

**Estudio de la Disminución del Suelos de Protección Ambiental y Conflictos de Uso
Generados en el Ordenamiento Territorial en la Ciudad de Armenia – Quindío**

Javier Alberto Salcedo Agudelo

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Maestría en Tecnologías de la Información Geográfica

Manizales, 2022

**Estudio de la Disminución del Suelo de Protección Ambiental y Conflictos de Uso
Generados en el Ordenamiento Territorial en la Ciudad de Armenia – Quindío**

Javier Alberto Salcedo Agudelo

**Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en
Tecnologías de la Información Geográfica**

Director

Mg., Omar Castrillón Osorio

Línea de Investigación:

Sistema de Información Geográfica – Análisis y Modelamiento

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Maestría en Tecnologías de la Información Geográfica

Manizales, 2022

Resumen

El presente estudio se desarrolló en el municipio de Armenia, capital del departamento del Quindío, donde realizó un análisis del impacto sobre las coberturas vegetales y de interés forestal en la zona urbana del municipio, tomando como referencia, lo establecido en los planes de ordenamiento territorial de las vigencias 1999, soportado en el acuerdo municipal Nro. 001 de ese mismo año y el Nro. 019 del año 2009 (Vigente), a raíz de un fenómeno denominado crecimiento urbano, el cual se basa en hacer uso de zonas que se caracterizan por presentar coberturas y usos de tipo vegetal y forestal adyacentes a infraestructuras urbanas de vivienda, comercio, infraestructuras de servicios, equipamientos en salud y educación especialmente, además con proximidad a cuerpos de agua o ríos, para ejecutar proyectos inmobiliarios destinados al uso residencial. Por lo anterior, y con base en la observación directa de este fenómeno, se realiza un análisis estadístico conceptual multitemporal del crecimiento o decrecimiento de las coberturas y usos en los años 2000, 2009 y 2018.

Para lo cual, se produjo cartográfica temática de las coberturas y usos en cada uno de los periodos analizados, seguidamente se compararon índices de comportamiento de las variables cuantitativas que se definen como las áreas en m², por cada una de las características cualitativas definidas con base en la metodología “Corine Land Cover – CLC”, este geoproceto se ejecutó con la herramienta para Sistemas de Información Geográfica – ArcGis Desktop, donde se obtuvieron resultados que muestran en un comportamiento del fenómeno con su respectivo componente de ubicación en el espacio.

Producto de este análisis se determinó al realizar la comparación de los datos estudiados en los intervalos respectivos índices de crecimiento en coberturas “1.1.1 Tejido Urbano Continuo” del orden de los 180.643,49 m² - (1,342 %) y “1.1.2 Tejido Urbano Discontinuo” de 17.668,87 m² (17,108 %) para el intervalo comprendido entre los años 1999 a 2009. En el segundo 2009 a 2018, se presenta el cambio del perímetro urbano en el municipio, se registraron índices positivos en “1.1.1 Tejido Urbano Continuo” de los 996.663,57 m² - (6,604 %) y “1.1.2 Tejido Urbano Discontinuo” de 226.475,15 m² (46,293 %) e indicadores negativos en coberturas y usos como pastos limpios y enmalezados con 846.637,48 m² y cultivos de café y plátano con 488.272,47 m².

Es así como, los resultados obtenidos en este estudio con el uso de técnicas y tecnologías geoespaciales que permiten alcanzar altos índices de precisión a escala cartográfica 1:5000, se convierten en insumos relevantes en la toma de decisiones de carácter ambiental, económico y social en sus procesos de planificación y ordenamiento territorial.

Palabras Clave: Coberturas y Usos, Crecimiento Urbano, Análisis Multitemporal, Ordenamiento Territorial.

Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen | 3 |
| Introducción | 11 |
| 1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación | 13 |
| 1.1. Descripción del área problemática | 13 |
| 1.2. Formulación del problema | 15 |
| 1.3. Justificación..... | 15 |
| 2. Antecedentes | 18 |
| 3. Objetivos | 28 |
| 3.1. Objetivo general | 28 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 28 |
| 4. Referente Contextual | 29 |
| 5. Referente normativo y legal..... | 31 |
| 6. Referente teórico | 33 |
| 6.1. Base de datos espacial o geográfica | 33 |
| 6.2. Cartografía temática | 34 |
| 6.3. Sensores aerotransportados | 34 |
| 6.4. Imágenes (ortofotomapas) de sensores aerotransportados | 35 |
| 6.5. Fotointerpretación | 36 |
| 6.6. Metodología Corine Land Cover..... | 36 |
| 6.7. Sistemas de información geográfica | 37 |
| 6.8. Geoprocесamientos | 37 |
| 6.9. Análisis de multitemporal | 38 |
| 6.10. Ordenamiento territorial | 38 |
| 6.11. Gestión de riesgo en el ordenamiento territorial | 39 |
| 7. Hipótesis de investigación | 40 |
| 8. Metodología | 41 |
| 8.1. Operacionalización de variables..... | 47 |
| 8.2. Enfoque metodológico | 49 |
| 8.3. Tipo de estudio | 50 |
| 8.4. Población o unidad de trabajo | 50 |

