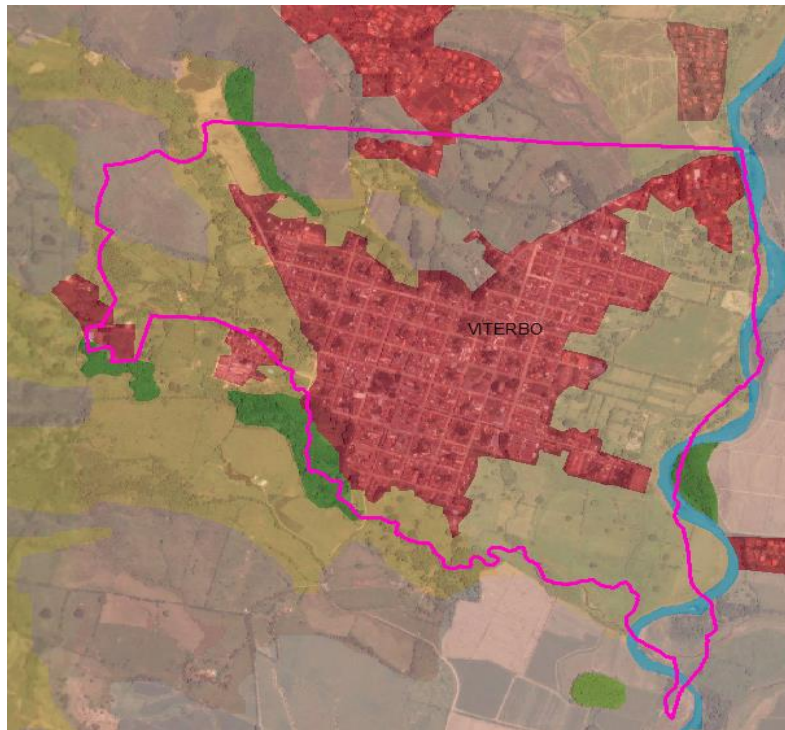
Fuente: Google Earth, 2016.

### 4.4 Criterios para el ajuste de coberturas

#### 4.4.1 Tejido urbano continuo

Se le aplicó esta clasificación a las zonas con configuración urbana de construcciones adosadas contiguas en suelo rural, en corredores viales suburbanos, centros poblados y para las cabeceras municipales; se utilizó como apoyo los polígonos de cabeceras y centros poblados reportados por los municipios al año 2010 según sus POT. En la Figura 7 en línea color morado se encuentran los perímetros de centros poblados y cabeceras municipales (MAVDT, 2008), en color rojo se encuentra la cobertura actual de tejido urbano discontinuo.





**Figura 7. Límites de cabeceras municipales y centros poblados según POT a 2008**  
Fuente: MAVDT, 2008 y Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth, Consorcio Ordenamiento Cuenca RISARALDA, 2016.

Dentro de la actualización, se encontraron algunas zonas que al año 2010-2011 se encontraban aledañas a las cabeceras municipales clasificadas como tejido urbano discontinuo, al 2015 se observan con construcciones contiguas y con conexión a la zona urbana cercana, por lo cual se amplió los perímetros urbanos y se reclasificaron a tejido urbano continuo. Ver Figura 8.



**Figura 8 Cambio de categoría de tejido urbano continuo a tejido urbano discontinuo**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth.

#### 4.4.2 Tejido urbano discontinuo

Como se observa en la Figura 9, se aplicó esta clasificación a las zonas con vivienda dispersa que hace parte de los conjuntos campestres o áreas suburbanas con vivienda dispersa.



Vivienda Campestre



Corredores viales suburbanos

**Figura 9. Zonas catalogadas con tejido urbano discontinuo**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth.

#### 4.4.3 Bosque ripario

Se actualizaron las coberturas referidas a bosque ripario, en general se observó que este bosque es el más intervenido, principalmente por ampliación de tejido urbano discontinuó (viviendas campestres) y por áreas de cultivos permanentes.

#### 4.4.4 Cuerpos de agua

Para los ríos fue necesario utilizar imágenes a 2,35m/pixel (como se mencionó anteriormente). En la cuenca del Río Risaralda proliferan sectores con cuerpos de agua artificiales, sin embargo es necesario verificar los mismos.



Delimitación de Humedales y cuerpos de agua naturales



Delimitación cuerpos de agua artificiales

#### Figura 10. Delimitación de cuerpos de agua: artificiales y naturales

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016. Estudio sobre mosaico de imágenes de Google Earth.

#### 4.4.5 Plantación forestal

Para delimitar las coberturas con plantaciones fue necesario descargar imágenes a 2,35m/pixel en los sectores donde las plantaciones se encuentran incrustadas dentro de los bosques densos naturales.





**Figura 11. Plantaciones forestales y Bosque denso**  
Fuente: Google Earth, 2016.

#### 4.4.6 Zonas de explotación minera

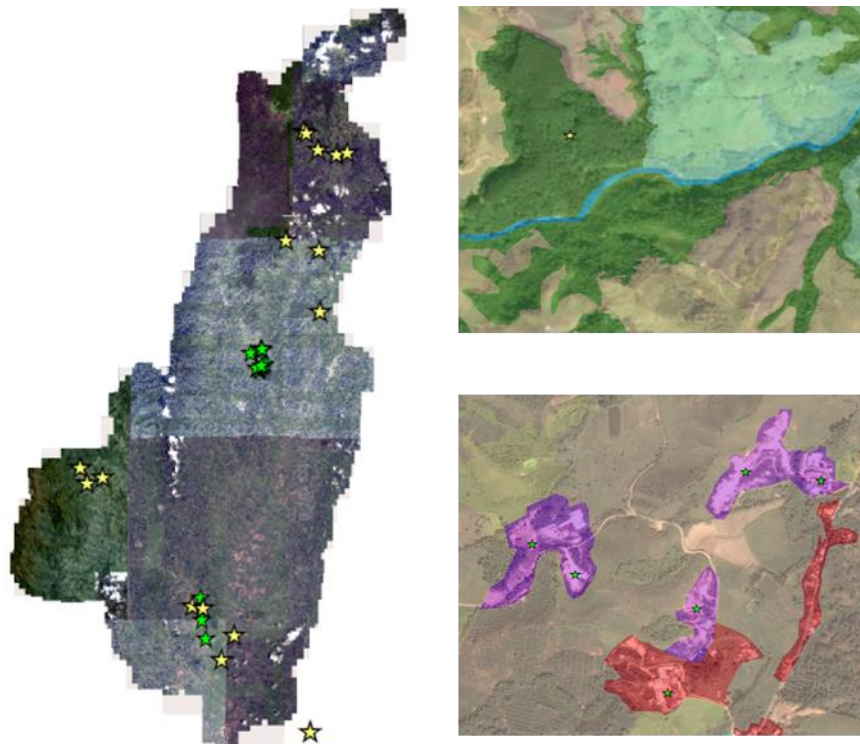
Se redelimitaron algunas zonas que se presentaban con cobertura de tierras denudas y degradadas y se aplicó la clasificación de zonas de explotación minera, las cuales se identificaron por los trabajos y obras que se visualizan desde la imagen.



**Figura 12. Zonas en Explotación minera a cielo abierto en la cuenca del rio Risaralda**  
Fuente: Google Earth, 2016.

## 4.5 Verificación de coberturas

Se verificaron principalmente las coberturas relacionadas con plantaciones forestales al interior de bosques densos y para las zonas que requerían verificación para determinar explotación minera. Para la verificación de campo se identificaron puntos que requerían verificación después de la primera versión de coberturas, estos puntos se llevaron a formato KML para que los profesionales ingresaran los mismos al GPS y facilitar dicha verificación.



Estrellas verdes verificación de zonas mineras, estrellas amarillas puntos de verificación de coberturas forestales.

**Figura 13. Verificación de zonas de explotación minera y de plantaciones forestales**

Fuente: Google Earth, 2016.

En el proceso de verificación de coberturas y uso de la tierra se realizó salida de campo el día 28 de enero de 2016, con el fin de comprobar y corroborar los usos presentes en algunos sitios específicos de la cuenca del río Risaralda.

Para la cuenca alta del río Risaralda se proyectó una salida de verificación, la cual consistía en verificar las plantaciones forestales, ya que en las fotografías aéreas se reflejaba áreas con cobertura de bosque natural y en otros casos pastos.



**Figura 14. Ruta de seguimiento parte alta de la cuenca, municipios de Riosucio y Guática.**  
Fuente: Google Earth, 2016.

A continuación se especifica lo encontrado en cada punto verificado.

#### 4.5.1 Verificación en campo Sector Las Cruces, municipio de Riosucio

En el sector de la cuenca del río del Oro se presenta coberturas de la tierra dominadas principalmente por Pastos limpios, Plantaciones forestales y Bosques que se conserva en zonas de ladera y en zonas de protección hídrica, como bosques de galería. Como se aprecia en la

Figura 15 y, en la zona se presentan plantaciones de pino y eucalipto, algunas de las cuales son jóvenes por lo que la fotografía aérea mostraba zonas de pasto o desérticas y zonas de bosque. En esta zona también se identifica una zona quemada de aproximadamente 2 hectáreas, que está siendo adecuada para Plantaciones forestales, anteriormente también tenía esta clasificación.

En la primera zona los tres puntos de verificación deben ser clasificados como 3.1.5. Plantaciones forestales.

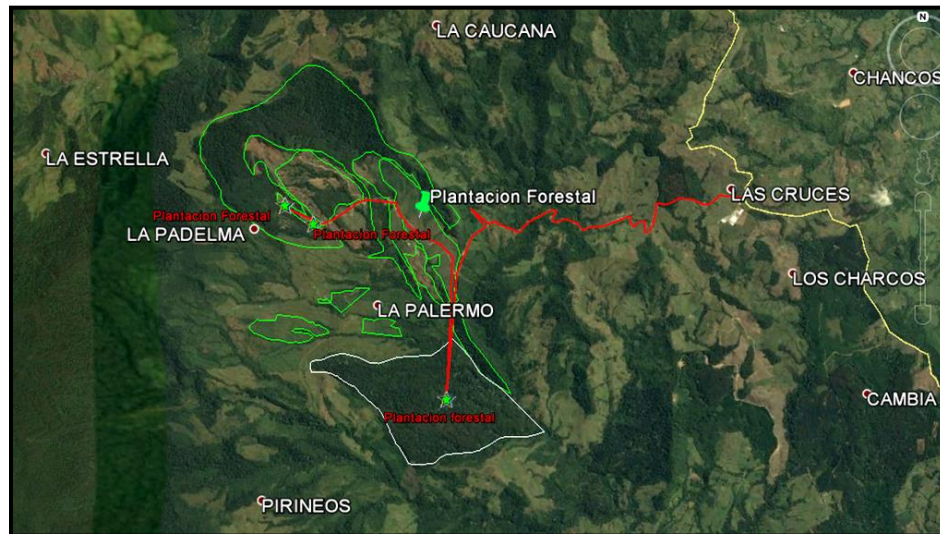




**Figura 15. Zona de verificación, con paisaje de plantaciones forestales.**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016



**Figura 16. Zona de verificación, con paisaje de plantaciones forestales jóvenes.**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016



**Figura 17. Sector cuenca del río Oro, Municipio de Riosucio, Caldas.**

Fuente: Google Earth, 2016.



**Figura 18. Sector los Charcos Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

#### 4.5.2 Verificación en campo Sector Los Charcos - Cambia, municipio de Riosucio

En este sector también existe gran influencia de las plantaciones forestales, por lo que se corroboró que la cobertura presente es Plantación forestal. Una de estas plantaciones supera los 10 años de plantada, por lo que en la fotografía se observan algunos árboles en su interior, como el más representativo el Yarumo, Pero el área es plantación Forestal y debe clasificarse como tal.

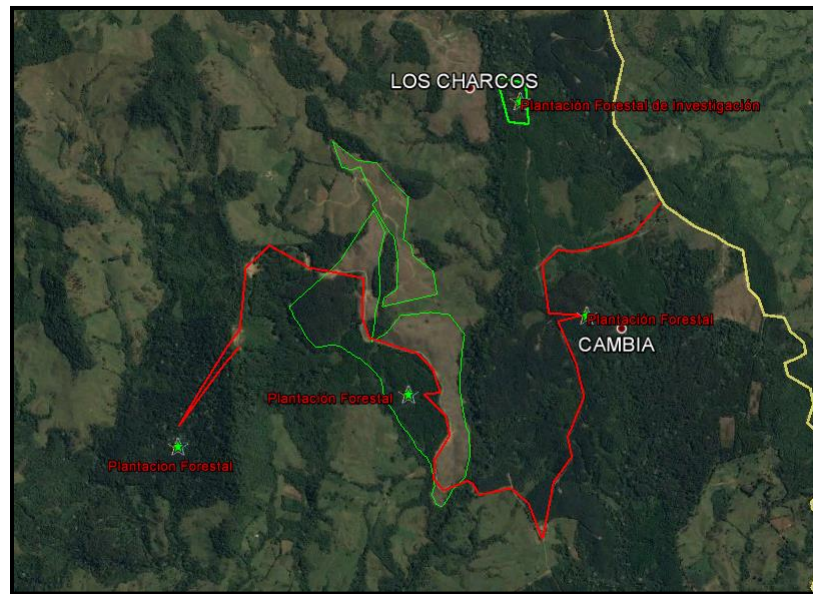


Además en este sector se identifica una parcela de investigación de 2,5 hectáreas, la cual se confundía con un cultivo debido a que la distancia de siembra es mayor a lo esperado en una plantación forestal; esta también se debe clasificar como Plantación Forestal. También se observan áreas de cultivos de fresa, habichuela y tomate, pero las áreas con pequeñas, que no serían muy visibles en los planos.



**Figura 19 Parcela de investigación forestal Sector los Charcos - Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016



**Figura 20. Ruta de seguimiento sector los Charcos Cambia, Municipio de Riosucio, Caldas.**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

#### 4.5.3 Sector San Clemente y Ocharma Municipio de Guática

En estos dos sectores, con rutas diferentes, se identifican plantaciones forestales de Eucalipto con edades de entre 8 a 14 años, por lo que en las fotografías se muestran como masas boscosas similares a bosques, pero que deben ser clasificadas como plantaciones forestales.



**Figura 21. Ruta de seguimiento sector San Clemente y Ocharma, Guática.**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016



#### 4.5.4 Verificación en campo sector Puente Umbría, en Belén de Umbría

En este sector se localiza una fuerte explotación minera pero de áreas relativamente pequeñas; pero debido a la importancia se debe clasificar como zona de extracción minera, ítem 1.3.1.5. Explotación de materiales de Construcción.



Figura 22. Ladrillera en la zona de Puente Umbría, municipio de Belén de Umbría, Risaralda.  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

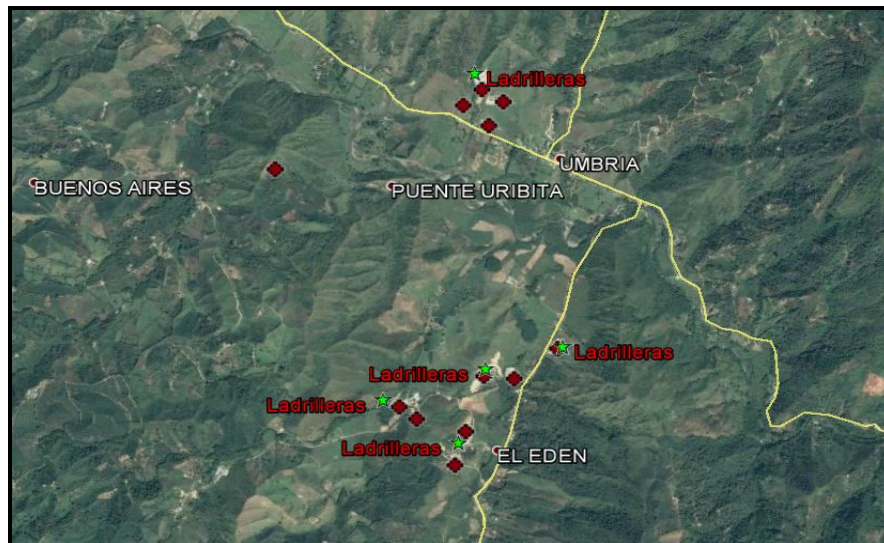


Figura 23. Ladrilleras, municipio de Belén de Umbría, Risaralda.  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

En este sector también se identificaron unas zonas de ladrilleras que se abandonaron, algunos lagos artificiales y la cantera del municipio. Estas áreas son pequeñas y deben clasificarse si la escala de trabajo lo permite.

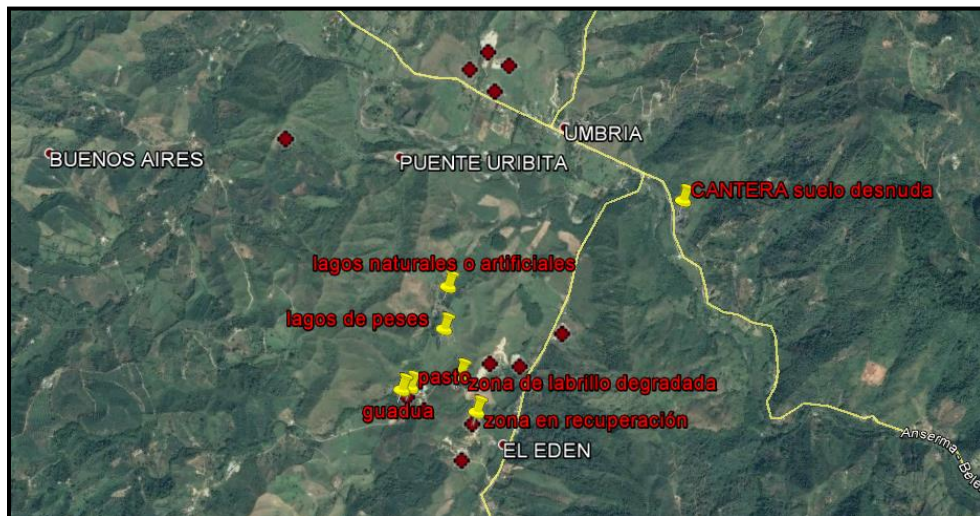


Figura 24. Zona de puente Umbría con otros usos., municipio de Belén de Umbría, Risaralda.  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

#### 4.5.5 Sector de extracción de material de arrastre

En la parte de Playa Rica en el municipio de Santuario se verificaron los sitios de extracción de material de arrastre sobre el río Mapa; los cuales salen como zonas escarpadas pero deben ser clasificadas como 1.3.1.5. Explotación de Material de Construcción.



Figura 25. Zona del Río Mapa de extracción de material de arrastre, municipio de Santuario, Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016





Figura 26. Zona del Río Mapa de extracción de material de arrastre, municipio de Santuario, Risaralda.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

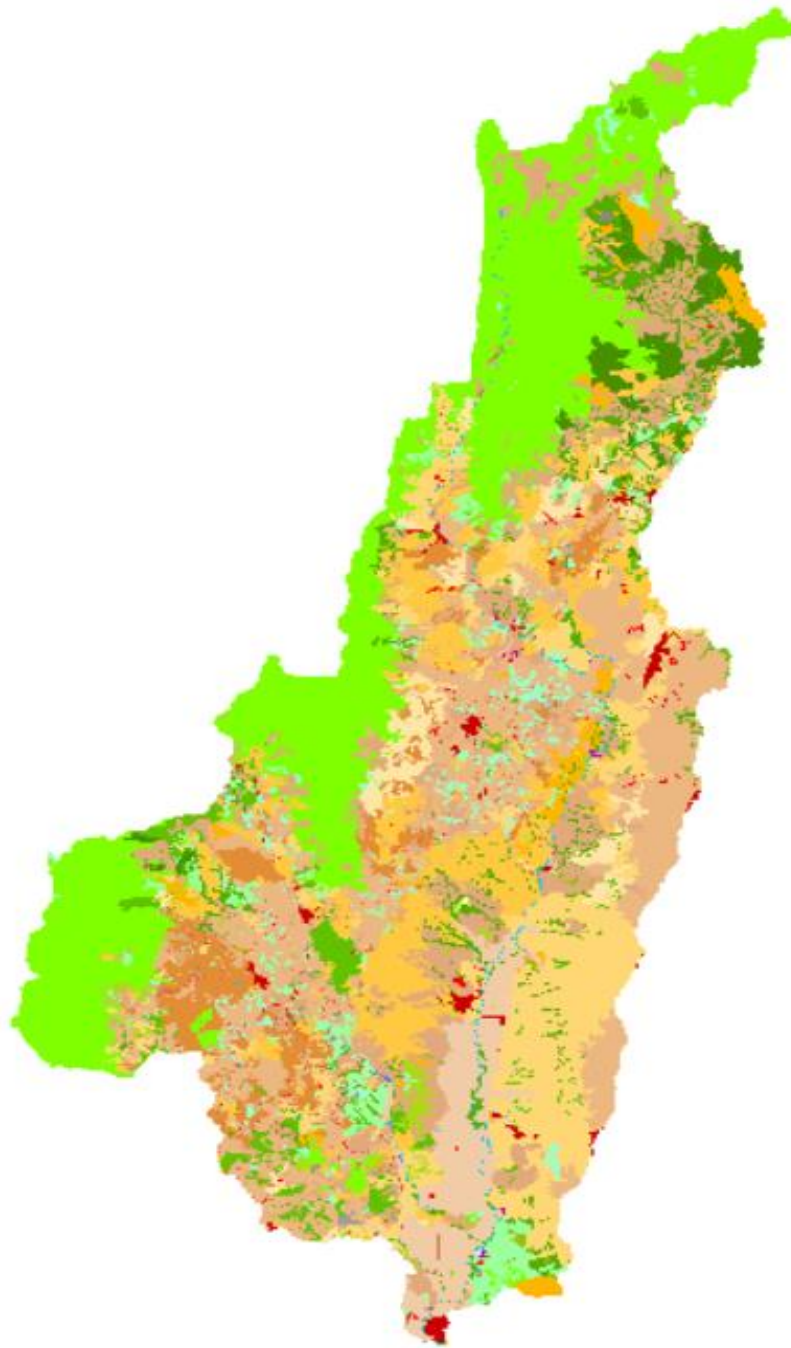
La verificación de coberturas se complementó con las visitas de campo del componente de flora y fauna y el componente socio – económico.

#### 4.6 Correcciones topológicas y otras

Como parte de las ediciones finales, se realizaron correcciones topológicas con las reglas de “Must Not Overlap” y “Must Not Have Gap”. Posteriormente se eliminaron o mezclaron (según sea el caso). Posteriormente se eliminaron polígonos que tenían menos de 2000 m<sup>2</sup> y que solo mostraban figuras geométricas no representativas.

#### 4.7 Definición de leyenda y representación

Finalmente con los polígonos y bases de datos corregidos, con la herramienta Simbology de ArcGIS se aplicaron los colores de acuerdo a la tabla de colores de la metodología Corine, una vez aplicada la paleta de colores se convirtió la simbología a representación con el fin de que se mantengan las categorías correspondientes a las coberturas de la cuenca Risaralda, dado que la base de datos contiene dominios nacionales que involucran coberturas (como las marinas) que no pertenecen a la cuenca de Risaralda.