| | |
|--|-----|
| 8.5. Muestra y muestreo | 51 |
| 8.6. Diseño de la investigación..... | 53 |
| 8.7. Plan de análisis | 53 |
| 9. Resultados | 55 |
| 9.1. Impactos Esperados..... | 90 |
| 10. Discusión de los Resultados..... | 92 |
| 11. Trabajos futuros | 95 |
| 12. Conclusiones | 97 |
| 13. Recomendaciones | 99 |
| 14. Anexos | 100 |
| 14.1. A Anexo: Mapas Temáticos | 100 |
| 14.2. B. Anexos: Tablas y gráficos estadísticos..... | 100 |
| Bibliografía | 112 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Relación Capas Temáticas en Formato Vectorial para Análisis Geoespacial..... | 48 |
| Tabla 2. Resultados y Productos de la Investigación | 55 |
| Tabla 3 - Descripción de Estructuración de la Bases de Datos Geográfica Vectorial..... | 57 |
| Tabla 4. Datos Tipo Ráster - Ortofotomapas | 59 |
| Tabla 5. Coberturas y Usos - Año 2000 | 63 |
| Tabla 6. Coberturas y Usos - Año 2009 – Perímetro Urbano 1999 | 64 |
| Tabla 7. Análisis Comparativo de Coberturas y Usos - Periodo 2000 a 2009 | 66 |
| Tabla 8. Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.000 a 2.009 | 67 |
| Tabla 9. Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.000 a 2.009..... | 68 |
| Tabla 10. Usos y Coberturas - Año 2009 | 69 |
| Tabla 11. Usos y Coberturas - Años 2018..... | 71 |
| Tabla 12. Análisis Comparativo de las Coberturas y Usos - Periodo 2009 a 2018..... | 73 |
| Tabla 13. Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 | 74 |
| Tabla 14. – Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 | 75 |
| Tabla 15 ,Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2009 – 2018 – Zona de Ampliación del Perímetro Urbano Vigente..... | 80 |
| Tabla 16. Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 en la zona de ampliación del perímetro urbano vigente | 80 |
| Tabla 17. Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 en la zona de ampliación del perímetro urbano vigente | 81 |
| Tabla 18. Coberturas y Usos en conflicto por uso | 83 |
| Tabla 19. Unidades de Vivienda en Condominios | 87 |
| Tabla 20. Unidades de Vivienda en Propiedad Horizontal | 88 |
| Tabla 21. Unidades de Vivienda en Barrios y Asentamientos Informales | 89 |
| Tabla 22. Zonas Industriales | 89 |
| Tabla 23. Tipología de Productos de Investigación | 90 |
| Tabla 24. Impactos esperados del proyecto | 90 |
| Tabla 25. Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2009, conforme perímetro del año 1999..... | 103 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 26. Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2000 – 2009 – Perímetro Urbano POT 1999 | 105 |
| Tabla 27. Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2009 | 106 |
| Tabla 28. Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2018 | 108 |
| Tabla 29. Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2009 – 2018 – Perímetro Urbano POT 2009 | 110 |
| Tabla 30. Análisis estadístico de las coberturas y usos en la zona de ampliación del POT | 111 |