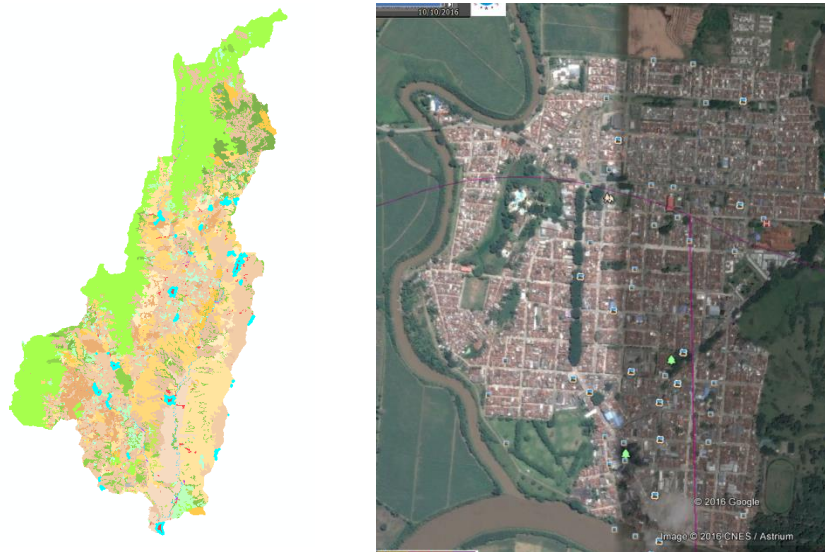
**Figura 27 Cobertura de la tierra de la cuenca de Risaralda con simbología y representaciones**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

## 5. DESCRIPCIÓN COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DE LA CUENCA DEL RÍO RISARALDA, ACTUALIZADA AL AÑO 2015

### 5.1 Tejido urbano continuo (1.1.1)

Corresponde a las cabeceras municipales y centros poblados con viviendas adosadas y continuidad vial, ocupa el 0,61% del área total de la cuenca. Esta cobertura aplica para las cabeceras municipales y centros poblados de: Balboa, La Virginia, Belalcázar, Viterbo, San José, Santuario, Apía, Risaralda, Belén de Umbría, Anserma, Mistrató, Guática y las zonas de desarrollo rural restringido de Corredor vial Tarapacal, Marapra, centro poblado Umbría, Travesías, Santa Ana, san Clemente, Tres Esquinas, Peralonso, La Habana, La María, El Madroño, entre otros.



**Figura 28 Tejido Urbano Continuo**

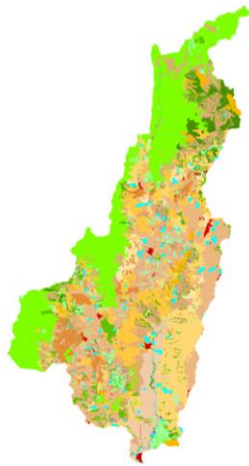
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

### Usos en el tejido urbano continuo

Aunque en esta cobertura existen usos residenciales, comerciales, institucionales e industriales de bajo impacto, se le asignó a esta cobertura el uso predominante residencial.

## 5.2 Tejido urbano discontinuo (1.1.2)

Corresponde a viviendas dispersas pero continuidad vial con separaciones menores a 10 metros entre construcciones, ocupa el 0,31% del área total de la cuenca. Se identifican en sectores como: San Pedro, Playa Rica, Tamarabia.



Tejido urbano discontinuo. Sector Playa Rica

**Figura 29 Tejido urbano discontinuo**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

### Usos en el tejido urbano discontinuo

Al igual que la anterior cobertura al tejido urbano discontinuo se le asocian los usos residenciales como uso principal, para la cuenca del río Risaralda se asocia principalmente a vivienda campestre y demás localizados en el corredor vial de la troncal de occidente.

## 5.3 Zonas industriales o comerciales

Corresponde a los sectores destinados a usos agroindustriales dedicadas principalmente al procesamiento de caña de azúcar y en menor proporción a galpones avícolas, ocupa el 0.02% (23,82 has) del área total de la cuenca.





**Figura 30 Zonas industriales o comerciales**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015



## Usos en zonas industriales y comerciales

Se le asocia el uso industrial.

### 5.4 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Corresponde a las vías nacionales y regionales que recorren la cuenca hidrográfica con más de 7 metros de perfil resaltadas para el suelo rural (omitiendo esta cobertura en el suelo urbano porque la totalidad del suelo urbano queda en cobertura 111 o 112), esta cobertura ocupa el 0.57% del área total de la cuenca.

### 5.5 Zonas de extracción minera

Corresponde a sectores que se visualizan en la imagen con explotación minera a cielo abierto ocupa el 0.04% (52 has) del área total de la cuenca.



**Figura 31. Zonas de extracción minera**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

El uso de estas zonas es de minería de materiales de construcción, minerales de zinc y sus concentrados y de minerales de molibdeno y sus concentrados, principalmente en el municipio de Anserma (Caldas) y municipios colindantes con Quinchía (Risaralda) (POMCA Risaralda, 2016)

## 5.6 Otros cultivos transitorios

Se refiere a zonas con cultivos transitorio como: maíz. Ocupan el 0,02% del área total de la cuenca.

### Usos asociados

Corresponde al uso de cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

## 5.7. Oleaginosas y leguminosas

Se refiere a zonas con cultivos transitorio de algunas legumbres como: frijol, habichuela, cebolla y otros. Ocupan 6,1 has del área total de la cuenca.

### Usos asociados

Corresponde al uso de cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)



## 5.8. Hortalizas

Esta cobertura ocupan el 0.01% (10,19 has) del área total de la cuenca.



**Figura 32. Cultivo de Hortalizas aledañas a San Clemente en la cuenca del río Risaralda**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015



### Usos asociados

Corresponde al uso de cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

## 5.9. Tubérculos

Corresponde a cultivos de yuca (2.1.5.2) principalmente y ocupan casi 14 hectáreas en la cuenca. El uso asignado a esta cobertura es cultivos transitorios semi-intensivos.



### Usos asociados

Corresponde al uso de cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

### 5.10. Cultivos permanentes herbáceos

Ocupan el 4,5% del área total de la cuenca y predominando la cobertura de caña de azúcar (2.2.1.2). Estos cultivos predominan en la parte baja de la cuenca en el corredor vial que va entre Viterbo y la Virginia.



**Figura 33. Cobertura de cultivos permanentes herbáceos – Caña de Azúcar**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015



## Usos asociados

El uso establecido para esta cobertura es de cultivos permanentes intensivos.

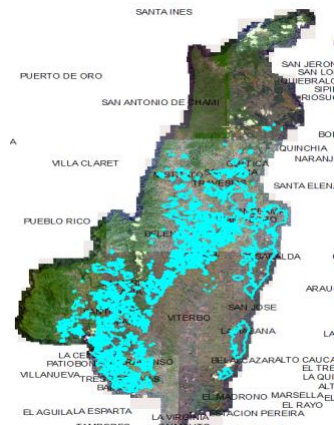
### 5.11. Cultivos permanentes arbustivos

Otros cultivos permanentes arbustivos de Café (2222) predominantemente que se disponen en la parte media y baja de la cuenca, ocupan casi el 16% del área total de la cuenca (19865,43 has).



## Usos asociados

El uso predominante de estas zonas es agropecuario con cultivos permanentes intensivos por la densidad de arbustos por unidad de área.



**Figura 34. Cultivos permanentes arbustivos**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

## 5.12. Cultivos permanentes arbóreos

Corresponde a cultivos frutales cítricos (2233) que ocupan más de 5 hectáreas en la cuenca.

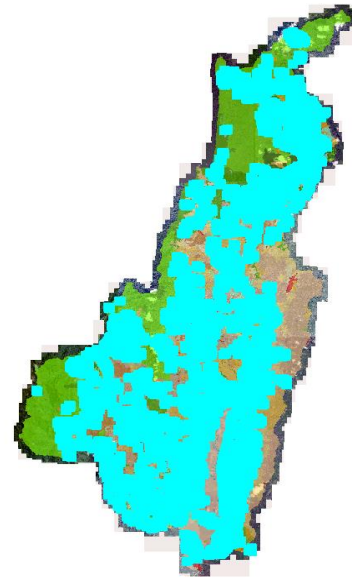
### Usos asociados

Se le asigna a esta cobertura el uso de cultivos permanentes semi intensivos.

## 5.13. Pastos limpios

Distribuidos en toda la cuenca con excepción de algunos sectores que aún conservan bosque denso, corresponde a pastos dedicados a usos de pastoreo extensivo, semi-intensivo e intensivo, también corresponde a áreas próximas a zonas urbanas que se conservan como lotes de engorde. Estas coberturas ocupan casi el 11,33% del área total de la cuenca.

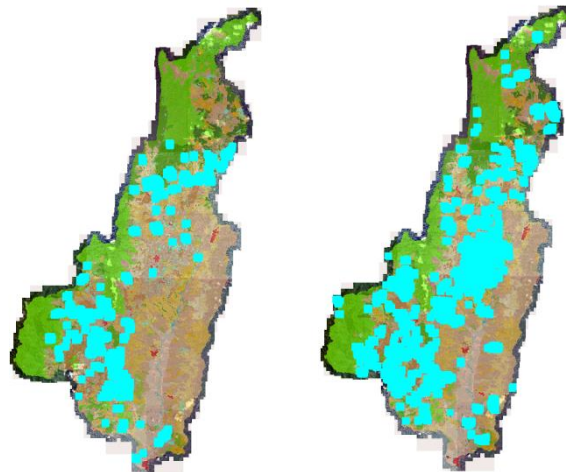




**Figura 35. Zonas con cobertura de Pastos limpios en la cuenca del Río Risaralda**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015.

## 5.14 Pastos arbolados

Corresponde a zonas de pastos con algunos arbustos naturales dispersos, ocupan el 2,36% del área total de la cuenca y se distribuyen en sectores con presión sobre el bosque ripario o el bosque denso.



**Figura 36. Localización Pastos enmalezados (Izq. Pastos arbolados Der. Pastos enmalezados).**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

### 5.15. Pastos enmalezados

Corresponde a zonas de pastos con vegetación de rastrojos que fue intervenida y se encuentra en proceso de recuperación, ocupa el 2,20% del área total de la cuenca.

#### Usos asociados

Las coberturas de pastos se les asigna como uso asociado el Pastoreo semi-intensivo (PSI), Pastoreo intensivo (PIN) (en pastos limpios principalmente) y algunos usos asociados a usos residenciales con pastos como lotes de engorde.

### 5.16. Mosaico de cultivos

Corresponde a zonas con cultivos de diferentes especies y se distribuyen en la parte media y baja de la cuenca ocupando 2,46% del área total de la misma.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)

### 5.17. Mosaico de pastos y cultivos

Corresponde a áreas dedicadas a cultivos y ganadería que se distribuyen en la parte media y baja de la cuenca y ocupan el 11,35% del área total de la misma.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura es de Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)

### 5.18. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

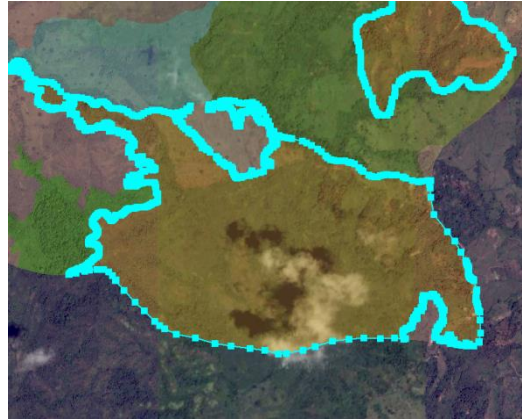
Corresponde a zonas misceláneas con sistemas agro silvo pastoriles o con mezcla de pastos para ganadería, cultivos y bosques ripario, se distribuyen en toda la cuenca y ocupan el casi el 9,53% del área total de la cuenca.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura es de Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)

## 5.19. Mosaico de pastos con espacios naturales

Corresponde a zonas con pastos de ganadería y áreas de bosque ripario o cercanas a bosque denso, ocupan el 1,79% del área total de la cuenca.



**Figura 37. Mosaico de Pastos con espacios naturales**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura es de Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)

## 5.20. Bosque denso

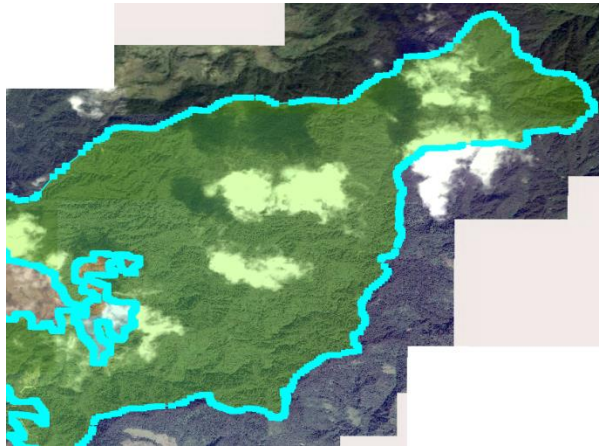
Este bosque ocupa el 23,56% del área total de la cuenca y se clasifico en el nivel 5 con las siguientes coberturas:

Bosque Denso: Con 10.519,28 has se concentra en la parte alta de la cuenca.

Bosque denso alto de tierra firme (31111)

Con casi 14.322 hectáreas se concentra esta cobertura al occidente de la cuenca, en límites con el Parque Nacional Natural Tatamá





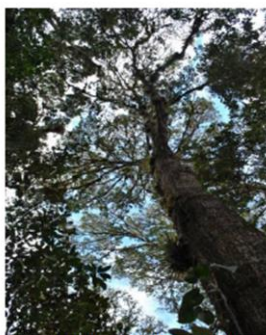
**Figura 38. Bosque denso alto de tierra firme**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

Bosque denso bajo de tierra firme (31121)

Corresponde a un área entre el bosque denso alto y la zona de páramo con más 60 hectáreas.

Este bosque denso se distribuye en el sistema orográfico de Tatamá y se encuentran especies como: Ulmaceae, Urticaceae, Arecaceae, Arecaceae, Arecaceae, Moraceae, Fabaceae, Magnoliaceae, Lauraceae, Arecaceae, Fagaceae, Arecaceae (CARDER, FA, & COCR, 2016)



Roble. *Quercus humboldtii*



Yolombo. *Panopsis suaveolens*



Papeilillo. *Vochysia duquei*



Gallinazo. *Magnolia chocoensis*

**Figura 39. Especies de flora encontradas en el bosque denso de la cuenca del río Risaralda**

Fuente: CONIF & CARDER, 2011

### 5.21. Bosque abierto

Ocupa el 0,15% del área total de la cuenca del río Risaralda, se localiza en las zonas aledañas al bosque denso y en inmediaciones de algunos bosques riparios en la parte media de la cuenca, estos bosques se subclasificaron hasta en el nivel 5 en las siguientes coberturas:

Bosque abierto alto de tierra firme (31211) y Bosque abierto bajo de tierra firme (31221). En el nivel 4 se clasificó en bosque denso bajo inundable (3122).

Estos bosques tienen un uso de conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE).

### 5.22. Bosque fragmentado

Corresponde a zonas de bosques intervenido ocupan 2,39% del área total de la cuenca y se concentran en sectores aledaños al bosque denso en la parte alta de la cuenca del río Risaralda. Además del área identificada como bosque fragmentado dentro del bosque denso, se identificaron otros dos niveles de este bosque:

Bosque fragmentado con pastos y cultivos (3131) y Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) se tratan de zonas que fueron intervenidas y que se encuentran en proceso de regeneración natural, en la franja de transición del bosque denso y el área intervenida con cultivos.

### 5.23. Bosque de galería y ripario

Corresponde predominantemente a zonas boscosas en las riberas de fuentes hídricas naturales (río y nacimientos) y relictos de bosques, predominantemente se componen por bosques nativos y bosques de guadua; ocupan el 3,45% del área total de la cuenca. Aunque en la cuenca se encuentra varios sectores aledaños a ríos con bosque, estos se encuentran fragmentados o con algún tipo de intervención, por lo cual esta categoría se le aplicó a sectores con bosques riparios no intervenidos.



**Figura 40. Localización Bosque de galería y ripario**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

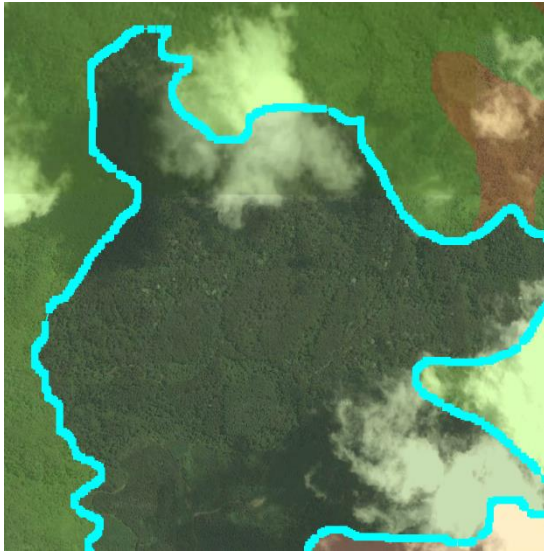
### **Usos asociados**

Los usos asociados a esta cobertura son de Protección (P)

## **5.24. Plantación forestal**

Son plantaciones de pino y eucalipto aledañas al bosque denso, ocupan el 2,13% del área total de la cuenca.





**Figura 41. Plantación forestal**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

#### **Usos asociados**

Los usos asociados a esta cobertura son de Sistema forestal productor (FPD).

### **5.25. Arbustal**

Esta cobertura se dispone en la parte media y baja de la cuenca, ocupa el 0,83% del área total de la cuenca y se clasifico en el nivel 4 de cobertura: Arbustal denso (3221) y Arbustal abierto (3222).

#### **Usos asociados**

Los usos asociados a esta cobertura son de Protección (P)

### **5.26. Vegetación secundaria o en transición**

Se trata de zonas que han sido objeto de intervenciones al bosque y que se encuentran en proceso de recuperación, esta cobertura ocupa el 0,13% del área total de la cuenca.

### 🌍 Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Protección (P)

## 5.27. Zonas arenosas naturales

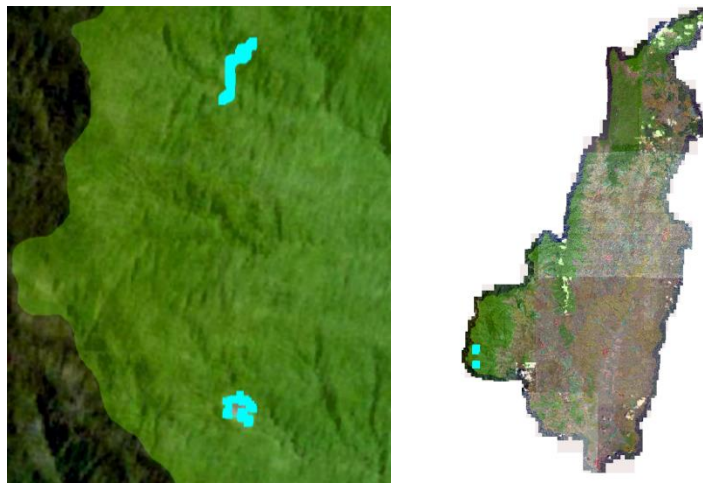
Corresponde a unas zonas de Playas a las cuales se les aplico en nivel 4 (3311) ocupan 1,25 hectáreas.

### 🌍 Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura es de Protección (P)

## 5.28. Afloramientos rocosos

Corresponde a zonas rocosas con pendientes mayores a 45° y más de 50 metros de altura, ocupan 1,28 hectáreas.



**Figura 42. Localización de afloramientos rocosos**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015

### 🌍 Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Protección (P)

### 5.29. Tierras desnudas y degradadas

Corresponde a zonas sin cobertura vegetal, corresponden a zonas preparadas para cultivos o preparadas para procesos de urbanización, ocupan el 0,11% del área total de la misma.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS), Residencial (R).

### 5.30. Zonas quemadas

Corresponde a una zona que se muestra con quemas inducidas para actividad agrícola o forestal (según lo observado por sus áreas aledañas) ocupan el 0,07% del área de la cuenca. Cabe mencionar que la interpretación de la imagen corresponde a la fecha en la cual se tomó la misma y en consecuencia esta zona nos puede orientar hacia el sector donde predominan este tipo de prácticas y requieren control.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)

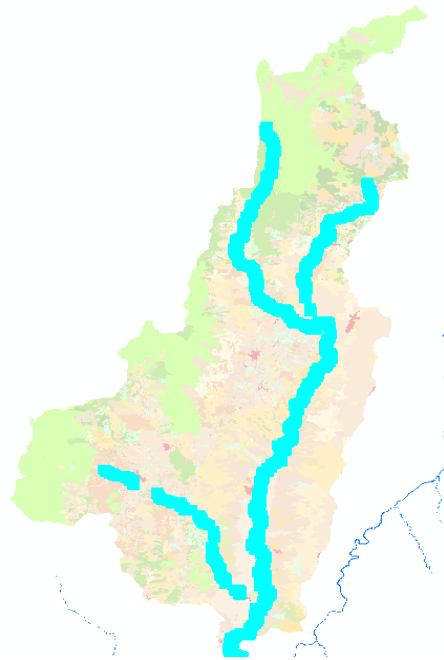
### 5.31. Ríos (50 m)

Corresponde a los principales río de la cuenca, entre ellos: Río Risaralda, Rio Mapa, Rio Guática – del Oro, entre otros que fue posible delimitarlos como polígono y que son insumo para el drenaje doble del mapa base. Esta cobertura ocupa el 0,37% del total de la cuenca.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Protección (P)





**Figura 43. Localización Ríos (50 m)**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016, Google, 2015.

### 5.32. Lagunas, lagos y ciénagas naturales

Corresponde a las coberturas de cuerpos lenticos visibles y con más de 9,12 hectáreas, en la identificación de estas coberturas asociadas al río Risaralda, es una madre vieja de este río ubicada en la parte baja de la cuenca.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura es de Protección (P)

### 5.33. Cuerpos de agua artificiales

Corresponde a cuerpos de agua destinados a la recreación y a la acuicultura, se localizan en la parte baja de la cuenca y ocupan el 0,01% del área total de la cuenca.

#### Usos asociados

Los usos asociados a esta cobertura son de Piscicultura.

### 5.34 Conclusión de las coberturas y usos de la tierra en la cuenca del río Risaralda

En la cuenca del río Risaralda las coberturas de bosque (3.1) ocupan el 31,66% del área total de la cuenca, mientras que los territorios destinados a desarrollo agropecuario ocupan el 65,27% del área total de la cuenca.