Índice de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Esquema General de la Investigación..... | 41 |
| Figura 2. Esquema Proceso de Estructuración de la Base de Datos Espacial y Recolección de Información Vectorial | 42 |
| Figura 3. Esquema Digitalización Cartografía Temática de Coberturas y Usos..... | 44 |
| Figura 4. Esquema de Proceso de Análisis y Comportamiento de la Variable Multitemporal | 46 |
| Figura 5. Análisis de Resultados en Conflictos por Uso con el O.T | 47 |
| Figura 6. Estructura Base de Datos Espacial | 60 |
| Figura 7. Estructura Detalla de la Base de Datos Espacial | 61 |
| Figura 8. Distribución Estadística Coberturas y Usos - Año 2000 | 63 |
| Figura 9. Distribución Estadística Coberturas y Usos – Año 2009 – Perímetro Urbano 1999..... | 64 |
| Figura 10. Mapa de Usos y Coberturas - Año 2000..... | 65 |
| Figura 11. Distribución Estadística de las Coberturas y Usos - Año 2009 | 69 |
| Figura 12. Mapa de Usos y Coberturas - Año 2009..... | 70 |
| Figura 13. Distribución Estadística de las Coberturas y Usos - Año 2018 | 71 |
| Figura 14. Mapa de Usos y Coberturas - Año 2018..... | 72 |
| Figura 15. Mapa de Usos y Coberturas Zona de Ampliación 2009 - Proyectos Inmobiliarios | 78 |
| Figura 16. Mapa de Usos y Coberturas Zona de Ampliación 2018 - Proyectos Inmobiliarios | 79 |
| Figura 17. Índice porcentual de zonas en conflicto por uso | 83 |
| Figura 18. Mapa de Conflictos por Uso..... | 85 |
| Figura 19. Conflictos por Usos - Zona Norte de Armenia..... | 86 |
| Figura 20. Conflicto por Usos - Zona Sur-Oriental Armenia | 86 |
| Figura 21. Conflictos por Uso - Zona Sur de Armenia..... | 87 |
| Figura 22. Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2000, conforme la metodología Corine Land Cover..... | 102 |
| Figura 23. Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2009 – Perímetro 1999, conforme la metodología Corine Land Cover..... | 104 |
| Figura 24. Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2009, conforme la metodología Corine Land Cover..... | 107 |
| Figura 25. Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2018, conforme la metodología Corine Land Cover..... | 109 |

Lista de Símbolos y abreviaturas

Superíndices

| Superíndice | Término |
|--------------------|----------------|
| m ² | Exponente |

Abreviaturas

| Abreviatura | Término |
|--------------------|---|
| 1. POT | Plan de Ordenamiento Territorial |
| 2. CROT | Comité de Regional de Ordenamientos Territorial |
| 3. CRQ | Corporación Autónoma Regional del Quindío |
| 4. LOOT | Ley Orgánica del Ordenamiento Territorial |
| 5. SIG | Sistemas de Información Geográfica |
| 6. TIG | Tecnologías de Información Geográfica |
| 7. CLC | Corine Land Cover |

Introducción

La ciudad de Armenia después del terremoto que tuvo lugar en el año 1999 y con los procesos de reconstrucción del tejido social, infraestructuras y de servicios, aplicando las políticas públicas del gobierno central y regional con el objetivo de garantizar el resurgimiento de la zona, inicio su proceso de reconstrucción, en el cual se vio en la necesidad de pensar, cómo debía ser orientado ese proceso y las zonas hacia donde era necesario recomponer la infraestructura residencial que le permitiera brindar soluciones de vivienda a los damnificados del fenómeno natural.

Hasta este momento la situación era algo en términos generales normal, con las políticas de promoción turística de la región del llamado eje cafetero, se vislumbran nuevas opciones para potenciar la economía del territorio, es en este momento donde la ciudad se hace atractiva para los inversionistas especialmente del gremio de la construcción, toda vez que, esta ofrece una características optimas, tales como: ubicación geográfica, costo de vida bajo con respecto a grandes urbes, condiciones climáticas saludables, un paisajes colmado de vegetación, entre otras.

Esto hace que se genere un nicho de mercado inmobiliario importante y rentable para el sector de la construcción, lo que obliga a las autoridades municipales en pensar hacia donde debe crecer el suelo urbano de la capital quindiana, esta situación conlleva a la modificación del perímetro urbano en el año 2009 e incorpora al mismo, zonas cuya vocación a través del tiempo ha sido la explotación agrícola, zonas de bosque, protección ambiental, por los ecosistemas que allí convergen y la ronda del rio Quindío, sin estudios previos que, permitieran medir el impacto ambiental y las posibles consecuencias de este.

Es así como, con los cambios normativos en cuanto al uso, inicia en estas zonas el desarrollo de proyectos constructivos en altura, los cuales necesariamente para ser ejecutados requieren llevar a cabo procesos que obligan impactar la cobertura de los suelos, la migración de especies de fauna y flora, sumado a prácticas ambientales irresponsables y nocivas en las fuentes hídricas.

Si bien el plan de ordenamiento territorial vigente en el municipio, tiene delimitadas las zonas de protección ambiental y las fichas normativas de uso del suelo, las cuales se encuentran soportadas normativamente mediante el acuerdo 019 de 2009 (Alcaldía de Armenia, 2009), actualmente se presentan diferencias con la Corporación Autónoma Regional – CRQ, la cual está tomando decisiones con fuerza sancionatoria, teniendo en cuenta normas ambientales del orden nacional con relación a la determinación de la zonas de protección y en este sentido ha suspendido obras con licencias de construcción, porque según su criterio estas se están desarrollando en zonas protegidas.