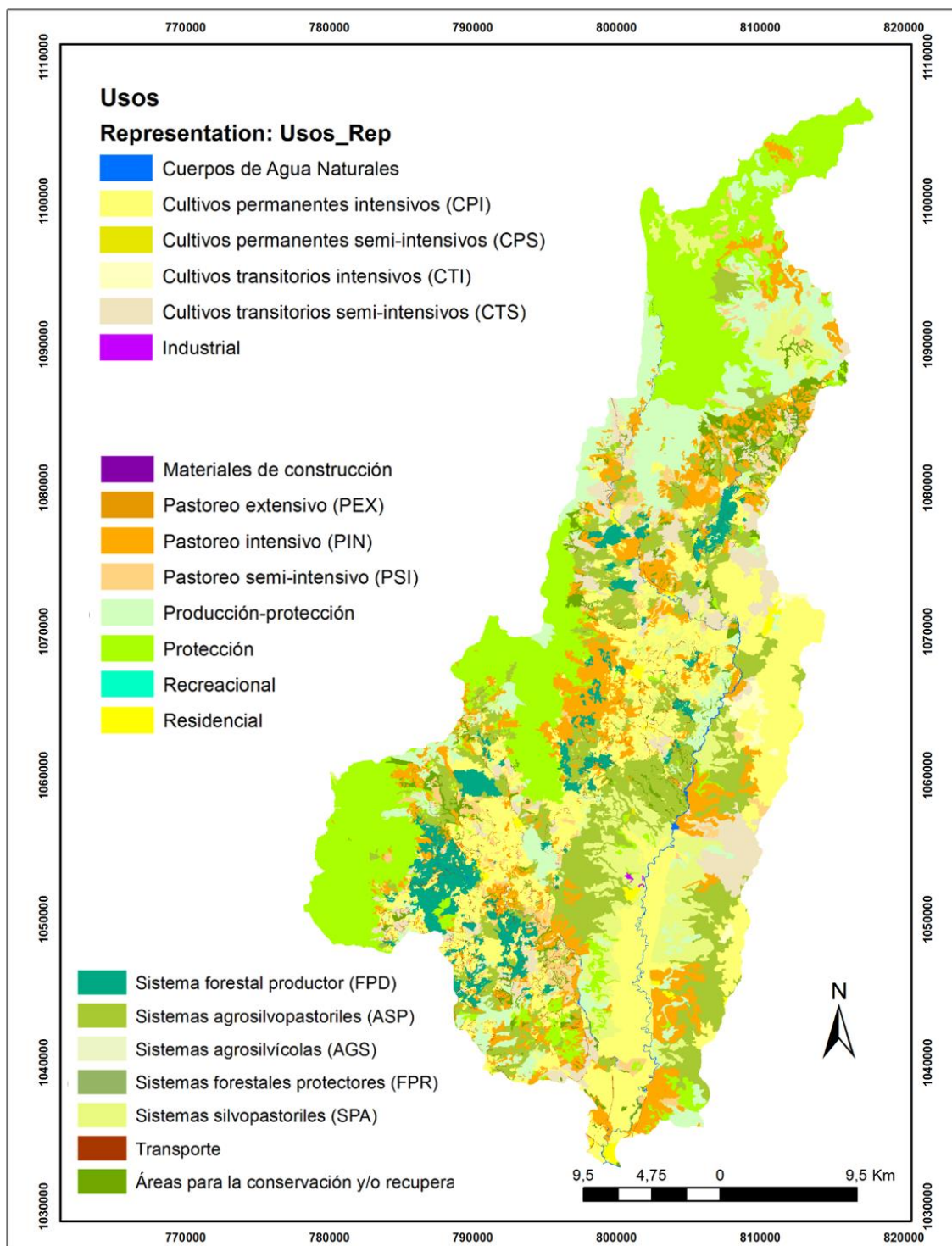
**Tabla 1. Coberturas de la cuenca de Risaralda**

| Nivel 1                         | Nivel 2   | Nivel 3   | AREA (Has) | % DEL TOTAL |
|---------------------------------|---|---|------------|-------------|
| 1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS | 1.1. Zonas urbanizadas  | 1.1.1. Tejido urbano continuo                           | 767,17     | 0,61        |
|                                 |   | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                        | 393,23     | 0,31        |
|                                 | 1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación | 1.2.1. Zonas industriales o comerciales                 | 23,84      | 0,02        |
|                                 |   | 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados       | 711,96     | 0,57        |
|                                 | 1.3. Zonas de extracción minera y escombreras                 | 1.3.1. Zonas de extracción minera                       | 52,67      | 0,04        |
| 2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS        | 2.1. Cultivos transitorios                                    | 2.1.1. Otros cultivos transitorios                      | 24,58      | 0,02        |
|                                 |   | 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                        | 6,17       | 0,00        |
|                                 |   | 2.1.4. Hortalizas                                       | 10,19      | 0,01        |
|                                 |   | 2.1.5. Tubérculos                                       | 13,99      | 0,01        |
|                                 | 2.2. Cultivos permanentes                                     | 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos                   | 5653,63    | 4,49        |
|                                 |   | 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos                  | 19865,44   | 15,79       |
|                                 |   | 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos                    | 5,22       | 0,00        |
|                                 |   | 2.2.4. Cultivos agroforestales                          | 5005,00    | 3,98        |
|                                 |   | 2.2.5. Cultivos confinados                              | 7,74       | 0,01        |
|                                 | 2.3. Pastos   | 2.3.1. Pastos limpios                                   | 14232,65   | 11,32       |
|                                 |   | 2.3.2. Pastos arbolados                                 | 2964,78    | 2,36        |
|                                 |   | 2.3.3. Pastos enmalezados                               | 2762,79    | 2,20        |
|                                 | 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas                             | 2.4.1. Mosaico de cultivos                              | 3084,31    | 2,45        |
|                                 |   | 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 14251,32   | 11,33       |
|                                 |   | 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 11964,70   | 9,51        |

| Nivel 1                          | Nivel 2  | Nivel 3   | AREA (Has) | % DEL TOTAL |
|----------------------------------|--|---|------------|-------------|
|                                  |  | 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | 2247,86    | 1,79        |
| 3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES | 3.1. Bosques                                     | 3.1.1. Bosque denso                             | 29597,19   | 23,53       |
|                                  |  | 3.1.2. Bosque abierto                           | 191,86     | 0,15        |
|                                  |  | 3.1.3. Bosque fragmentado                       | 3007,48    | 2,39        |
|                                  |  | 3.1.4. Bosque de galería y ripario              | 4336,59    | 3,45        |
|                                  |  | 3.1.5. Plantación forestal                      | 2684,44    | 2,13        |
|                                  |  | 3.2.2 Arbustal                                  | 1040,32    | 0,83        |
|                                  | 3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva | 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición    | 166,06     | 0,13        |
|                                  | 3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación   | 3.3.1. Zonas arenosas naturales                 | 1,25       | 0,00        |
|                                  |  | 3.3.2. Afloramientos rocosos                    | 1,28       | 0,00        |
|                                  |  | 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas            | 133,43     | 0,11        |
|                                  |  | 3.3.4. Zonas quemadas                           | 83,00      | 0,07        |
| 5. SUPERFICIES DE AGUA           | 5.1. Aguas continentales                         | 5.1.1. Ríos (50 m)                              | 470,71     | 0,37        |
|                                  |  | 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales      | 9,12       | 0,01        |
|                                  |  | 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales             | 8,44       | 0,01        |
| 125780,4                         | 100,0  |   |            |             |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.





**Figura 44 Usos del suelo para la cuenca del río Risaralda**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda 2016.

**Tabla 2. Tabla Resumen Usos de la Tierra en la Cuenca del Río Risaralda**

| Grupo de Uso              | Código | Uso Actual   | Has       | %     |
|---------------------------|--------|--|-----------|-------|
| Agricultura               | 30201  | Cultivos transitorios intensivos (CTI)   | 701,5     | 0,56  |
|                           | 30202  | Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)                                    | 6986,0    | 5,56  |
|                           | 30203  | Cultivos permanentes intensivos (CPI)  | 23572,3   | 18,77 |
|                           | 30204  | Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)                                     | 49,3      | 0,04  |
|                           | 30205  | Pastoreo intensivo (PIN)   | 14114,2   | 11,24 |
|                           | 30206  | Pastoreo semi-intensivo (PSI)  | 3034,0    | 2,42  |
|                           | 30207  | Pastoreo extensivo (PEX)   | 0,0       | 0,00  |
| Agroforestal              | 30209  | Sistemas agrosilvopastoriles (ASP)   | 16680,0   | 13,28 |
|                           | 30210  | Sistemas silvopastoriles (SPA)   | 9994,7    | 7,96  |
|                           | 30211  | Producción-protección  | 13317,6   | 10,60 |
|                           | 30212  | Sistema forestal productor (FPD)   | 5375,0    | 4,28  |
| Conservación              | 30213  | Sistemas forestales protectores (FPR)  | 68,7      | 0,05  |
|                           | 30214  | Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE) | 3119,2    | 2,48  |
|                           | 30215  | Protección   | 26557,6   | 21,14 |
| Asentamiento              | 30217  | Residencial  | 782,1     | 0,62  |
| Infraestructura           | 30218  | Industrial   | 26,5      | 0,02  |
|                           | 30219  | Transporte   | 726,6     | 0,58  |
| Minería                   | 30226  | Materiales de construcción   | 1,1       | 0,00  |
| Cuerpos de Agua Naturales | 30230  | Cuerpos de Agua Naturales  | 493,6     | 0,39  |
| <b>TOTAL</b>              |        |  | 125600,08 | 100   |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016

## 6. INDICADOR DE TASA DE CAMBIO DE COBERTURAS NATURALES DE LA TIERRA- TCCN

### 6.1. Metodología

Con el fin de realizar una adecuada interpretación del cambio multitemporal de cobertura de las tierras y de los diferentes indicadores establecidos en la guía de cuencas hidrográficas del MADS, fue necesario descargar imágenes satelitales de los años 2000 y 2004 y realizar la interpretación y estandarización de coberturas aplicando la clasificación de Corine Land Cover.

La cuenca del río Risaralda Tiene 125.600 hectáreas de las cuales 11.304 hectáreas tienen cobertura de imágenes Landsat del año 2004 (polígono arena imagen 1) y el 91% de la superficie de la cuenca restante se trabajó sobre imágenes Landsat del año 2000 (Figura 45). Fue necesario utilizar imágenes de diferentes años buscando la mejor cobertura y calidad de las mismas, buscando entre otras características, la menor cobertura en de nubes y sombras.



**Figura 45. Área cubierta por imágenes Landsat 2000 y 2004**

Fuente: (University of Maryland, National Aeronautics and Space Administration, & Global Observation of Forest , 2016)

Se realizó el proceso de homologación de las coberturas identificadas para el año 2000 y 2004 con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IGAC, 2010), con el propósito de adelantar el ejercicio del cálculo de la Tasa de Cambio de Coberturas Naturales de la tierra. Para la comparación de coberturas naturales se aplicó el nivel 3 de CLC.

El indicador de la Tasa de Cambio de Coberturas Naturales de la tierra mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002).



Para conocer a profundidad los cambios sucedidos a las coberturas naturales en el periodo del año 1997 y 2015, se empleó la siguiente ecuación:

$$TCCN = (\ln ATC2 - \ln ATC1) * \frac{100}{(t2 - t1)}$$

Donde,

*ATC2 = área total de la cobertura en el tiempo 2*

*ATC1 = área total de la cobertura en el tiempo 1*

*(t2 – t1) = número de años transcurridos para el análisis*

La interpretación de los resultados se realizó con base a las categorías definidas en el Anexo A Diagnostico (Ver 1.3.3.11 - 2)

**Tabla 3. Categorías de interpretación de calificación del indicador TCCN**

| CATEGORÍA         | DESCRIPTOR    | CALIFICACIÓN |
|-------------------|---------------|--------------|
| Baja              | menor del 10% | 20           |
| Media             | entre 11-20%  | 15           |
| Medianamente alta | entre 21-30%  | 10           |
| Alta              | entre 31-40%  | 5            |
| Muy alta          | mayor 40%     | 0            |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

## 6.2. Resultados

De acuerdo al análisis de coberturas del año 2000 y 2015, se identificaron en total 36 coberturas naturales de la tierra, se destaca que para el año 2000-2004 se clasificaron 15 tipos de coberturas y para el año 2015 se clasificaron 35 coberturas, cabe mencionar que 21 coberturas que fueron identificadas en el año 2015, no se identificaron para el año 2000, esto se debe a la baja resolución de las imágenes utilizadas para la elaboración del mapa del año 2000-2004, que correspondieron imágenes Landsat. Así mismo, se encontró que 1 cobertura no fue identificada para

el año 2015 y por el contrario se encontró para el año 2000-2004. Por lo tanto, para los casos que las áreas tenían valores ceros, no se realizó el cálculo de tasa de cambio debido a la falta de información que pueda indicar los cambios en las coberturas (Ver Tabla 4)

Para el año 2000-2004, se destaca el predominio de las coberturas naturales como: Bosque denso con 22.29%, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales con 16.08% y pastos limpios con 12.67%. Para el año 2015 predomina las coberturas naturales de Bosque denso con 23.56%, Cultivos permanentes arbustivos con 15.82%, Mosaico de pastos y cultivos con 11.35% y Pastos limpios con 11.33% (Figura 46).

**Tabla 4. Coberturas naturales de la tierra para año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia nivel 3**

| Cobertura Nivel 3                                 | 2000-2004<br>Área (ha) | %    | 2015 Área<br>(ha) | %     | Diferencia | Cambio    |
|---|------------------------|------|-------------------|-------|------------|-----------|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo                     | 476,20                 | 0,38 | 767,17            | 0,61  | 290,97     | Aumento   |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                  | 7,30                   | 0,01 | 393,23            | 0,31  | 385,93     | Aumento   |
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales           | 0,00                   | 0,00 | 23,84             | 0,02  | 23,84      | Sin Datos |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 0,00                   | 0,00 | 711,96            | 0,57  | 711,96     | Sin Datos |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                 | 0,00                   | 0,00 | 52,67             | 0,04  | 52,67      | Sin Datos |
| 2.1.1. Otros cultivos Transitorios                | 0,00                   | 0,00 | 24,58             | 0,02  | 24,58      | Sin Datos |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                  | 0,00                   | 0,00 | 6,17              | 0,00  | 6,17       | Sin Datos |
| 2.1.4. Hortalizas                                 | 0,00                   | 0,00 | 10,19             | 0,01  | 10,19      | Sin Datos |
| 2.1.5. Tuberculos                                 | 0,00                   | 0,00 | 13,99             | 0,01  | 13,99      | Sin Datos |
| 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos             | 10794,69               | 8,59 | 5653,63           | 4,50  | -5141,05   | Pérdida   |
| 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos            | 185,45                 | 0,15 | 19865,44          | 15,82 | 19679,99   | Aumento   |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos              | 0,00                   | 0,00 | 5,22              | 0,00  | 5,22       | Sin Datos |
| 2.2.4 Cultivos Agroforestales                     | 0,00                   | 0,00 | 5005,00           | 3,98  | 5005,00    | Sin Datos |

| Cobertura Nivel 3                                       | 2000-2004<br>Área (ha) | %     | 2015 Área<br>(ha) | %     | Diferencia | Cambio    |
|---|------------------------|-------|-------------------|-------|------------|-----------|
| 2.2.5 Cultivos confinados                               | 0,00                   | 0,00  | 7,74              | 0,01  | 7,74       | Sin Datos |
| 2.3.1. Pastos limpios                                   | 15907,46               | 12,67 | 14232,65          | 11,33 | -1674,80   | Pérdida   |
| 2.3.2. Pastos arbolados                                 | 0,00                   | 0,00  | 2964,38           | 2,36  | 2964,38    | Sin Datos |
| 2.3.3. Pastos enmalezados                               | 0,00                   | 0,00  | 2762,79           | 2,20  | 2762,79    | Sin Datos |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos                              | 0,00                   | 0,00  | 3084,31           | 2,46  | 3084,31    | Sin Datos |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 10720,03               | 8,54  | 14251,32          | 11,35 | 3531,29    | Aumento   |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 20195,50               | 16,08 | 11964,70          | 9,53  | -8230,80   | Pérdida   |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales         | 0,00                   | 0,00  | 2247,86           | 1,79  | 2247,86    | Sin Datos |
| 3.1.1. Bosque denso                                     | 27994,29               | 22,29 | 29597,19          | 23,56 | 1602,90    | Aumento   |
| 3.1.2. Bosque abierto                                   | 14548,03               | 11,58 | 11,93             | 0,01  | 14536,10   | Pérdida   |
| 3.1.3. Bosque fragmentado                               | 11270,44               | 8,97  | 3007,48           | 2,39  | -8262,96   | Pérdida   |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario                      | 0,00                   | 0,00  | 4336,59           | 3,45  | 4336,59    | Sin Datos |
| 3.1.5. Plantación forestal                              | 3704,09                | 2,95  | 2684,44           | 2,14  | -1019,65   | Pérdida   |
| 3.2.1. Herbazal   | 646,69                 | 0,51  | 0,00              | 0,00  | -646,69    | Sin Datos |
| 3.2.2. Arbustal   | 0,00                   | 0,00  | 1040,32           | 0,83  | 1040,32    | Sin Datos |
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición             | 0,00                   | 0,00  | 166,06            | 0,13  | 166,06     | Sin Datos |
| 3.3.1. Zonas arenosas naturales                         | 0,00                   | 0,00  | 1,25              | 0,00  | 1,25       | Sin Datos |
| 3.3.2. Afloramientos rocosos                            | 0,00                   | 0,00  | 1,28              | 0,00  | 1,28       | Sin Datos |
| 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 8217,95                | 6,54  | 133,43            | 0,11  | -8084,52   | Pérdida   |



| Cobertura Nivel 3                          | 2000-2004<br>Área (ha) | %    | 2015 Área<br>(ha) | %    | Diferencia | Cambio    |
|--|------------------------|------|-------------------|------|------------|-----------|
| 3.3.4. Zonas quemadas                      | 0,00                   | 0,00 | 83,00             | 0,07 | 83,00      | Sin Datos |
| 5.1.1. Ríos (50 m)                         | 879,46                 | 0,70 | 470,71            | 0,37 | -408,75    | Pérdida   |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales | 52,50                  | 0,04 | 9,12              | 0,01 | -43,38     | Pérdida   |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales        | 0,00                   | 0,00 | 8,44              | 0,01 | 8,44       | Sin Datos |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

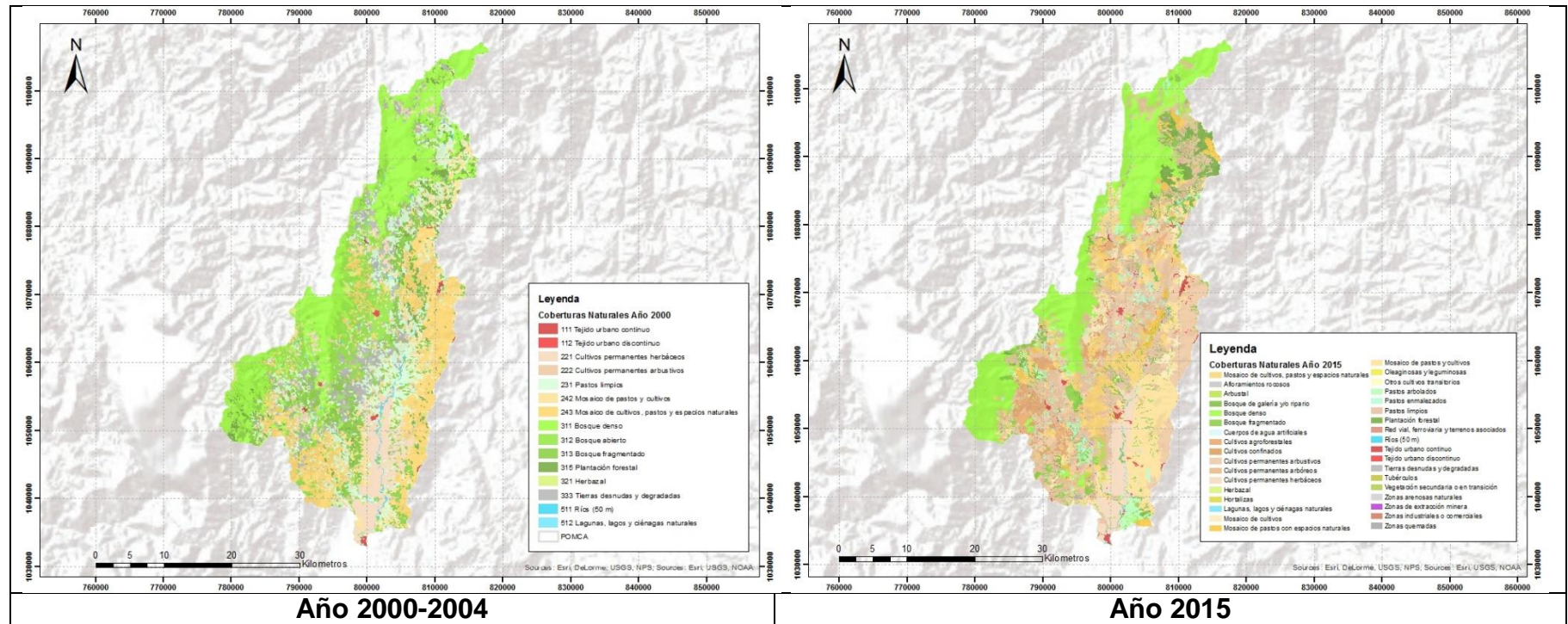
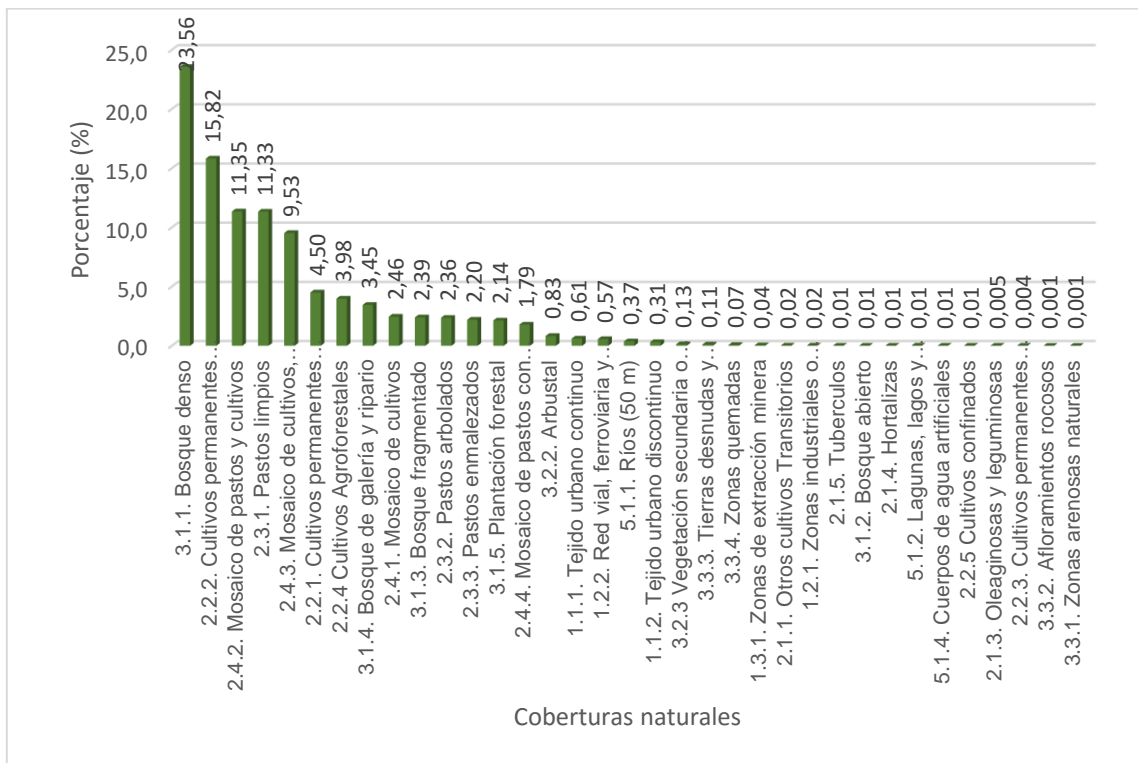


Figura 46. Coberturas naturales año 2000-2004 y 2015 según metodología Corine Land Cover adaptada a Colombia (2010)  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 47. Coberturas clasificadas para el año 2015**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

De acuerdo a los resultados del cálculo del indicador de la Tasa de Cambio de coberturas naturales de la tierra-TCCN, se observa que de las 36 coberturas analizadas, 5 coberturas tuvieron un aumento del área destacando el incremento de las coberturas como el Tejido urbano continuo, Tejido urbano discontinuo, Cultivos permanentes arbustivos, Mosaico de pastos y cultivos y Bosque denso (Ver Figura 47).

Se destaca el incremento significativo del área de cobertura natural de Cultivos permanentes arbustivos (cultivos de café), seguido de la cobertura de Mosaico de pastos y cultivos, bosque denso y los tejidos urbanos continuos y discontinuos.

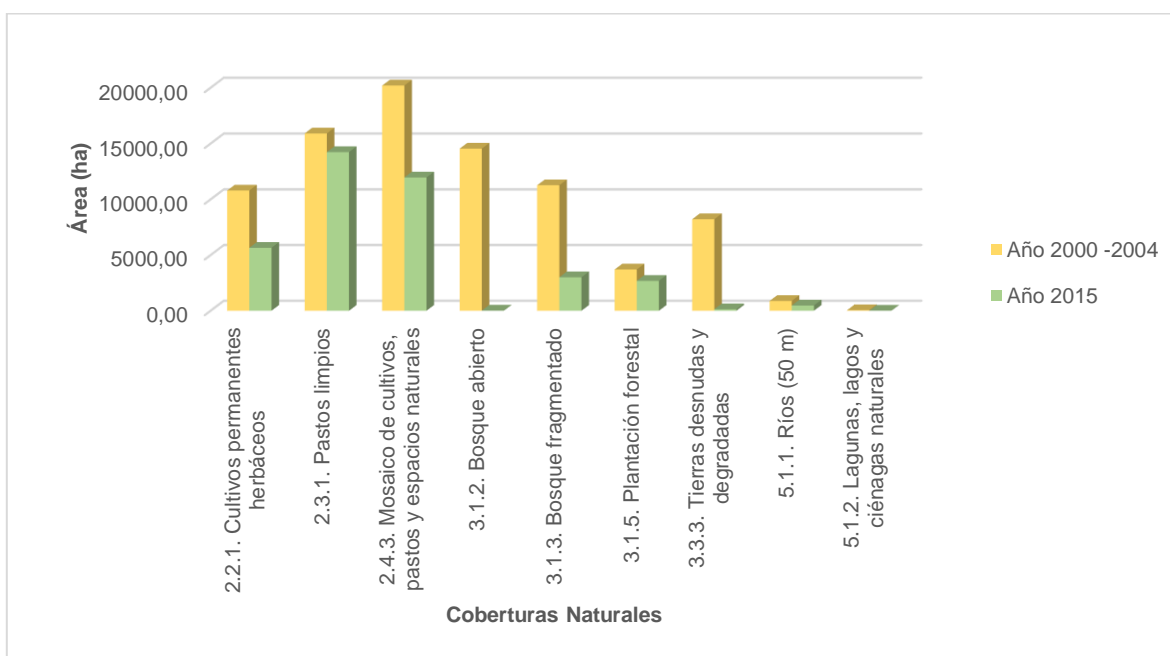


**Tabla 5. Coberturas naturales que incrementaron el área**

| Cobertura Nivel 3                      | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | Diferencia | Cambio  |
|--|------------------------|-------------------|------------|---------|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo          | 476,20                 | 767,17            | 290,97     | Aumento |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo       | 7,30                   | 393,23            | 385,93     | Aumento |
| 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos | 185,45                 | 19865,44          | 19679,99   | Aumento |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos    | 10720,03               | 14251,32          | 3531,29    | Aumento |
| 3.1.1. Bosque denso                    | 27994,29               | 29597,19          | 1602,90    | Aumento |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Las coberturas que presentaron disminución de área correspondieron a 9 destacando la pérdida de área de Bosque abierto, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Bosque fragmentado, Tierras desnudas y degradadas y Cultivos permanentes herbáceos (Figura 48 y Tabla 5).



**Figura 48. Coberturas naturales que disminuyeron el área**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

**Tabla 6. Coberturas naturales que disminuyeron el área**

| Cobertura Nivel 3                                       | 2000-2004 Área (ha) | 2015 Área (ha) | Diferencia | Cambio  |
|---|---------------------|----------------|------------|---------|
| 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos                   | 10794,69            | 5653,63        | -5141,05   | Pérdida |
| 2.3.1. Pastos limpios                                   | 15907,46            | 14232,65       | -1674,80   | Pérdida |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 20195,50            | 11964,70       | -8230,80   | Pérdida |
| 3.1.2. Bosque abierto                                   | 14548,03            | 11,93          | -14536,10  | Pérdida |
| 3.1.3. Bosque fragmentado                               | 11270,44            | 3007,48        | -8262,96   | Pérdida |
| 3.1.5. Plantación forestal                              | 3704,09             | 2684,44        | -1019,65   | Pérdida |
| 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 8217,95             | 133,43         | -8084,52   | Pérdida |
| 5.1.1. Ríos (50 m)                                      | 879,46              | 470,71         | -408,75    | Pérdida |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales              | 52,50               | 9,12           | -43,38     | Pérdida |

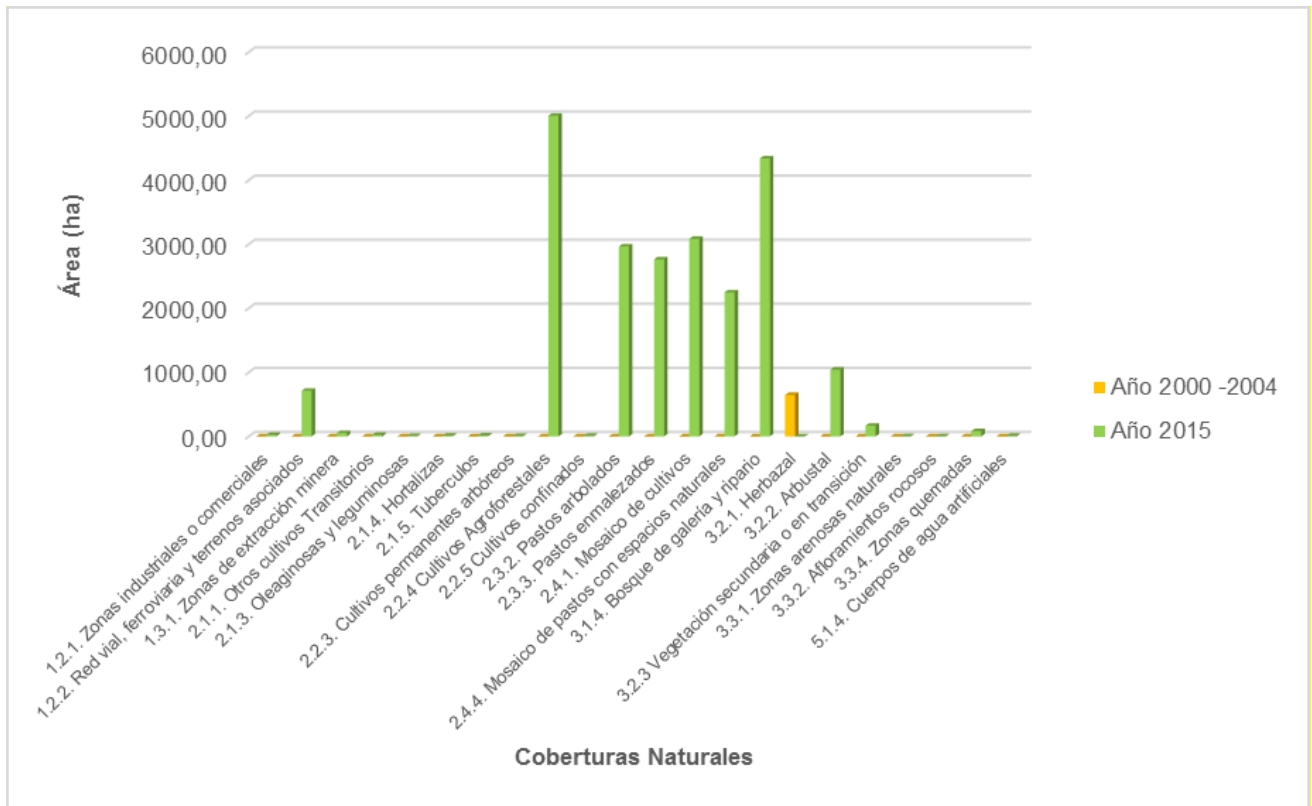
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Así mismo, como se mencionó anteriormente, 22 coberturas presentaron valores de cero, por tal motivo no se realizó el cálculo del indicador y fue clasificado como Sin Datos, se concluye que los valores de cero para el año 2000-2004, se debe principalmente a la resolución de las imágenes utilizadas (Imágenes Landsat). Se destaca que la cobertura de Cultivos agroforestales presenta un área significativa para el 2015, sin embargo no fue clasificada para el año 2000-2004, igualmente, para el caso de Bosque de galería y ripario, Mosaico de cultivos y Pastos arbolados, lo que corrobora lo mencionado anteriormente que las imágenes utilizadas presentan una resolución menor, que no permitieron detallar este tipo de coberturas que requieren un nivel de detalle alto para lograr identificarlas. Mientras tanto, la cobertura Herbazal fue identificada para el año 2000-2004 y no se clasificó para el año 2015 (Ver Figura 49 y Tabla 7).

**Tabla 7. Coberturas naturales no identificadas para el año 2000-2004 y 2015**

| Cobertura Nivel 3                                 | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) |
|---|------------------------|-------------------|
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales           | 0,00                   | 23,84             |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 0,00                   | 711,96            |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                 | 0,00                   | 52,67             |
| 2.1.1. Otros cultivos Transitorios                | 0,00                   | 24,58             |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                  | 0,00                   | 6,17              |
| 2.1.4. Hortalizas                                 | 0,00                   | 10,19             |
| 2.1.5. Tubérculos                                 | 0,00                   | 13,99             |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos              | 0,00                   | 5,22              |
| 2.2.4 Cultivos Agroforestales                     | 0,00                   | 5005,00           |
| 2.2.5 Cultivos confinados                         | 0,00                   | 7,74              |
| 2.3.2. Pastos arbolados                           | 0,00                   | 2964,38           |
| 2.3.3. Pastos enmalezados                         | 0,00                   | 2762,79           |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos                        | 0,00                   | 3084,31           |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales   | 0,00                   | 2247,86           |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario                | 0,00                   | 4336,59           |
| 3.2.1. Herbazal                                   | 646,69                 | 0,00              |
| 3.2.2. Arbustal                                   | 0,00                   | 1040,32           |
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición       | 0,00                   | 166,06            |
| 3.3.1. Zonas arenosas naturales                   | 0,00                   | 1,25              |
| 3.3.2. Afloramientos rocosos                      | 0,00                   | 1,28              |
| 3.3.4. Zonas quemadas                             | 0,00                   | 83,00             |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales               | 0,00                   | 8,44              |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 49. Coberturas naturales no identificadas para los años 2000-2004 y 2015**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

En relación al resultado del indicador de TCCN de las coberturas analizadas, se resalta la tendencia a valores menores al 10%, es decir, categoría baja con el 27.78% (10 coberturas), 5.56% (2 coberturas) en la categoría medianamente alta, 2.78% (2 coberturas) en la categoría Alta y Muy Alta respectivamente y 61.11% (22 coberturas) se clasificó como sin datos, teniendo en cuenta que no se logró calcular la tasa de cambio (Ver Figura 38, Figura 50, Figura 51 y Tabla 8).

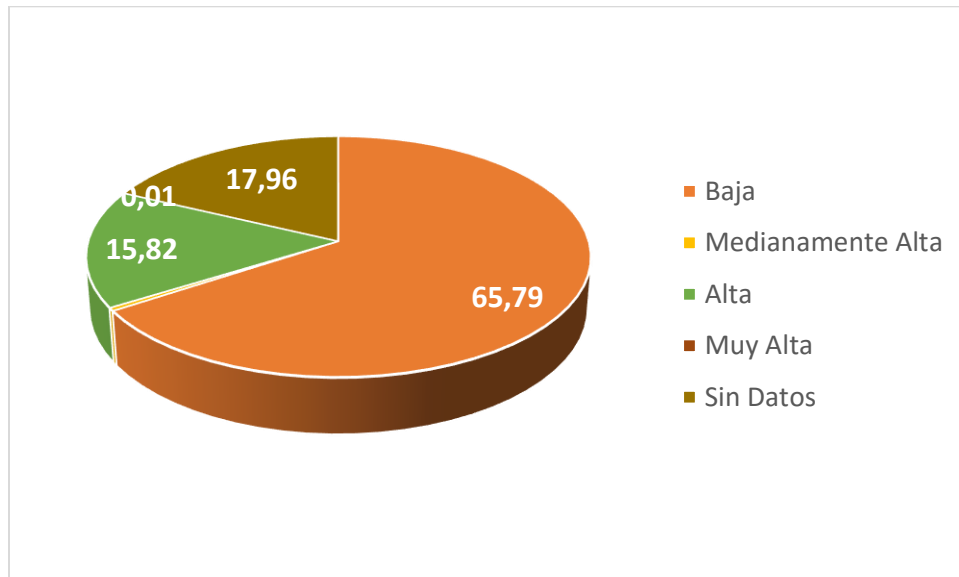
De acuerdo al análisis de las áreas se destaca que el 65.79% del área de la cuenca se clasifica en la categoría de Baja, 15.82% Alta, 0.42% medianamente alta, 0.01% Muy Alta y 17.96% sin datos.



**Tabla 8. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de TCCN**

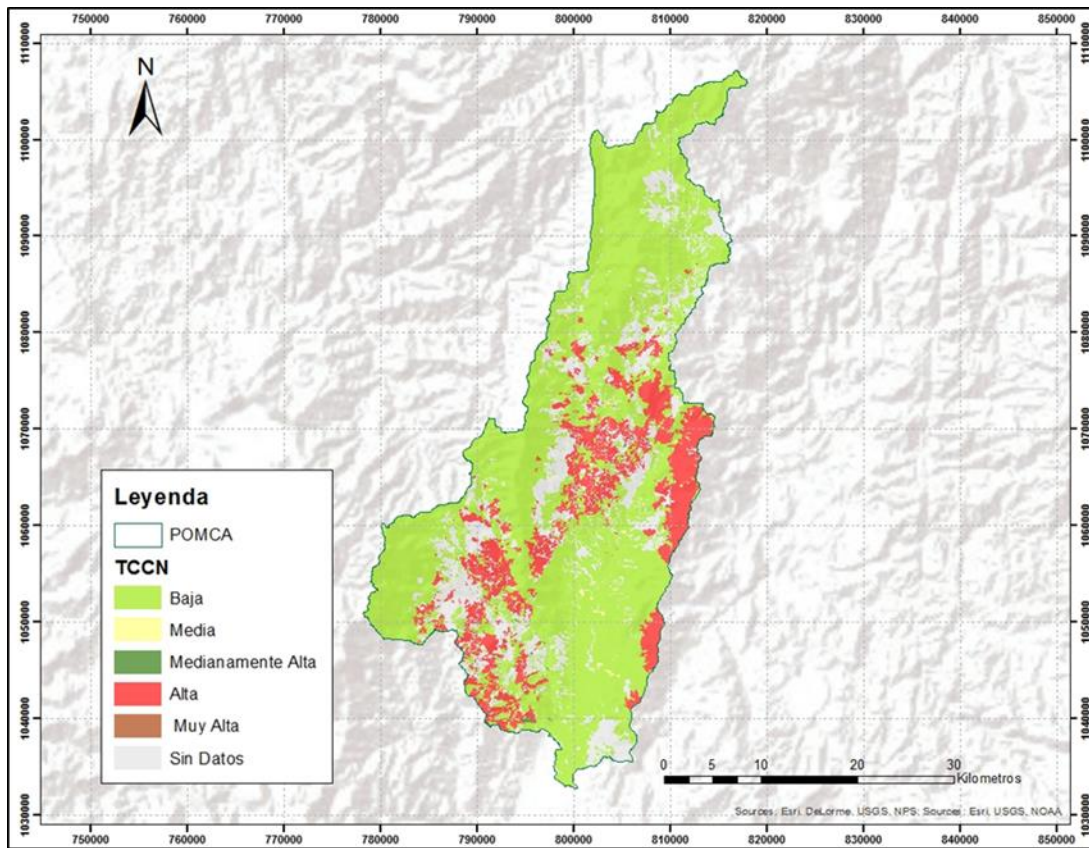
| Categoría         | No Coberturas | %             | Área (Ha)        | %             |
|-------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| Baja              | 10            | 27,78         | 82638,40         | 65,79         |
| Medianamente Alta | 2             | 5,56          | 526,66           | 0,42          |
| Alta              | 1             | 2,78          | 19865,44         | 15,82         |
| Muy Alta          | 1             | 2,78          | 11,93            | 0,01          |
| Sin Datos         | 22            | 61,11         | 22557,64         | 17,96         |
| <b>Total</b>      | <b>36</b>     | <b>100,00</b> | <b>125600,06</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 50. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías de la Tasa de Cambio de coberturas naturales**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 51. Tasa de cambio de coberturas naturales TCCN en la cuenca del Río Risaralda**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que algunas coberturas presentaron cambios significativos y fueron clasificados con una Tasa de cambio de Coberturas naturales de categoría Muy Alta (mayor a 40%) como la cobertura Bosque Abierto, en la categoría Medianamente Alta (entre 21% a 30%) se presentó la cobertura Tejido urbano discontinuo y tierras desnudas y degradadas, la primera incremento su área significativamente debido a la expansión urbana de los principales centros poblados y la segunda disminuyó su área, probablemente por la recuperación o restauración de áreas de manera natural, en la categoría Alta (entre 30% a 40%) se presentó en la cobertura Cultivo permanentes arbustivos, lo cual se debe al incremento del área de cultivos de Café en la zona de estudio (Ver Tabla 9).

**Tabla 9. Resultados de la Tasa de cambio de coberturas naturales (TCCN) en la cuenca del Río Risaralda**

| Cobertura Nivel 3                                       | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | TCCN   | Categoría         |
|---|------------------------|-------------------|--------|-------------------|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo                           | 476,20                 | 767,17            | 3,18   | Baja              |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                        | 7,30                   | 393,23            | 26,58  | Medianamente Alta |
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales                 | 0,00                   | 23,84             | SD     | Sin Datos         |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados       | 0,00                   | 711,96            | SD     | Sin Datos         |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                       | 0,00                   | 52,67             | SD     | Sin Datos         |
| 2.1.1. Otros cultivos Transitorios                      | 0,00                   | 24,58             | SD     | Sin Datos         |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                        | 0,00                   | 6,17              | SD     | Sin Datos         |
| 2.1.4. Hortalizas                                       | 0,00                   | 10,19             | SD     | Sin Datos         |
| 2.1.5. Tubérculos                                       | 0,00                   | 13,99             | SD     | Sin Datos         |
| 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos                   | 10794,69               | 5653,63           | -4,31  | Baja              |
| 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos                  | 185,45                 | 19865,44          | 31,16  | Alta              |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos                    | 0,00                   | 5,22              | SD     | Sin Datos         |
| 2.2.4 Cultivos Agroforestales                           | 0,00                   | 5005,00           | SD     | Sin Datos         |
| 2.2.5 Cultivos confinados                               | 0,00                   | 7,74              | SD     | Sin Datos         |
| 2.3.1. Pastos limpios                                   | 15907,46               | 14232,65          | -0,74  | Baja              |
| 2.3.2. Pastos arbolados                                 | 0,00                   | 2964,38           | SD     | Sin Datos         |
| 2.3.3. Pastos enmalezados                               | 0,00                   | 2762,79           | SD     | Sin Datos         |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos                              | 0,00                   | 3084,31           | SD     | Sin Datos         |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 10720,03               | 14251,32          | 1,90   | Baja              |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 20195,50               | 11964,70          | -3,49  | Baja              |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales         | 0,00                   | 2247,86           | SD     | Sin Datos         |
| 3.1.1. Bosque denso                                     | 27994,29               | 29597,19          | 0,37   | Baja              |
| 3.1.2. Bosque abierto                                   | 14548,03               | 11,93             | -47,38 | Muy Alta          |

| Cobertura Nivel 3                              | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | TCCN   | Categoría         |
|--|------------------------|-------------------|--------|-------------------|
| 3.1.3. Bosque fragmentado                      | 11270,44               | 3007,48           | -8,81  | Baja              |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario             | 0,00                   | 4336,59           | SD     | Sin Datos         |
| 3.1.5. Plantación forestal                     | 3704,09                | 2684,44           | -2,15  | Baja              |
| 3.2.1. Herbazal                                | 646,69                 | 0,00              | SD     | Sin Datos         |
| 3.2.2. Arbustal                                | 0,00                   | 1040,32           | SD     | Sin Datos         |
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en<br>transición | 0,00                   | 166,06            | SD     | Sin Datos         |
| 3.3.1. Zonas arenosas naturales                | 0,00                   | 1,25              | SD     | Sin Datos         |
| 3.3.2. Afloramientos rocosos                   | 0,00                   | 1,28              | SD     | Sin Datos         |
| 3.3.3. Tierras desnudas y<br>degradadas        | 8217,95                | 133,43            | -27,47 | Medianamente Alta |
| 3.3.4. Zonas quemadas                          | 0,00                   | 83,00             | SD     | Sin Datos         |
| 5.1.1. Ríos (50 m)                             | 879,46                 | 470,71            | -4,17  | Baja              |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas<br>naturales  | 52,50                  | 9,12              | -11,67 | Baja              |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales            | 0,00                   | 8,44              | SD     | Sin Datos         |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



### 6.3. Conclusiones indicador tasa de cambio de coberturas

Para el área del POMCA del río Risaralda se evidencia una baja tasa de cambio de coberturas naturales, las coberturas en general se han mantenido durante el periodo evaluado entre 2000-2004 y 2015, los cambios han sido bajos a pesar que algunas coberturas han presentado cambios importantes como el caso de la cobertura Bosque abierto, que presento un valor de -47.38 en el indicador de Tasa de cambio, para la cobertura de Cultivos permanentes arbustivos se presentó un incremento significativo lo que resulto con un indicador de 31.16, este incremento se relaciona con el establecimiento de áreas de cultivos de café en el área de la Cuenca, igualmente se destaca, la disminución de la cobertura de Tierras desnudas y degradadas, dando como resultado un indicador de -27.47, esto se debe probablemente a la restauración y recuperación de áreas que se encontraban degradadas para el año 2000-2004, de la misma manera, se identificó que la cobertura Tejido urbano discontinuo su incremento fue significativo con un valor del indicador de 26.58.

Es importante mencionar que para el cálculo del indicador de tasa de cambio de coberturas naturales se presentó una limitante relacionada a coberturas naturales que no se pudieron analizar debido a la falta de información del mapa de cobertura del año 2000-2004, debido a la baja resolución de las imágenes Landsat utilizadas, que no permitió detallar algunas coberturas como los mosaicos de cultivos, pastos arbolados, pastos enmalezados, algunos cultivos permanentes, cultivos transitorios, zonas de extracción minera, bosque de galería o ripario, áreas con vegetación arbustiva

## 7. INDICADOR DE VEGETACIÓN REMANENTE (IVR)

### 7.1. Metodología

El Indicador de Vegetación Remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada uno de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).

Este índice se calculó para cada una de los tipos de coberturas naturales identificadas, mediante la aplicación de la siguiente fórmula (Márquez 2000).

$$IVR = \left( \frac{AVR}{At} \right) * 100$$

Donde,

AVR: es el área de vegetación remanente.

At: es el área total de la unidad en hectáreas.

Igual que para el análisis de tasa de cambio de coberturas naturales de la tierra, el cálculo del indicador de vegetación remanente, se realizó con los mapas de coberturas del año 1997 y 2015, es decir, para un periodo de 18 años.

Los resultados el indicador se clasificará de acuerdo a la Tabla 10, donde a mayor valor del indicador se presentará una mayor sostenibilidad y una baja transformación (Anexo A Diagnóstico)

**Tabla 10. Categorías de interpretación de calificación del indicador IVR**

| Categoría   | Rango                               | Calificación |
|---|-------------------------------------|--------------|
| NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta   | $IVR \geq 70\%$                     | 20           |
| PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | $IVR \geq$ igual al 50% y < del 69% | 15           |
| MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja   | $IVR \geq$ a 30% y < del 49%        | 10           |
| MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja   | $IVR \geq$ a 10% y < 30%            | 5            |
| CT: Completamente transformado.   | $IVR < 10\%$                        | 0            |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

## 7.2. Resultados

De acuerdo a los resultados del cálculo del Indicador de Vegetación Remanente (IVR), el 19.44% (7 coberturas) se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 8.33% (3 coberturas) en la categoría PT: Parcialmente transformado y 5.56% en la categoría MT: Muy transformado y categoría CT: Completamente transformado.

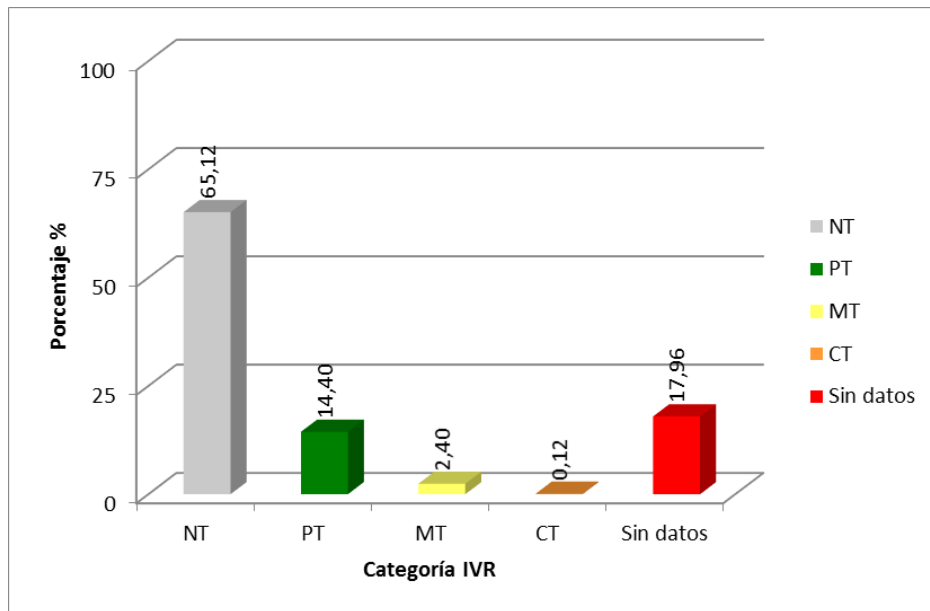
En relación a las áreas dentro de la cuenca, se evidencia que el 65.12% se encuentran en la categoría NT: No transformado o escasamente transformado, 14.40% en la categoría PT: Parcialmente transformado, 2.4% en la categoría

MT: Muy transformado y 0.12% en la categoría CT: Completamente transformado. (Ver Figura 52, Figura 53 y Tabla 11).

**Tabla 11. Distribución de número de coberturas naturales y área de acuerdo al indicador de IVR**

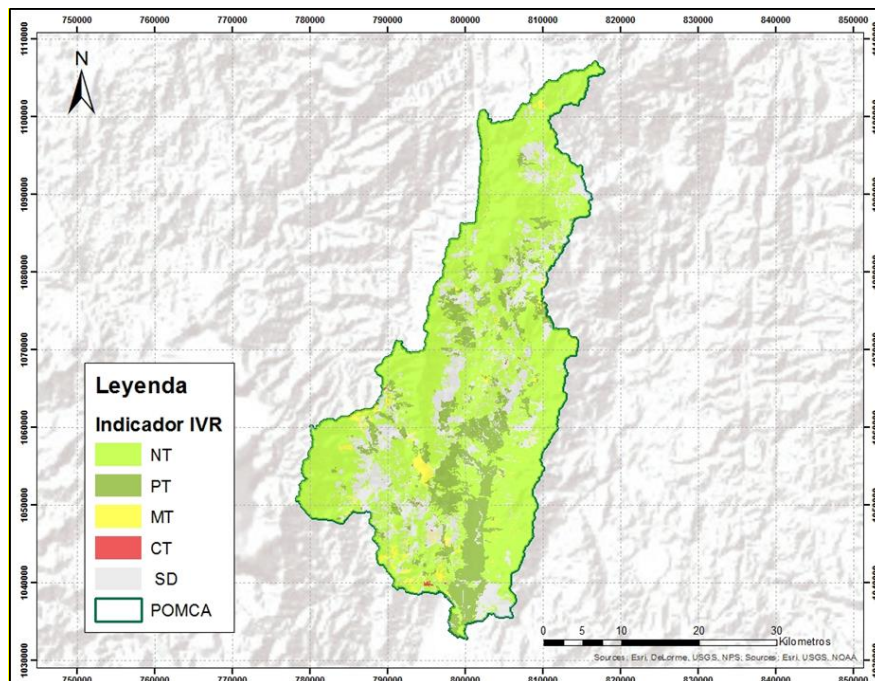
| Categoría   | Código    | Nro. Coberturas | %          | Área (ha)       | %          |
|---|-----------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta   | NT        | 7               | 19,44      | 81791,4         | 65,12      |
| PT: Parcialmente transformado Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | PT        | 3               | 8,33       | 18089,0         | 14,40      |
| MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja   | MT        | 2               | 5,56       | 3016,6          | 2,40       |
| CT: Completamente transformado.   | CT        | 2               | 5,56       | 145,4           | 0,12       |
| Sin Datos   | Sin datos | 22              | 61,11      | 22557,6         | 17,96      |
| <b>Total</b>  |           | <b>36</b>       | <b>100</b> | <b>125600,1</b> | <b>100</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 52. Distribución por área dentro de la cuenca según Categorías del Indicador de Vegetación remanente.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 53. Indicador de Vegetación Remanente (IVR) en la cuenca de Rio Risaralda**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



Teniendo en cuenta las coberturas naturales que obtuvieron el menor valor del indicador de vegetación remanente, es decir, que se encuentran totalmente transformados durante el periodo analizado, se destaca las coberturas como Bosque abierto (0.1 IVR) y Tierras desnudas y degradadas (1.6 IVR). Así mismo, coberturas como Lagunas, lagos y ciénagas naturales (17.4 IVR) y Bosque fragmentado (26.7 IVR) se encuentran en la categoría de Muy Transformados, es decir, tienen una baja sostenibilidad. Las coberturas que se encuentran parcialmente transformados y al menos el 70% de su cobertura original se encuentra conservada corresponden a Cultivos permanentes herbáceos (52.4 IVR), Ríos (50 m) (53.5 IVR) y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (59.2 IVR).

Para las áreas definidas como bosques y áreas seminaturales se destaca los resultados de la cobertura de Bosque denso (93.0 IVR) y Herbazal (91.1 IVR) que a pesar se encuentran en la categoría de No Transformado, estas coberturas presentaron mayor pérdida de áreas, 1175.6 ha y 994.0 ha respectivamente, sin embargo, todavía cuentan con áreas que garantizan su sostenibilidad.

**Tabla 12. Resultados del índice de vegetación remanente (IVR) según coberturas naturales en la cuenca del Río Risaralda**

| Cobertura Nivel 3                                 | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | Diferencia | IVR    | Categoría |
|---|------------------------|-------------------|------------|--------|-----------|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo                     | 476,20                 | 767,17            | 290,97     | 161,1  | NT        |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                  | 7,30                   | 393,23            | 385,93     | 5387,7 | NT        |
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales           | 0,00                   | 23,84             | 23,84      | SD     | SD        |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 0,00                   | 711,96            | 711,96     | SD     | SD        |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                 | 0,00                   | 52,67             | 52,67      | SD     | SD        |
| 2.1.1. Otros cultivos Transitorios                | 0,00                   | 24,58             | 24,58      | SD     | SD        |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                  | 0,00                   | 6,17              | 6,17       | SD     | SD        |
| 2.1.4. Hortalizas                                 | 0,00                   | 10,19             | 10,19      | SD     | SD        |
| 2.1.5. Tubérculos                                 | 0,00                   | 13,99             | 13,99      | SD     | SD        |
| 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos             | 10794,69               | 5653,63           | -5141,05   | 52,4   | PT        |

| Cobertura Nivel 3                                       | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | Diferencia | IVR     | Categoría |
|---|------------------------|-------------------|------------|---------|-----------|
| 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos                  | 185,45                 | 19865,44          | 19679,99   | 10712,1 | NT        |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos                    | 0,00                   | 5,22              | 5,22       | SD      | SD        |
| 2.2.4 Cultivos Agroforestales                           | 0,00                   | 5005,00           | 5005,00    | SD      | SD        |
| 2.2.5 Cultivos confinados                               | 0,00                   | 7,74              | 7,74       | SD      | SD        |
| 2.3.1. Pastos limpios                                   | 15907,46               | 14232,65          | -1674,80   | 89,5    | NT        |
| 2.3.2. Pastos arbolados                                 | 0,00                   | 2964,38           | 2964,38    | SD      | SD        |
| 2.3.3. Pastos enmalezados                               | 0,00                   | 2762,79           | 2762,79    | SD      | SD        |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos                              | 0,00                   | 3084,31           | 3084,31    | SD      | SD        |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 10720,03               | 14251,32          | 3531,29    | 132,9   | NT        |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 20195,50               | 11964,70          | -8230,80   | 59,2    | PT        |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales         | 0,00                   | 2247,86           | 2247,86    | SD      | SD        |
| 3.1.1. Bosque denso                                     | 27994,29               | 29597,19          | 1602,90    | 105,7   | NT        |
| 3.1.2. Bosque abierto                                   | 14548,03               | 11,93             | -14536,10  | 0,1     | CT        |
| 3.1.3. Bosque fragmentado                               | 11270,44               | 3007,48           | -8262,96   | 26,7    | MT        |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario                      | 0,00                   | 4336,59           | 4336,59    | SD      | SD        |
| 3.1.5. Plantación forestal                              | 3704,09                | 2684,44           | -1019,65   | 72,5    | NT        |
| 3.2.1. Herbazal   | 646,69                 | 0,00              | -646,69    | SD      | SD        |
| 3.2.2. Arbustal   | 0,00                   | 1040,32           | 1040,32    | SD      | SD        |
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición             | 0,00                   | 166,06            | 166,06     | SD      | SD        |
| 3.3.1. Zonas arenosas naturales                         | 0,00                   | 1,25              | 1,25       | SD      | SD        |
| 3.3.2. Afloramientos rocosos                            | 0,00                   | 1,28              | 1,28       | SD      | SD        |
| 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 8217,95                | 133,43            | -8084,52   | 1,6     | CT        |
| 3.3.4. Zonas quemadas                                   | 0,00                   | 83,00             | 83,00      | SD      | SD        |

| Cobertura Nivel 3                             | 2000-2004<br>Área (ha) | 2015 Área<br>(ha) | Diferencia | IVR  | Categoría |
|---|------------------------|-------------------|------------|------|-----------|
| 5.1.1. Ríos (50 m)                            | 879,46                 | 470,71            | -408,75    | 53,5 | PT        |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y<br>ciénagas naturales | 52,50                  | 9,12              | -43,38     | 17,4 | MT        |
| 5.1.4. Cuerpos de agua<br>artificiales        | 0,00                   | 8,44              | 8,44       | SD   | SD        |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 7.3 Conclusiones

Los resultados del indicador de vegetación remante-IVR, indican que el 65.12% del área del POMCA se encuentra No transformado o escasamente transformado, este resultado, se relaciona directamente con el indicador de Tasa de Cambio.

Se destaca que algunas coberturas han presentado cambios significativos durante el periodo estudiado y que se encuentran en un proceso de degradación y que en los próximos años podrían desaparecer, como el caso del Bosque Abierto, Bosque Fragmentado, Ríos (50 m) y Lagunas, lagos y ciénagas naturales.

Por otro lado, algunas coberturas han incrementado sus áreas lo que garantiza su sostenibilidad como el caso de los Cultivos permanentes arbustivos, Mosaico de pastos y cultivos y el Bosque Denso, este último incremento un área de 1602.9 ha.

## 8. ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN - IF

### 8.1. Metodología

La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders et al., 1991).

Con el fin, de conocer el índice de fragmentación se aplicó la metodología de Steenmans y Pinborg (2000), el cual establece una relación entre paisaje y biodiversidad basándose en los usos del suelo y examinando el grado de conectividad tanto de los espacios naturales como de los seminaturales. Sin duda, la mayor virtud de este índice es que emplea información georreferenciada, por lo que puede ser aplicado a distintas escalas de trabajo y los resultados estar referidos a un espacio de extensión variable. Estas dos circunstancias son las que hacen que se pueda hablar de sensibilidad a factores de escala en el índice de fragmentación.

A partir del Índice de Fragmentación (IF) de (Steenmans & Pinborg, 2000) representado en la Figura 54, se estima el grado de conectividad entre los espacios sensibles presentes en una zona acotada que se ajustará a una superficie de análisis que en adelante será denominado celda de cálculo, esta celda no debe ser confundida con el píxel o la celdilla correspondiente con la resolución espacial de la capa de usos del suelo en el sistema raster. El tamaño de la celda de cálculo dependerá de la extensión y forma del espacio geográfico objeto de estudio y de la escala de trabajo apropiada para el estudio de ecosistemas.

La fórmula del índice de fragmentación (IF) es la siguiente:

$$IF = \frac{psc}{(ps/cs \cdot 16)} \cdot (ps/16)$$

Siendo **psc** las celdillas sensibles conectadas, **ps** las celdillas sensibles; y, **cs** los complejos sensibles.

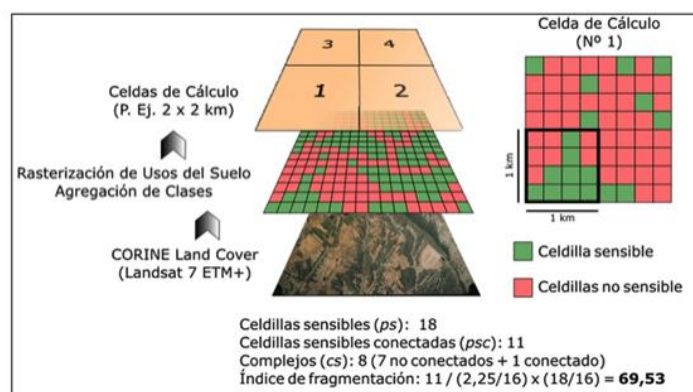


Figura 54. Representación de la metodología del índice de Steenmans & Pinborg, 2000.

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



Los resultados del índice de fragmentación (IF) se interpretan teniendo en cuenta una escala ordinal y de intervalos que clasifica los valores en cinco categorías:

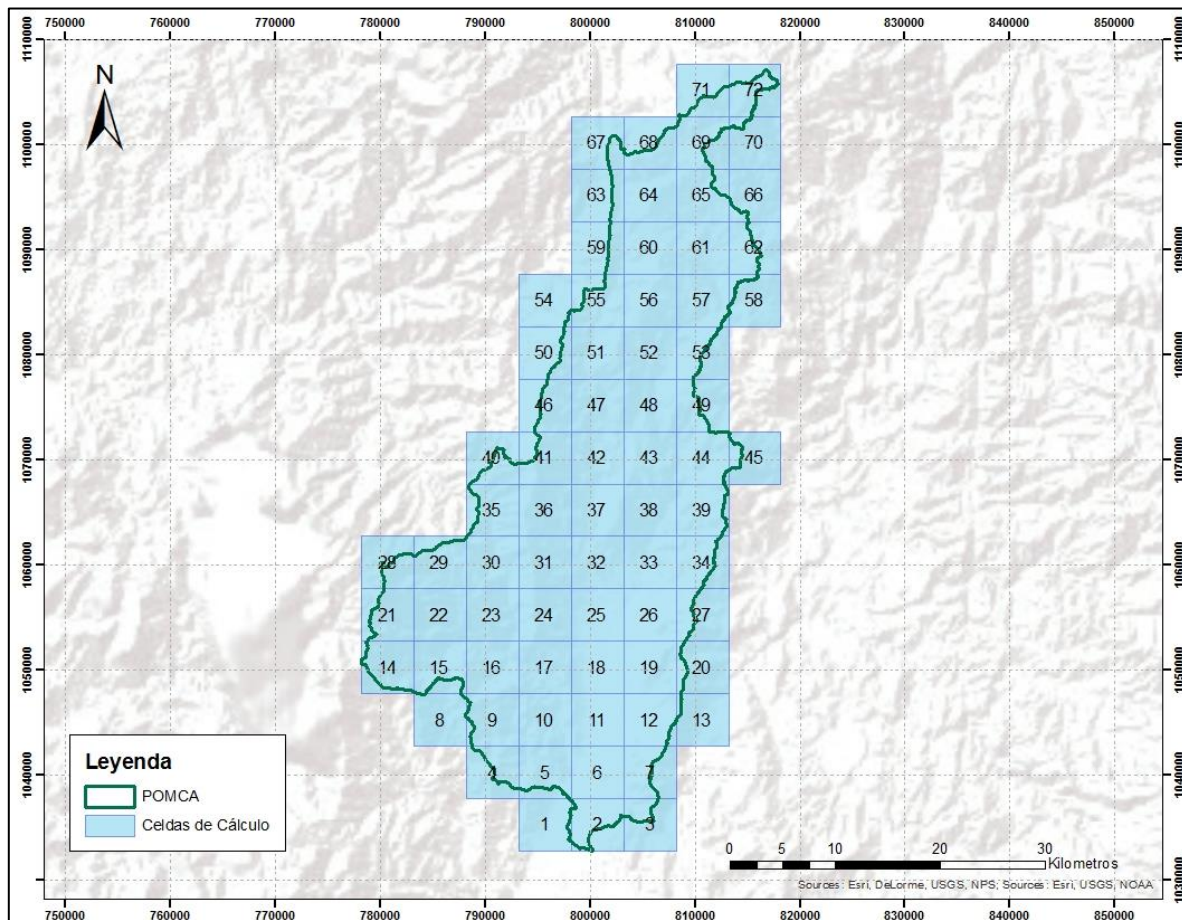
**Tabla 13. Categorías de interpretación de calificación del índice de Fragmentación – IF**

| Categoría | Rango    | Calificación |
|-----------|----------|--------------|
| Mínima    | < 0,01   | 20           |
| Media     | 0,01-0,1 | 15           |
| Moderada  | 0,1-1    | 10           |
| Fuerte    | 1-10     | 5            |
| Extrema   | 10-100   | 0            |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

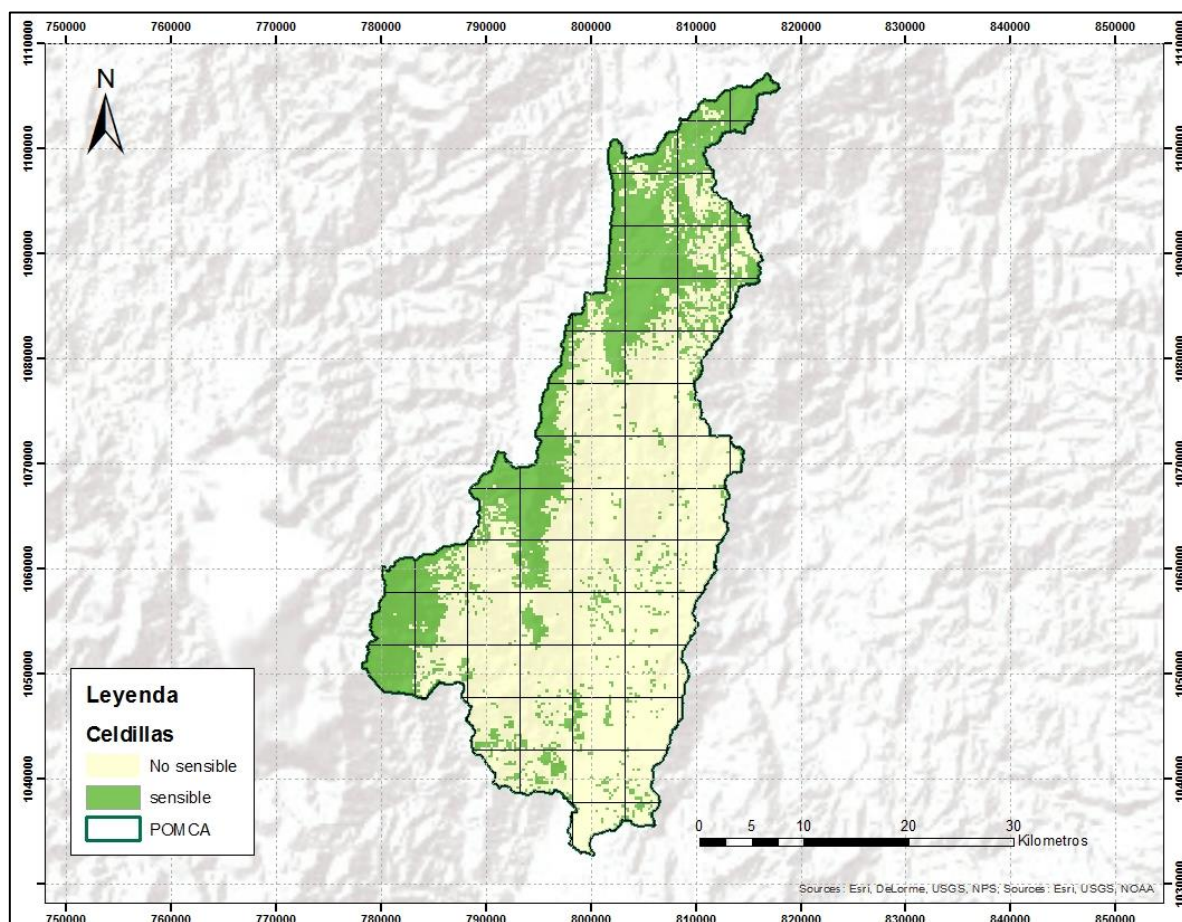
Para el cálculo del índice de fragmentación se realizó el siguiente procedimiento:

- Se reclasifico el mapa de coberturas del año 2015 según Corine Land Cover en dos clases: Sensible: áreas naturales o seminaturales y áreas húmedas; No sensible: Territorios artificados, Territorios Agrícolas y superficies de agua.
- Se generó el shape con la reclasificación de las áreas sensibles y no sensibles.
- Se montó una grilla con las celdas de cálculo, para este caso se tomó una distancias de 5 x 5 km. La numeración de las celdas se realizó de sur a norte y de oeste a este, en total se obtuvieron 72 celdas de cálculo sobre el área del POMCA del río Risaralda (Ver Figura 55).



**Figura 55. Celdas de cálculo en el área del POMCA del río Risaralda**  
 Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

d) Se rasterizó el shape de áreas sensibles y no sensibles con una celdilla de longitud de 250 metros (Ver Figura 56).



**Figura 56. Rasterización de áreas sensibles y no sensibles con celdillas de 250 metros**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

e) Se procedió aplicar la fórmula del índice de Steenmans & Pinborg en cada celda de cálculo. Se estableció que las celdas de calculo que su ocupación sea igual o menor al 10% del área de la celda, se considera Sin Datos (SD), ya que estos valores podrían alterar el resultado final. Así mismo, se utilizó un factor de corrección relacionada al área ocupada dentro de la celda de cálculo, es decir, si el área ocupa toda la celda de cálculo el factor de corrección es de valor 1, si ocupa el 50% será de 0,5.

f) De acuerdo a los resultados se generó un shape con las categorías definidas en el índice de fragmentación por cada celda de cálculo.

## 8.2. Resultados

De acuerdo a los resultados del cálculo del índice de Fragmentación, se evidencio que en algunas celdas de cálculo no se obtuvo resultado del índice debido que no se encontraron celdillas sensibles o en algunos casos ninguna celdilla estaba conectada, por lo cual se calificó en estos casos como Sin Datos – SD, así mismo, se consideró Sin Datos las áreas ocupadas con igual o menor al 10% de la celda de cálculo, debido a que estos resultados podrían alterar el Índice de Fragmentación-IF para el área del POMCA.

Se destaca que los resultados indican que el 54.51% del área tiene un índice de fragmentación extrema, 19.27% fragmentación moderada, 18.82% fragmentación fuerte, 6.58% fragmentación media y 0.67% fragmentación mínima, el área Sin Datos correspondió a 0.82% (Ver Tabla 14 y Figura 57).

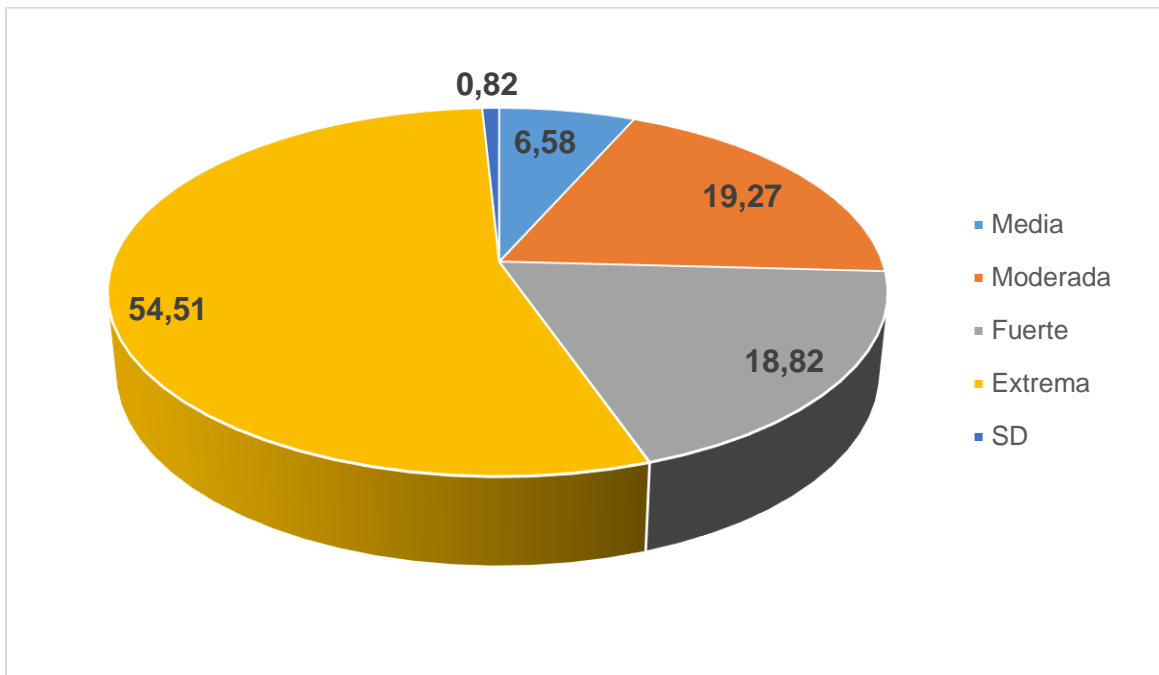
Para el área total del POMCA del río Risaralda, el promedio del índice de fragmentación fue de **56.69**, es decir se clasifica como fragmentación extrema, lo que indica el proceso de pérdida de las coberturas de bosques y áreas seminaturales dentro del área de la cuenca por efecto del cambio de uso a territorios agrícolas principalmente.

**Tabla 14. Categoría de índice de fragmentación en el área del POMCA río Risaralda**

| Categoría            | Área (Ha)        | %             |
|----------------------|------------------|---------------|
| Media                | 8262,50          | 6,58          |
| Moderada             | 24187,50         | 19,27         |
| Fuerte               | 23631,25         | 18,82         |
| Extrema              | 68431,25         | 54,51         |
| SD                   | 1025,00          | 0,82          |
| <b>Total general</b> | <b>125537,50</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

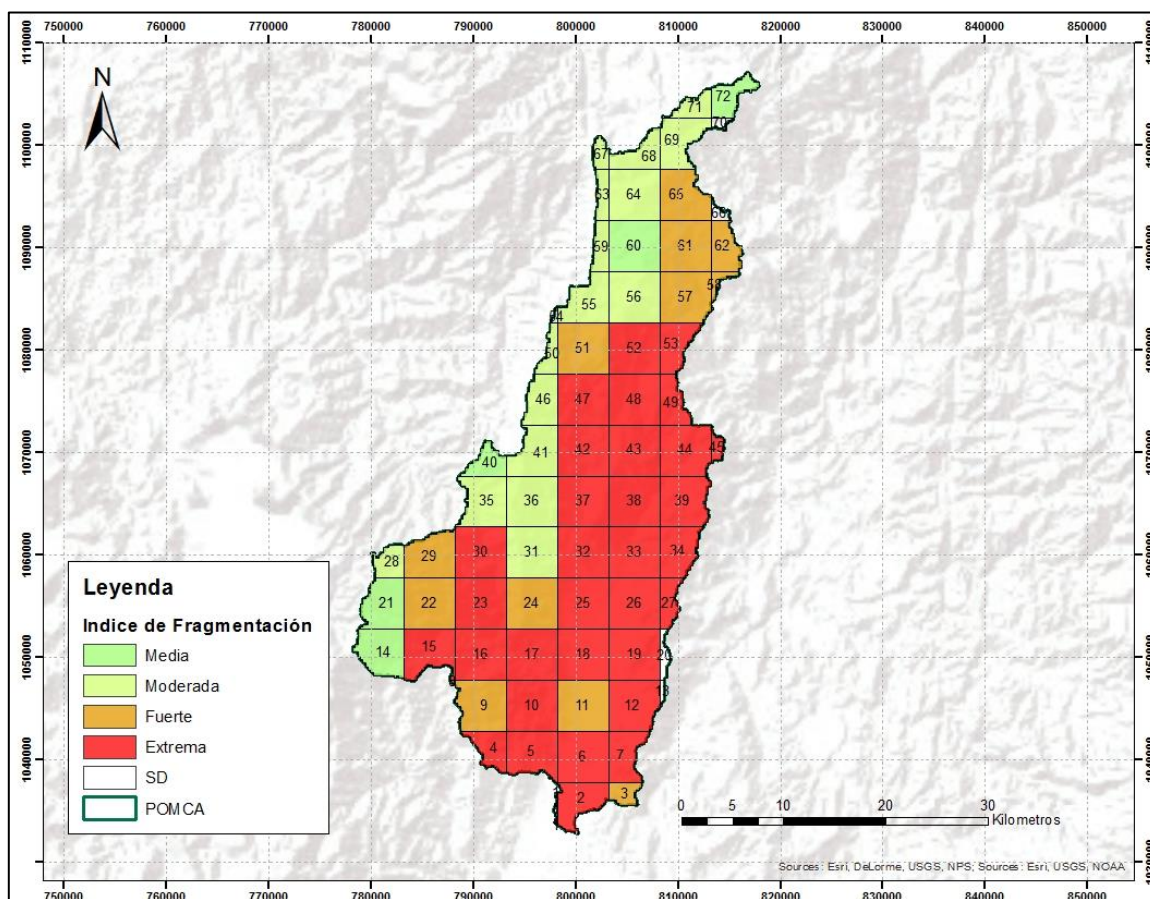




**Figura 57. Distribución porcentual índice de Fragmentación en el área del POMCA Río Risaralda**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

En la Figura 58, se observa que las celdas de cálculo numeradas como 1, 8, 13, 20, 54, 66 y 70, se clasificaron Sin Datos, teniendo en cuenta que el área ocupada dentro de la celda de cálculo fue inferior al 10% de área de la celda, por lo cual el valor que se obtiene en estas áreas puede alterar el análisis de fragmentación.



**Figura 58. Resultados del índice de fragmentación – IF en el área del POMCA río Risaralda**  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 8.3. Conclusiones Índice de Fragmentación

Los resultados del índice de fragmentación – IF indican que el 73.33% del área del POMCA tiene una fragmentación extrema y fuerte, lo que demuestra los procesos de transformación que ha presentado la coberturas de bosques y áreas seminaturales en el área de la cuenca, principalmente para el establecimiento de coberturas de territorios agrícolas. Se destaca que en los municipios de Anserma, Guática, Belén de Umbría, Viterbo, San José, Santuario, Balboa, Belalcazar y Virginia el proceso de fragmentación es muy extremo, lo que se refleja en la desaparición de áreas boscosas en estos municipios.

En relación con las áreas de subcuencas se destaca la fragmentación extrema de Q. Cauya, Q. Lazáro, Q. Tachigui, Q. El Oro, Q. Tamaspia, Q. Chagui, Q. El Aguila (Q. El Guamo), Q. La Betulia, Zona Baja (Viterbo), Zona Baja (Santuario), Zona Baja (Balboa), Q. El Cairo y R. Totui.

En general para el total del área del POMCA del río Risaralda en promedio el índice de fragmentación – IF fue de 56.69, lo que indica una fragmentación extrema, que permite entender el grado de intervención antrópica que ha sufrido las áreas boscosas y seminaturales, debido principalmente al aumento de la frontera agropecuaria y la expansión urbana, lo que ha generado una pérdida en la biodiversidad y la alteración de los flujos ecosistémicos de las diferentes especies de fauna y flora presentes en el área, lo que representa una gran amenaza para estas especies en el área de estudio.

## 9. INDICADOR DE PRESIÓN DEMOGRÁFICA – IPD

Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, el cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.

Este indicador se basa en la predicción de que a mayor densidad poblacional mayor presión y mayor amenaza a la sostenibilidad tal y como lo plantea Márquez (2000),

$$IPD = d * r$$

Donde,

d = Densidad poblacional

r = Tasa de crecimiento (intercensal)

Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional:

$$N2=N1.e^{rt}$$

Dónde: N1 = Población censo inicial

N2 = Población censo final

e = Base de los logaritmos naturales (2.71829)

r = Tasa de crecimiento

t = Tiempo transcurrido entre los censos

Los resultados del indicador se interpretan según la Tabla 15.

**Tabla 15. Categorías de interpretación de calificación del indicador presión demográfica – IPD**

| Categoría  | Descriptor   |
|------------|--|
| IPD <1     | La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta. |
| IPD>1<10   | Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.                                       |
| IPD>10<100 | Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta  |
| IPD> 100   | Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.   |

## 9.1. Metodología

Para el cálculo del indicador se revisó la información de la población del censo 2005 fuente de DANE para los municipios que se encuentran dentro del área del POMCA, así mismo, se proyectó la población para el año 2015. Con la información poblacional se calculó la densidad y la tasa de crecimiento por municipio (Ver Tabla 16).

**Tabla 16. Población año 2005 y 2015, densidad y tasa de crecimiento por municipio**

| MUNICIPIO       | Año 2005 | Año 2015 | Área dentro de la cuenca (km <sup>2</sup> ) | DENSIDAD (Hab/km <sup>2</sup> ) | tasa Crecimiento |
|-----------------|----------|----------|---|---------------------------------|------------------|
| ANSERMA         | 26131    | 26282    | 83,38                                       | 315,2                           | 0,06             |
| APÍA            | 17505    | 18982    | 149,17                                      | 127,3                           | 0,81             |
| BALBOA          | 2108     | 2117     | 27,00                                       | 78,4                            | 0,05             |
| BELALCÁZAR      | 6754     | 6256     | 56,55                                       | 110,6                           | -0,76            |
| BELÉN DE UMBRÍA | 27727    | 27718    | 180,60                                      | 153,5                           | -0,003           |
| GUÁTICA         | 13618    | 13291    | 83,33                                       | 159,5                           | -0,24            |
| LA CELIA        | 818      | 792      | 14,12                                       | 56,1                            | -0,32            |



| MUNICIPIO   | Año 2005 | Año 2015 | Área dentro de la cuenca (km2) | DENSIDAD (Hab/km2) | tasa Crecimiento |
|-------------|----------|----------|--------------------------------|--------------------|------------------|
| LA VIRGINIA | 24243    | 24867    | 9,88                           | 2516,6             | 0,25             |
| MISTRATÓ    | 5768     | 6128     | 88,97                          | 68,9               | 0,61             |
| RIOSUCIO    | 19074    | 21315    | 192,41                         | 110,8              | 1,12             |
| RISARALDA   | 4503     | 4410     | 23,12                          | 190,8              | -0,21            |
| SAN JOSÉ    | 5234     | 5186     | 44,46                          | 116,6              | -0,09            |
| SANTUARIO   | 15422    | 15721    | 190,12                         | 82,7               | 0,19             |
| VITERBO     | 13159    | 12469    | 112,89                         | 110,5              | -0,54            |

Fuente: DANE. Censo general 2005, MGN y cartografía del proyecto

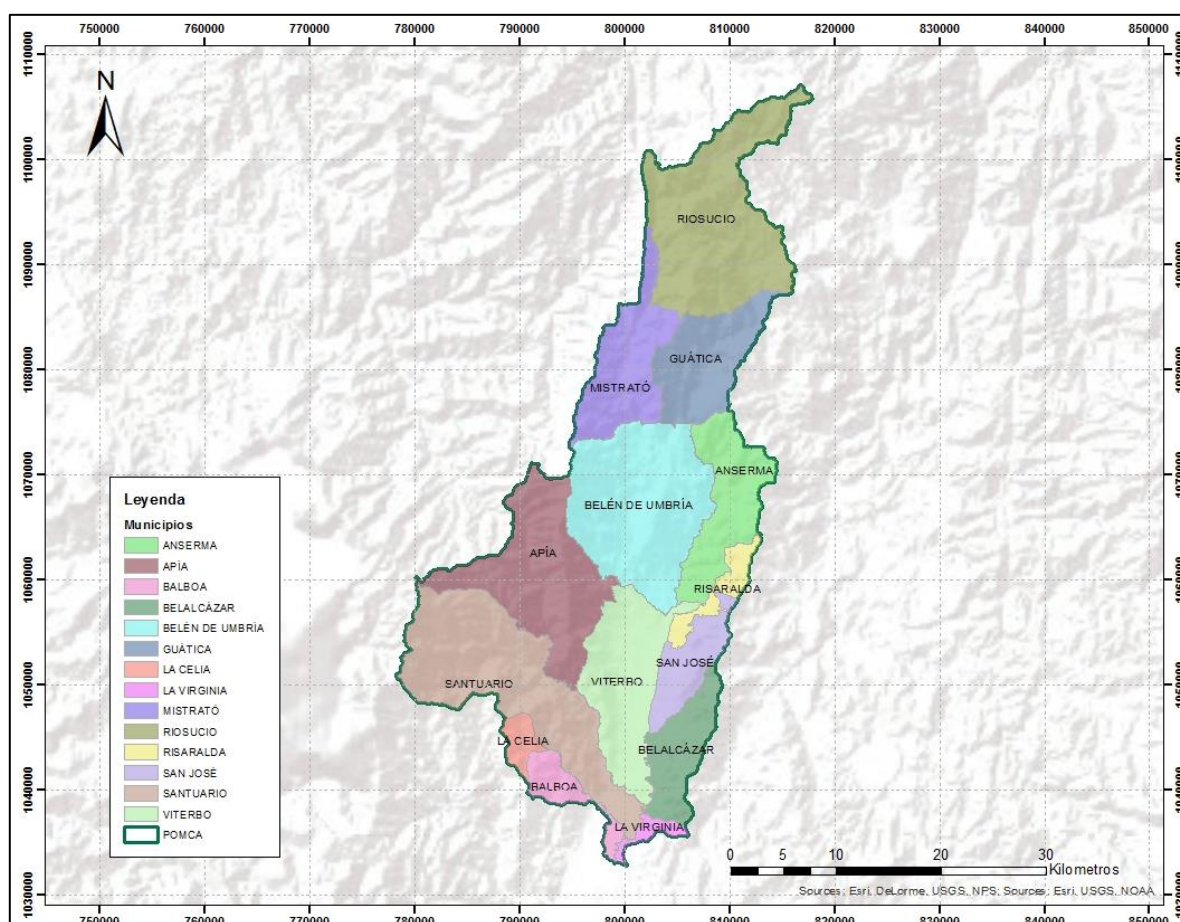


Figura 59. Municipios identificados en el POMCA Río Risaralda

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Con la información de densidad poblacional y tasa de crecimiento por municipio, se procedió al cálculo del indicador de presión demográfica – IPD por municipio, luego se relacionó este resultado con las coberturas naturales identificadas y se promedió un valor para cada cobertura natural.

## 9.2. Resultados

Teniendo en cuenta que la unidad seleccionada para el análisis del indicador de presión demográfica fueron los municipios presentes en el área del POMCA del Río Risaralda, se evidencia que los resultados indican que el 41.01% del área de la cuenca se encuentra en la categoría IPD < 1, es decir, la presión de la población es baja y se presenta una sostenibilidad alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población durante el periodo estudiado censo 2005 y año 2015, seguido del 28.86% del área de la cuenca que se encuentra en la categoría de IPD>10, relacionada a un crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta, el 27.98% en la categoría IPD > 100 relacionada a un crecimiento excesivo y grave amenaza de sostenibilidad de los recursos naturales y un 2.15% en la categoría IPD>1<10 correspondiente a población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media (Ver Tabla 17 y Tabla 18)

**Tabla 17. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Municipio**

| Categoría            | Área (Ha)        | %             |
|----------------------|------------------|---------------|
| IPD <1               | 51507,00         | 41,01         |
| IPD>1<10             | 2699,77          | 2,15          |
| IPD>10               | 36247,34         | 28,86         |
| IPD> 100             | 35145,93         | 27,98         |
| <b>Total general</b> | <b>125600,05</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

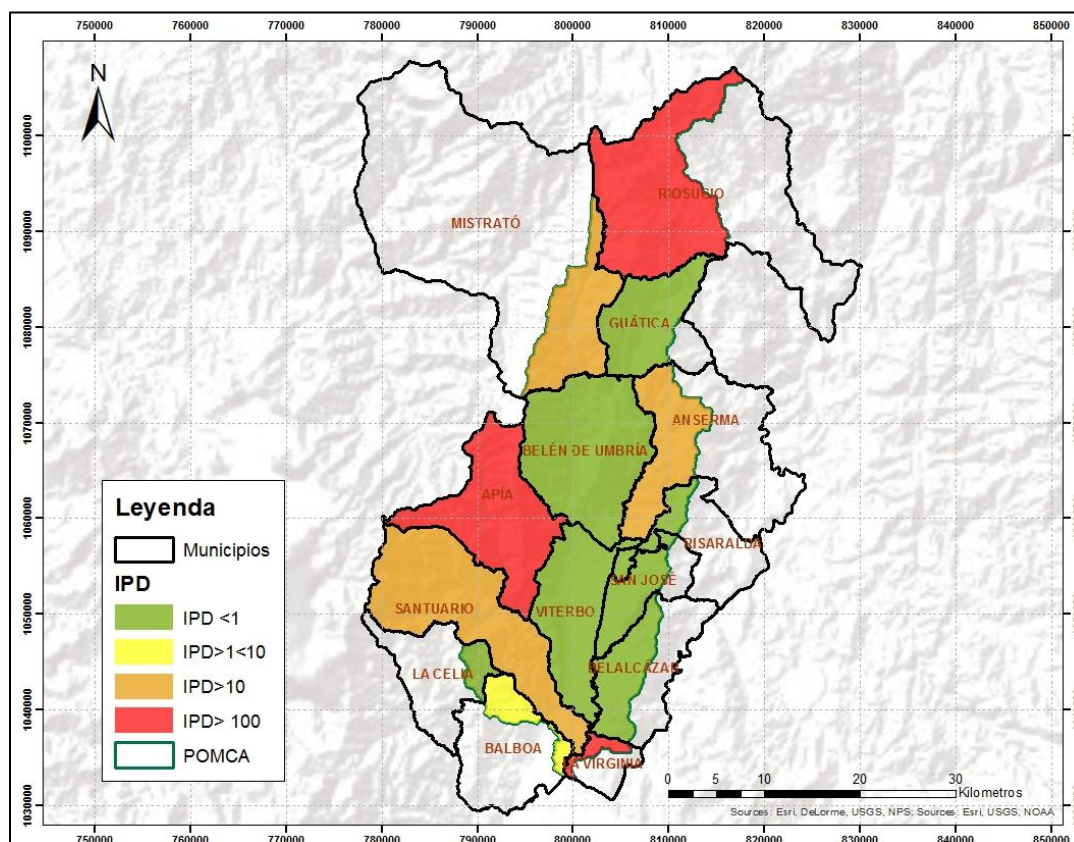
**Tabla 18. Resultado del indicador Presión Demográfica según Municipio**

| MUNICIPIO | Año 2005 | Año 2015 | DENSIDAD (Hab/km2) | tasa Crecimiento | IPD    | CATEGORIA |
|-----------|----------|----------|--------------------|------------------|--------|-----------|
| ANSERMA   | 26131    | 26282    | 315,2              | 0,06             | 18,06  | IPD>10    |
| APÍA      | 17505    | 18982    | 127,3              | 0,81             | 103,50 | IPD> 100  |
| BALBOA    | 2108     | 2117     | 78,4               | 0,05             | 3,54   | IPD>1<10  |

| MUNICIPIO       | Año 2005 | Año 2015 | DENSIDAD (Hab/km2) | tasa Crecimiento | IPD    | CATEGORIA |
|-----------------|----------|----------|--------------------|------------------|--------|-----------|
| BELALCÁZAR      | 6754     | 6256     | 110,6              | -0,76            | -84,38 | IPD <1    |
| BELÉN DE UMBRÍA | 27727    | 27718    | 153,5              | -0,003           | -0,50  | IPD <1    |
| GUÁTICA         | 13618    | 13291    | 159,5              | -0,24            | -38,71 | IPD <1    |
| LA CELIA        | 818      | 792      | 56,1               | -0,32            | -18,14 | IPD <1    |
| LA VIRGINIA     | 24243    | 24867    | 2516,6             | 0,25             | 640,95 | IPD> 100  |
| MISTRATÓ        | 5768     | 6128     | 68,9               | 0,61             | 41,87  | IPD>10    |
| RIOSUCIO        | 19074    | 21315    | 110,8              | 1,12             | 123,75 | IPD> 100  |
| RISARALDA       | 4503     | 4410     | 190,8              | -0,21            | -39,85 | IPD <1    |
| SAN JOSÉ        | 5234     | 5186     | 116,6              | -0,09            | -10,76 | IPD <1    |
| SANTUARIO       | 15422    | 15721    | 82,7               | 0,19             | 15,89  | IPD>10    |
| VITERBO         | 13159    | 12469    | 110,5              | -0,54            | -59,33 | IPD <1    |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que los municipios que presentan un indicador de presión demográfica Mayor a 100 es decir un crecimiento excesivo son Riosucio, Apía y Virginia, destacando este último municipio con un valor de 640.95, esto se debe principalmente a su alta densidad poblacional, los municipios que presentaron un valor entre 10 a 100 correspondieron a Anserma, Mistrató y Santuario, que indica un crecimiento acelerado de la población, especialmente con el municipio de Mistrató, el municipio de Balboa presento un valor en la categoría entre 1 a 10, lo que significa una presión y sostenibilidad media y los municipios que se encuentran con valores menores a 1 correspondieron a Belén de Umbria, San José, La Celia, Guática, Risaralda, Viterbo y Belalcázar, lo que significa que son áreas que expulsa la población y la presión de la población es baja, lo que garantiza una sostenibilidad en los recursos naturales (Figura 50).



**Figura 60. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Municipio) en el área de la cuenca del Río Risaralda.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se realizó el cruce de información poblacional entre los resultados por municipio y las coberturas naturales identificadas para el año 2015, por lo tanto, en vista que una cobertura presentó varios resultados del indicador de presión demográfica dependiendo de su localización en cada municipio, se procedió a promediar estos valores, para obtener un solo dato para cada cobertura natural identificada.

Se destaca que el análisis del IPD por coberturas naturales indica que el 79.34% del área del POMCA, se encuentra en la categoría  $IPD > 10 < 100$ , es decir con una presión alta de la población, 20.48% en la categoría  $IPD > 1 < 10$ , con una presión y sostenibilidad media, 0.15% en la categoría  $IPD > 100$ , con un crecimiento excesivo de la población y 0.03% en la categoría  $IPD < 1$ , se destaca que esta última categoría tiene un área mínima, debido a que estos resultados son el promedio por cada Cobertura Natural identificada, por lo que los resultados tienden a dar valor mayores a 10 (Ver Tabla 19).



**Tabla 19. Distribución del área de la cuenca según el resultado del indicador Presión Demográfica por Coberturas Naturales**

| Categoría            | IPD              | %             |
|----------------------|------------------|---------------|
| IPD <1               | 33,22            | 0,03          |
| IPD >1 <10           | 25726,53         | 20,48         |
| IPD >10 <100         | 99650,42         | 79,34         |
| IPD > 100            | 189,89           | 0,15          |
| <b>Total general</b> | <b>125600,06</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

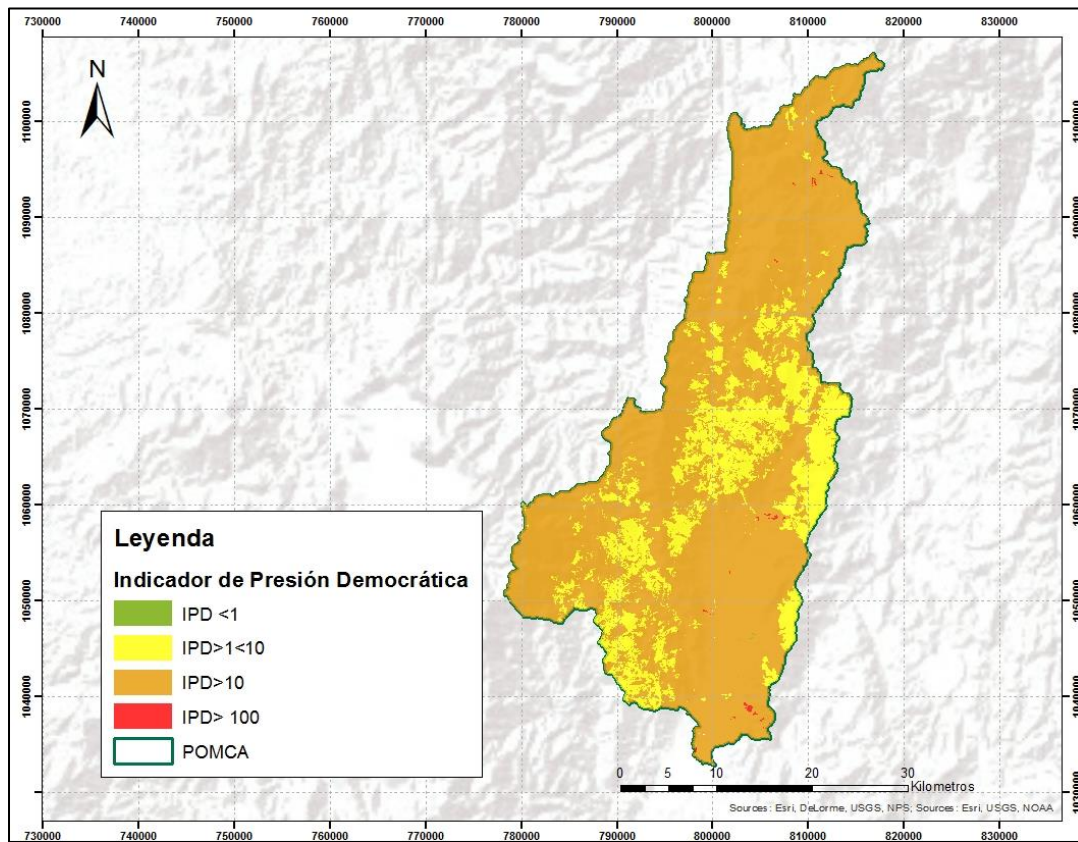
De acuerdo a los resultados de este análisis, se destaca que los valores que presentaron mayor valor en las coberturas de bosques y seminaturales fue la cobertura de Vegetación secundaria o en transición (**106.42**), es decir en la categoría de IPD mayor a 100 con un Crecimiento excesivo de la población y grave amenaza a la sostenibilidad, el Bosque Denso (**89.55**), Arbustal (**75.53**), Plantación Forestal (**62.85**), Bosque fragmentado (**49.71**) y Bosque de galería y ripario (**49.71**) presentaron valores del IPD entre 10 a 100, es decir con un crecimiento acelerado de la población y una presión de la población alta, por lo tanto, se considera que estas coberturas son las más afectadas por las actividades humanas (Ver Tabla 20).

**Tabla 20. Resultado del indicador Presión Demográfica según Coberturas Naturales**

| Cobertura nivel 3                                 | IPD    | Área (ha) |
|---|--------|-----------|
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición       | 106,42 | 166,06    |
| 1.2.1. Zonas industriales o comerciales           | 103,34 | 23,84     |
| 3.1.1. Bosque denso                               | 89,55  | 29597,19  |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                 | 88,45  | 52,67     |
| 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 75,53  | 711,96    |
| 3.2.2. Arbustal                                   | 75,53  | 1040,32   |
| 2.3.2. Pastos arbolados                           | 66,22  | 2964,38   |
| 3.1.5. Plantación forestal                        | 62,85  | 2684,44   |
| 5.1.1. Ríos (50 m)                                | 62,82  | 470,71    |
| 2.3.1. Pastos limpios                             | 60,02  | 14232,65  |
| 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales   | 56,01  | 2247,86   |
| 2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos             | 51,70  | 5653,63   |
| 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                  | 49,71  | 393,23    |
| 3.1.3. Bosque fragmentado                         | 49,71  | 3007,48   |
| 3.1.4. Bosque de galería y ripario                | 49,71  | 4336,59   |

| Cobertura nivel 3                                       | IPD    | Área (ha) |
|---|--------|-----------|
| 1.1.1. Tejido urbano continuo                           | 49,19  | 767,17    |
| 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 44,01  | 14251,32  |
| 3.3.1. Zonas arenosas naturales                         | 41,87  | 1,25      |
| 3.1.2. Bosque abierto                                   | 40,98  | 11,93     |
| 3.3.4. Zonas quemadas                                   | 40,97  | 83,00     |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos                    | 39,63  | 5,22      |
| 2.1.1. Otros cultivos Transitorios                      | 32,21  | 24,58     |
| 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 21,16  | 133,43    |
| 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 18,99  | 11964,70  |
| 2.2.4 Cultivos Agroforestales                           | 17,32  | 5005,00   |
| 3.3.2. Afloramientos rocosos                            | 15,89  | 1,28      |
| 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales                     | 11,67  | 8,44      |
| 2.3.3. Pastos enmalezados                               | 9,60   | 2762,79   |
| 2.1.5. Tuberculos                                       | 7,70   | 13,99     |
| 2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos                  | 4,23   | 19865,44  |
| 2.4.1. Mosaico de cultivos                              | 3,37   | 3084,31   |
| 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                        | -0,50  | 6,17      |
| 2.2.5 Cultivos confinados                               | -1,13  | 7,74      |
| 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales              | -37,73 | 9,12      |
| 2.1.4. Hortalizas                                       | -38,71 | 10,19     |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 61. Resultados del Indicador de presión demográfica de acuerdo a la unidad de gestión (Coberturas) en el área de la cuenca del Río Risaralda.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 9.3. Conclusiones

De acuerdo a los resultados del Indicador de Presión Demográfica – IPD por municipio se destaca que el 41.01% del área de estudio presenta una baja presión poblacional, por lo que su sostenibilidad es alta, estos resultados se deben principalmente a la baja tasa de crecimiento de la población, se destaca que en los municipios que se encuentran en esta categoría la tasa de crecimiento es negativa, es decir, que existen procesos de migración de la población, lo que disminuye aún más la presión sobre las coberturas naturales y recursos naturales en estas áreas, permitiendo su restauración y conservación.

Sin embargo, el 58.99% del área del POMCA, presenta procesos de crecimiento poblacional, destacando los municipios como La Virginia, Riosucio y Apía, con un crecimiento excesivo que genera una alta presión sobre los recursos naturales que amenaza su sostenibilidad, se destaca que los municipios de Riosucio y Apía se encuentran en las zonas donde hay mayor área de coberturas boscosas en la

Cuenca, igualmente, en los municipios de Santuario y Mistrató tienen un crecimiento acelerado poblacional y se encuentran áreas de bosques importantes, lo que genera una alta presión sobre estos recursos. Por lo anterior, es importante plantear medidas para la protección y conservación de las Coberturas Boscosas en estos 4 municipios con el fin de prevenir y mitigar los impactos sobre estos recursos naturales.

Teniendo en cuenta los resultados del Indicador de Presión Demográfica – IPD por coberturas naturales el área en un 79.34%, se encuentra con una presión Alta por el crecimiento poblacional, sin embargo, es importante destacar que los valores obtenidos son promedios de acuerdo a la relación entre el Indicador de Presión Demográfica por municipio y las coberturas naturales identificadas para el año 2015.

## 10. ÍNDICE DE AMBIENTE CRÍTICO – IAC

Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y grado de ocupación poblacional del territorio (D), (este último, descrito en el componente socio-económico) de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación.

La calificación del índice de ambiente crítico se relaciona en la Tabla 21.

**Tabla 21. Matriz para calcular el índice de ambiente crítico – IAC**

| Indicador de Vegetación Remanente | Rango de densidad de población -IPD |       |         |      |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------|---------|------|
| Categorías                        | < 1                                 | >1<10 | >10<100 | >100 |
| NT                                | I                                   | I     | II      | II   |
| PT                                | I                                   | I     | II      | II   |
| MDT                               | II                                  | II    | III     | III  |
| MT                                | III                                 | III   | IV      | IV   |
| CT                                | III                                 | III   | IV      | V    |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

**NT:** escasamente transformado, **PT:** parcialmente transformado, **MDT:** medianamente transformado, **MT:** muy transformado, **CT:** completamente transformado



**Tabla 22. Calificación del índice de ambiente crítico – IAC**

| Descripción   | Calificación |
|---|--------------|
| I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.   | 20           |
| II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.              | 15           |
| III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. | 10           |
| IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.   | 5            |
| V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.  | 0            |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

## 10.1. Resultados

Se realizó el cruce de los resultados de los indicadores de vegetación remanente (IVR) y de presión demográfica, cabe mencionar que para efectos de obtener los resultados del índice de ambiente crítico (IAC) por coberturas naturales.

Se destaca que el 45.3% del área se clasifica en la categoría II, es decir, son áreas vulnerables, con amenazas moderadas y sostenible a mediano plazo, 34.23% se clasifica en la categoría I, es decir áreas relativamente conservadas y estables, 1.56% se clasifica en la categoría IV, como áreas críticas, conservación baja y presiones fuertes, pocas probabilidades de persistencia en los próximos 10 años, 0.94% en la categoría III, como áreas en peligro, baja conservación, sostenibilidad media a baja de persistencia en los próximos 15 años y el 17.96% del área se clasifico sin datos, teniendo en cuenta que estas áreas no se lograron calcular el indicador de vegetación remanente por la ausencia de información de coberturas naturales anteriores (Ver Tabla 23).

**Tabla 23. Distribución del área según los resultados del índice de Ambiente Crítico - IAC**

| Categoría            | Área (ha)        | %             | Descripción   |
|----------------------|------------------|---------------|---|
| I                    | 42988,83         | 34,23         | Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes   |
| II                   | 56891,63         | 45,30         | Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección             |
| III                  | 1179,23          | 0,94          | En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años |
| IV                   | 1959,68          | 1,56          | Crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.   |
| V                    | 23,04            | 0,02          | Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas.   |
| SD                   | 22557,64         | 17,96         | Sin datos   |
| <b>Total general</b> | <b>125600,05</b> | <b>100,00</b> |   |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Se destaca que los resultados del índice de ambiente crítico según las coberturas naturales indican que varias coberturas se presentan en las diferentes categorías, debido principalmente a su ubicación dentro de la cuenca, ya que este índice combina el indicador de Vegetación Remanente y el indicador de Presión Demográfica, este último está relacionado con la información poblacional de los municipios, por esto, al combinarlos algunas áreas estarán en la Categoría I y también la Categoría II, según se relaciona en la Tabla 24.

**Tabla 24. Resultados del Índice de Ambiente Crítico – IAC según coberturas naturales**

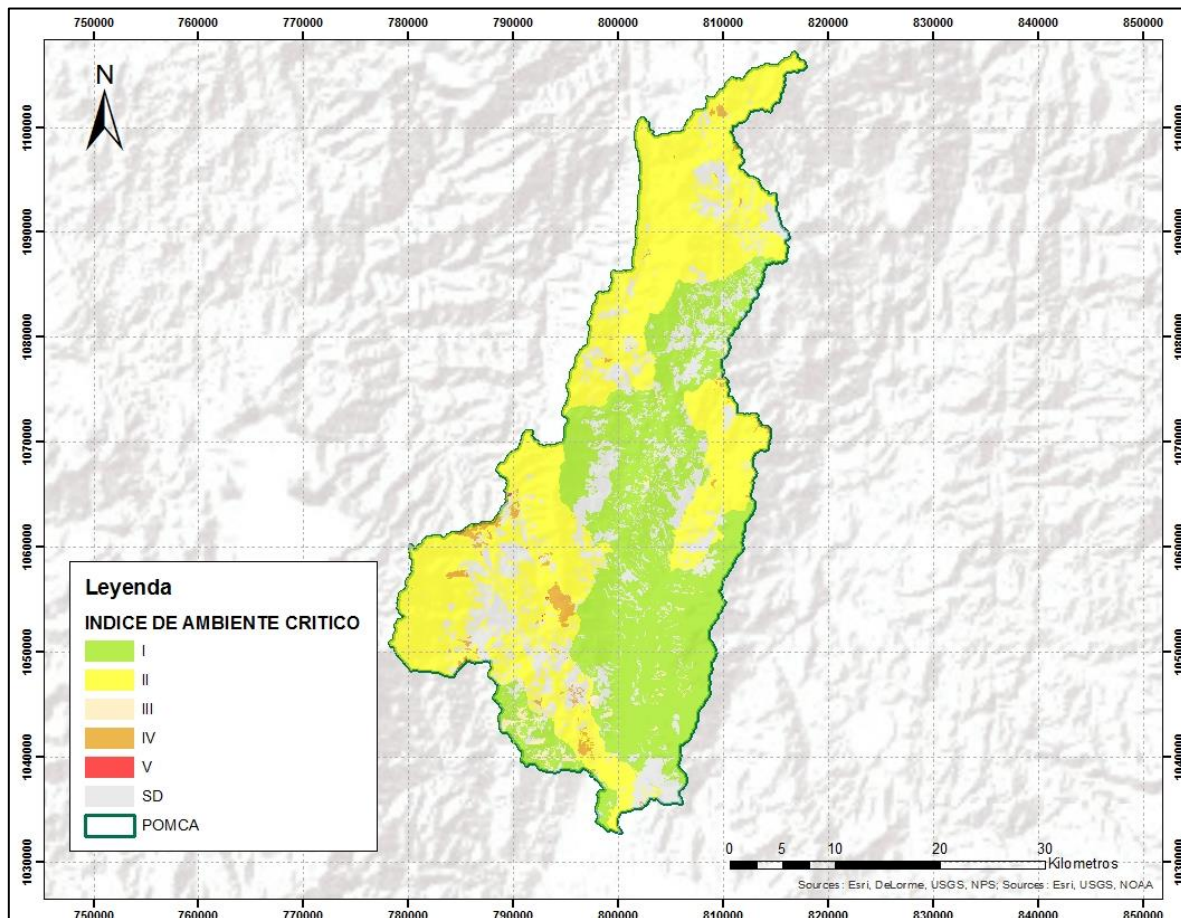
| Categoría IAC | Cobertura Nivel 3                                 | Área (Ha) | %    |
|---------------|---|-----------|------|
| I             | 1.1.1. Tejido urbano continuo                     | 322,0     | 0,26 |
|               | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                  | 238,5     | 0,19 |
|               | 1.2.1. Zonas industriales o comerciales           | 4287,3    | 3,41 |
|               | 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados | 9732,1    | 7,75 |
|               | 2.3.1. Pastos limpios                             | 6654,2    | 5,30 |

| Categoría IAC | Cobertura Nivel 3                                       | Area (Ha) | %     |
|---------------|---|-----------|-------|
|               | 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 10559,6   | 8,41  |
|               | 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 7382,1    | 5,88  |
|               | 3.1.1. Bosque denso                                     | 3101,9    | 2,47  |
|               | 3.1.5. Plantación forestal                              | 429,9     | 0,34  |
|               | 5.1.1. Ríos (50 m)                                      | 281,3     | 0,22  |
| II            | 1.1.1. Tejido urbano continuo                           | 445,2     | 0,35  |
|               | 1.1.2. Tejido urbano discontinuo                        | 154,7     | 0,12  |
|               | 1.2.1. Zonas industriales o comerciales                 | 1366,4    | 1,09  |
|               | 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados       | 10133,3   | 8,07  |
|               | 2.3.1. Pastos limpios                                   | 7578,5    | 6,03  |
|               | 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos                     | 3691,7    | 2,94  |
|               | 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 4582,6    | 3,65  |
|               | 3.1.1. Bosque denso                                     | 26495,2   | 21,09 |
|               | 3.1.5. Plantación forestal                              | 2254,5    | 1,79  |
|               | 5.1.1. Ríos (50 m)                                      | 189,4     | 0,15  |
| III           | 3.1.2. Bosque abierto                                   | 0,8       | 0,00  |
|               | 3.1.3. Bosque fragmentado                               | 1090,2    | 0,87  |
|               | 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 79,2      | 0,06  |
|               | 5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales              | 9,1       | 0,01  |
| IV            | 3.1.2. Bosque abierto                                   | 2,4       | 0,00  |
|               | 3.1.3. Bosque fragmentado                               | 1917,3    | 1,53  |
|               | 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 40,0      | 0,03  |
| V             | 3.1.2. Bosque abierto                                   | 8,8       | 0,01  |
|               | 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas                    | 14,3      | 0,01  |
| SD            | 1.2.1. Zonas industriales o comerciales                 | 23,8      | 0,02  |
|               | 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados       | 712,0     | 0,57  |
|               | 1.3.1. Zonas de extracción minera                       | 52,7      | 0,04  |

| Categoría IAC | Cobertura Nivel 3                               | Área (Ha)       | %             |
|---------------|---|-----------------|---------------|
|               | 2.1.1. Otros cultivos Transitorios              | 24,6            | 0,02          |
|               | 2.1.3. Oleaginosas y leguminosas                | 6,2             | 0,00          |
|               | 2.1.4. Hortalizas                               | 10,2            | 0,01          |
|               | 2.1.5. Tuberculos                               | 14,0            | 0,01          |
|               | 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos            | 5,2             | 0,00          |
|               | 2.2.4 Cultivos Agroforestales                   | 5005,0          | 3,98          |
|               | 2.2.5 Cultivos confinados                       | 7,7             | 0,01          |
|               | 2.3.2. Pastos arbolados                         | 2964,4          | 2,36          |
|               | 2.3.3. Pastos enmalezados                       | 2762,8          | 2,20          |
|               | 2.4.1. Mosaico de cultivos                      | 3084,3          | 2,46          |
|               | 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales | 2247,9          | 1,79          |
|               | 3.1.4. Bosque de galería y ripario              | 4336,6          | 3,45          |
|               | 3.2.2. Arbustal                                 | 1040,3          | 0,83          |
|               | 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición     | 166,1           | 0,13          |
|               | 3.3.1. Zonas arenosas naturales                 | 1,3             | 0,00          |
|               | 3.3.2. Afloramientos rocosos                    | 1,3             | 0,00          |
|               | 3.3.4. Zonas quemadas                           | 83,0            | 0,07          |
|               | 5.1.4. Cuerpos de agua artificiales             | 8,4             | 0,01          |
|               | <b>Total general</b>                            | <b>125600,0</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.





**Figura 62. Resultados del índice de Ambiente Crítico – IAC en el área de la cuenca del Río Risaralda**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

## 10.2. Conclusiones

Se identifica que el 79.52% del área de estudio se encuentra clasificada en las categorías I y II es decir, son áreas relativamente estables, conservadas y sin amenazas inminentes, sin embargo, una zona se encuentra vulnerable y con amenazas moderadas especialmente en los municipios de Riosucio, Mistrató, Apía, Santuario y Anserma.

El área que presenta un peligro crítico y alto riesgo de sostenibilidad corresponde a 2.52% clasificada en las categorías III, IV y V, se destaca la alta fragilidad de la cobertura de bosque fragmentado, que en los próximos años podría desaparecer por la alta presión por los procesos de deforestación por la ampliación de áreas de territorios agrícolas.

Se destaca que el 18% se clasificó como sin Datos, ya que no fue posible el cálculo del índice de vegetación remanente – IVR, porque algunas coberturas no se

identificaron en el mapa de coberturas del año 2000-2004 por la baja resolución de la imágenes utilizadas.

Según las unidades de gestión (microcuencas), se presentan varias microcuencas con un estado vulnerable y amenazas moderadas como el caso de las microcuencas R. Mapa, R. Arroyo Hondo, Q. Cauyá, Q. Lazaró, R. Guática, R. Totui, Zona Alta Oriental, Zona Alta Occidental y R. Guarne y un poco más conservadas y estables las microcuencas Q. Chapatá, Q. el Aguila (Q. El Guamo), Q. Samaria, Q. La Betulia, Zona Baja (Viterbo), Q. Changüi, Q. Tamaspia y Q. Tachigui.

## 11. ÍNDICE DEL ESTADO ACTUAL DE LAS COBERTURAS NATURALES

Este índice consolida los resultados de las calificaciones relacionados con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico.

Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80.

La interpretación de este índice permite conocer el estado actual de las coberturas naturales presentes en el área del POMCA, según la Tabla 25.

**Tabla 25. Interpretación de calificación del índice del estado actual de las coberturas naturales**

| Categoría                  | Rango         |
|----------------------------|---------------|
| Conservada                 | Mayor de 60   |
| Medianamente transformada  | Entre 41 y 59 |
| Transformada               | Entre 21 y 40 |
| Altamente transformada     | Entre 1 y 20  |
| Completamente transformada | 0             |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 11.1. Metodología

Para el cálculo de este índice se procedió a consolidar los resultados de los Indicadores de Tasa de Cambio, Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico. Cada uno de estos, presenta una calificación según su resultado, así como se describe en la Tabla 26.

**Tabla 26. Categorías y calificación de indicadores de Tasa de Cambio y Vegetación Remanente y los índices de Fragmentación y Ambiente Crítico**

| Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN |               |              | Indicador de Vegetación Remanente - IVR  |                                     |              | Índice de Fragmentación - IF |          |              | Índice de Ambiente Crítico - IAC  |              |
|--|---------------|--------------|--|-------------------------------------|--------------|------------------------------|----------|--------------|---|--------------|
| Categoría  | Descripción   | Calificación | Categoría  | Rango                               | Calificación | Categoría                    | Rango    | Calificación | Descripción   | Calificación |
| Baja   | menor del 10% | 20           | NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta  | IVR $\geq$ 70%                      | 20           | Mínima                       | < 0,01   | 20           | I. Relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.   | 20           |
| Media  | entre 11-20%  | 15           | PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media | IVR $\geq$ igual al 50% y < del 69% | 15           | Media                        | 0,01-0,1 | 15           | II. Vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección.              | 15           |
| Medianamente alta  | entre 21-30%  | 10           | MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja  | IVR $\geq$ a 30% y < del 49%        | 10           | Moderada                     | 0,1-1    | 10           | III. En peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. | 10           |
| Alta   | entre 31-40%  | 5            | MT: Muy transformado.  | IVR $\geq$ a 10% y < 30%            | 5            | Fuerte                       | 1-10     | 5            | IV. Crítico, conservación baja y presiones fuertes.   | 5            |

| Indicador de Tasa de Cambio de Coberturas Naturales - TCCN |             |              | Indicador de Vegetación Remanente - IVR |           |              | Índice de Fragmentación - IF |        |              | Índice de Ambiente Crítico - IAC   |              |
|--|-------------|--------------|---|-----------|--------------|------------------------------|--------|--------------|--|--------------|
| Categoría  | Descripción | Calificación | Categoría                               | Rango     | Calificación | Categoría                    | Rango  | Calificación | Descripción  | Calificación |
|  |             |              | Sostenibilidad baja                     |           |              |                              |        |              | Pocas probabilidades en los próximos 10 años.  |              |
| Muy alta   | mayor 40%   | 0            | CT: Completamente transformado.         | IVR < 10% | 0            | Extrema                      | 10-100 | 0            | V. Muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. | 0            |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



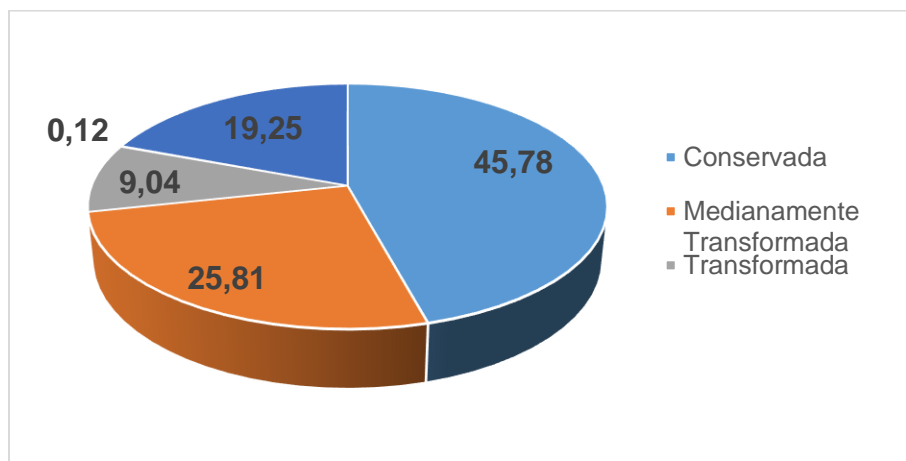
## 11.2. Resultados

De acuerdo a los resultados del índice del estado actual de coberturas naturales, se destaca que el 45.78% del área se encuentra en la categoría de conservada, 25.81% en la categoría de medianamente transformada, 9.04% en la categoría de Transformada, 0.12% Altamente Transformada y 19.25% se definió como Sin Datos, debido a que los resultados de algunos índices o indicadores presentaron este valor, por lo tanto, no se logró aplicar la sumatoria de las calificaciones en estos casos.

**Tabla 27. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda**

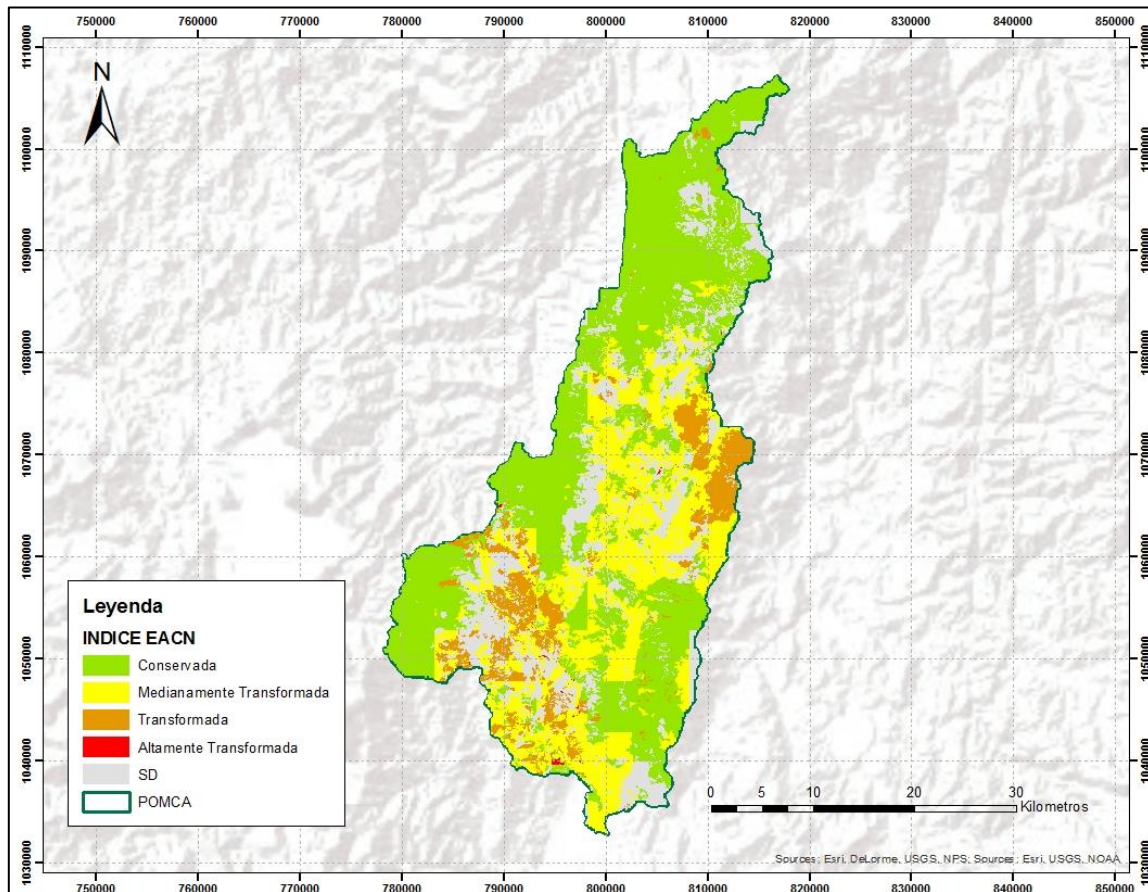
| Categoría                 | Área (Ha)       | %          |
|---------------------------|-----------------|------------|
| Conservada                | 57501,20        | 45,78      |
| Medianamente Transformada | 32420,92        | 25,81      |
| Transformada              | 11348,89        | 9,04       |
| Altamente Transformada    | 144,79          | 0,12       |
| SD                        | 24184,20        | 19,25      |
| <b>Total general</b>      | <b>125600,0</b> | <b>100</b> |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 63. Distribución porcentual de áreas de acuerdo a resultados de Índice de Estado actual de coberturas naturales – IEACN**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.



**Figura 64. Resultados del Índice del estado actual de coberturas naturales en el área del POMCA río Risaralda.**

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

### 11.3. Conclusiones del ambiente crítico

El resultado de este índice permite evidenciar que en general el estado de conservación de las coberturas naturales es relativamente aceptable (45.78% del área en la categoría conservada), principalmente en los municipios como Riosucio, Mistrató, San José, Parte Alta de Apía y parte Alta de Santuario.

En relación a las subcuencas se identifica que en la categoría de Conservada se encuentran principalmente las microcuencas R. Arroyo Hondo, La parte Alta del R. Mapa y La Parte Alta del R. Guática.

Se identifica que el 34.85%, se encuentra en las categorías de medianamente transformada, transformada y altamente transformada, estas áreas se ubican

principalmente en los municipios de Anserma, Belén de Umbría, Parte Media y Baja de Santuario, Risaralda, La Celia, Balboa y Parte Baja de Apía.

Las subcuencas que se encuentran con alto grado de transformación principalmente son las microcuencas de R. Cauyá, Q. Lázaro, parte media y baja del R. Mapa, R. Totui, Q. El Oro, parte media y baja Q. Chapatá y Q. Tachigui.

Se destaca que la cuenca presenta algún grado de transformación, principalmente en la parte media y baja de la cuenca, donde se encuentran los principales asentamientos y áreas de cultivos, se identifica la pérdida a gran escala de coberturas de bosques y áreas seminaturales, quedando pequeños parches de estas coberturas que afectan la movilización de especies de fauna silvestre y poblaciones de flora principalmente.

La pérdida de coberturas boscosas, afecta el ciclo hidrológico que presenta la cuenca, ya que aumenta el riesgo de avenidas torrenciales y procesos de erosión en laderas con fuerte pendiente, así mismo, la disminución de los caudales de las fuentes hídricas presentes en la parte media de la cuenca.

El análisis de los resultados del Índice Del Estado Actual De Coberturas - IEACN, indica que unas áreas se encuentran bajo la categoría de Sin Datos, esto se debe a los resultados de los indicadores de tasa de cambio, vegetación remanente y los índices de fragmentación y ambiente crítico, que por falta de información o la no aplicación de la fórmula (caso del índice de fragmentación) se procedió a dejar estas zonas con esta categoría, por lo anterior, al calcular el Índice De Estado Actual De Coberturas Naturales - IEACN, donde el resultado de cualquiera de estos indicadores fuera Sin Datos, se estableció dejar con esta categoría dicho índice.

## **12. INDICADOR DE PORCENTAJE (%) DE ÁREA RESTAURADA EN CUENCAS ABASTECEDORAS DE ACUEDUCTOS**

Este indicador relaciona las áreas restauradas mediante actividades de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en áreas de cuencas abastecedoras de acueductos.

La información de las áreas restauradas se obtuvo de diferentes fuentes como el caso de la CARDER, alcaldía de Pereira, convenio 572 de 2014 - Proyecto Regalías y Convenio CARDER - ECOPETROL No.52111957.

Para el cálculo de este indicador se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Ha restauradas en la cuenca abastecedora}}{\text{total área cuenca abastecedora}} \times 100.$$

## 12.1. Resultados

De acuerdo a la información obtenida se identificó que en el área de estudio del POMCA, se encuentran en total 22 subcuencas, de las cuales en 13 subcuencas se encuentran áreas de fuentes abastecedoras de acueductos que en total se encontraron 25 microcuencas, se destaca que algunas microcuencas no se encuentran identificadas por lo que se registró como NN, en total el área de fuentes abastecedoras es de 13905.9 Ha, según la Tabla 28.

**Tabla 28. Relación de cuencas abastecedoras en el área del POMCA río Risaralda**

| Subcuenca                  | Cuenca Abastecedora     | Área (Ha) |
|----------------------------|-------------------------|-----------|
| Q. el Águila (Q. El Guamo) | NN                      | 94,63     |
| Q. Samaria                 | NN                      | 662,86    |
| R. Guarne                  | NN                      | 247,52    |
|                            | Q. La Julia             | 958,42    |
|                            | R. Guarne (Cuenca Alta) | 322,59    |
| R. Mapa                    | Q. Apia (Alta)          | 190,53    |
|                            | Q. Risaralda            | 280,41    |
|                            | R. San Rafael           | 112,54    |
| R. San Rafael              | Q. La Desgracia         | 1154,16   |
| R. Totui                   | NN                      | 3552,71   |
|                            | Q. La Eme-Cristales     | 1099,18   |
| R. Mapa                    | NN                      | 188,87    |
| Zona Alta Occidental       | NN                      | 759,25    |
|                            | Q. La Ilorona           | 156,23    |
|                            | Q. Sandía               | 418,39    |
|                            | Q. Serna                | 572,86    |
| Zona Alta Oriental         | NN                      | 290,64    |
| R. Guática                 | NN                      | 1122,98   |
|                            | Q. Cambia               | 143,99    |



| Subcuenca        | Cuenca Abastecedora | Área (Ha) |
|------------------|---------------------|-----------|
|                  | Q. Ocharma          | 11,43     |
|                  | Q. Tarqui           | 347,26    |
| Q. Chapatá       | NN                  | 758,59    |
|                  | Q. La Selva         | 25,05     |
| R. Peñas Blancas | Q. La Venada        | 426,51    |
| Q. Lázaro        | NN                  | 8,31      |
| Total general    |                     | 13905,90  |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

Con la información de las áreas restauradas suministrada por las entidades, se identificó en que cuencas abastecedoras se encontraban con el fin de realizar el cálculo de este indicador, de acuerdo de acuerdo a esto se identificó que 9 subcuencas presentaron procesos de restauración en 13 cuencas abastecedoras mediante reforestaciones, principalmente en áreas de predios privados. En total el área restaurada en fuentes abastecedoras es de **112.4 ha**.

Con la información de las áreas restauradas y el área de las cuencas abastecedora, se procedió al cálculo de este indicador, destacando que existe un porcentaje de **0.01%** de área restaurada en comparación al área total de cuencas abastecedoras de acueductos, lo que indica un valor muy bajo de áreas reforestadas.

Se destaca una muy baja restauración de las cuencas abastecedoras, el mayor porcentaje de restauración fue Q. Tarqui y la menor Q. La Julia (Ver Tabla 29)

**Tabla 29. Calculo del indicador de % de área restaurada en cuencas abastecedoras de acueductos POMCA río Risaralda**

| Subcuenca  | Cuenca Abastecedora | Área Cuenca Abastecedora (Ha) | Áreas restaurada (Ha) | % Restaurado |
|------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------|
| Q. Samaria | NN                  | 662,86                        | 1,19                  | 0,002        |
| R. Guarne  | Q. La Julia         | 958,42                        | 0,97                  | 0,001        |
| R. Mapa    | Q. Apia (Alta)      | 190,53                        | 2,64                  | 0,014        |
|            | R. San Rafael       | 112,54                        | 2,03                  | 0,018        |
| R. Totui   | NN                  | 3552,71                       | 65,59                 | 0,018        |

| Subcuenca            | Cuenca Abastecedora | Área Cuenca Abastecedora (Ha) | Áreas restaurada (Ha) | % Restaurado |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------|
|                      | Q. La Eme-Cristales | 1099,18                       | 5,93                  | 0,005        |
| Zona Alta Occidental | NN                  | 759,25                        | 2,67                  | 0,004        |
|                      | Q. Serna            | 572,86                        | 3,73                  | 0,007        |
| Zona Alta Oriental   | NN                  | 290,64                        | 2,76                  | 0,010        |
| R. Peñas Blancas     | Q. La Venada        | 426,51                        | 0,73                  | 0,002        |
| Q. Chapatá           | NN                  | 758,59                        | 2,47                  | 0,003        |
| R. Guática           | NN                  | 1122,98                       | 2,69                  | 0,002        |
|                      | Q. Tarqui           | 347,26                        | 19,01                 | 0,055        |
| Total general        |                     | 10854,34                      | 112,40                | 0,010        |

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

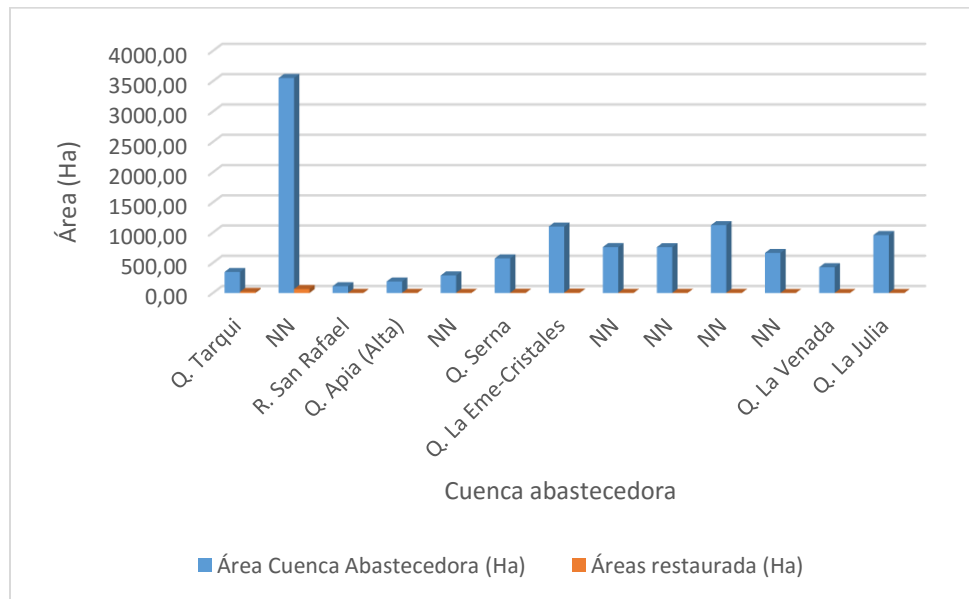


Figura 65. Área total de la cuenca abastecedora con relación al área restaurada

Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

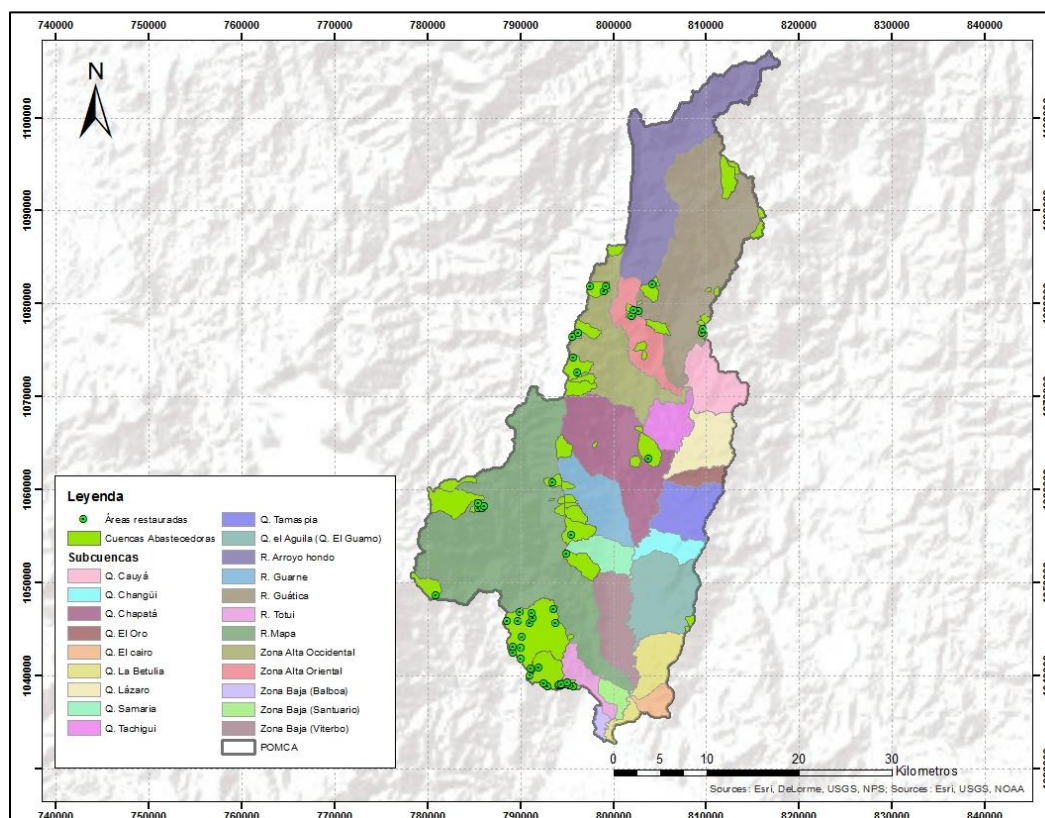


Figura 66. Identificación de áreas restauradas en cuencas abastecedoras de acueducto.  
Fuente: Consorcio Ordenamiento Cuenca Risaralda, 2016.

## 12.2. Conclusiones

Se evidencia un muy bajo porcentaje de áreas restauradas en las cuencas abastecedoras identificadas, dando como resultado un porcentaje de **0.01%**, lo cual denota un bajo proceso de reforestación o restauración en estas áreas estratégicas, que genera un mayor riesgo en la degradación de estas zonas. Por lo anterior, es importante plantear medidas de prevención y mitigación por medio de proyectos de reforestación.