Por lo tanto, este proyecto apunta a estudiar cómo han disminuido las áreas de protección ambiental en la ciudad de Armenia, haciendo uso de tecnologías de Sistemas de Información, interpretación de imágenes de diferentes sensores y fuentes, cuya temporalidad data de 18 años atrás y datos actuales para lograr realizar un cálculo de decrecimiento bastante ajustado a la realidad y determinar los conflictos de uso actuales que se han generado por la presencia de este fenómeno antrópico.

Con los resultados de este estudio es viable formular una propuesta a los gerentes de la ciudad con el objetivo que se incorporen planes de mitigación y conservación en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente y la identificación de zonas declaradas como protegidas y aún intervenidas por estos proyectos inmobiliarios.

1. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

1.1. Descripción del área problemática

El municipio de Armenia, capital del Departamento del Quindío, es una ciudad del país ubicada en las coordenadas (Latitud 4°32'20"N – Longitud 75°40'21"W), cuenta con una extensión de 121 kilómetros cuadrados, limita al norte con los municipios de Circasia y Salento, al oeste con el municipio de Montenegro al este con Calarcá y al sur con La Tebaida.

Armenia se sitúa cerca de la cordillera central aproximadamente a 35 Km del Alto de Línea, cuenta con un clima variado que oscila entre los 18°C y 28°C (Gobernación del Quindío, 2023), posee características especiales que generan condiciones atractivas para sus habitantes, como su clima templado, topografía, paisaje y atractivos turísticos, esta ciudad presenta una precipitación media aproximada de 2.275 mm (IDEAM, 2013) y una población para el año 2018 de 287.245 habitantes (DANE, 2019).

Además, cuenta con un paisaje caracterizado por abundante vegetación en y municipios colindantes con vocación turística permanente, todo ello como parte de lo que se denomina paisaje cultural Cafetero (PCC), el cual se trata de un paisaje cultural en el que se conjugan elementos naturales, económicos y culturales con un alto grado de homogeneidad en la región, y que constituye un caso excepcional en el mundo. En este paisaje se combinan el esfuerzo humano, familiar y generacional de los caficultores con el acompañamiento permanente de su institucionalidad. (Unesco, 2011) entre otros, disponibles para sus habitantes permanentes o visitantes ocasionales.

Sumado a un fenómeno migratorio de personas que llegaron a las zonas urbanas del departamento, presentándose en mayor número en la ciudad capital, dicha situación es generada

por la expectativa de la asignación de subsidios para la reconstrucción de la infraestructura afectada, los programas del gobierno nacional para solucionar el déficit de viviendas y la generación de empleo alrededor de este proceso reconstructivo., lo que actualmente se refleja en cambios evidentes en las características de la población y el crecimiento de la misma, que desborda la capacidad en temas de infraestructura, equipamientos básicos, infraestructura de la servicios públicos y vial, estas se suma a las causas que contribuyen a un crecimiento inversamente proporcional con respecto al territorio.

Esto ha generado ajustes en las políticas públicas y en medidas adoptadas por la administración municipal que permiten un crecimiento carente de planeación en lo que hace relación a proyectos urbanísticos en altura y viviendas en una mínima proporción, esta situación ha evidenciado una serie de conflictos en el uso del suelo urbano y una notoria disminución en las zonas de protección y conservación ambiental en la ciudad, sumado a la intervención o afectación de cuerpos de agua presentes en el área adyacente a dichos proyectos., El acuerdo 019 de 2009, “Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Armenia, para el periodo 2009-2023, Armenia ciudad de oportunidades para la vida”, (Alcaldía de Armenia, 2019) específicamente en la Sección III – Componente Vivienda y Barrialidad – Art. 59 – ESTRATEGÍAS, estas corresponden a: 1. Control a la aparición de nuevos asentamientos irregulares en Zonas de Alto Riego y Suelos de Protección Ambiental, 2. Mejoramiento integral de la vivienda y de barrios para un entorno saludable, 3. Obtención o habilitación del suelo adecuado para el desarrollo de vivienda social de acuerdo a las demandas poblacionales, 4. Priorización de proyectos de mitigación o reubicación de población vulnerable (fenómeno interno de migración), 5. Implementación de procesos de legalización de barrios, titulación de predios y saneamiento de la propiedad, 6. Consolidación y redensificación de áreas de

oportunidad dentro del perímetro urbano, 7. Gestión de construcción de vivienda nueva de interés social y prioritario. (2019), el cual aborda estrategias para controlar el crecimiento de nuevos asentamientos irregulares en zonas de alto riesgo y suelos de protección ambiental, la cual no ha sido usado adecuadamente, como instrumento técnico de planificación territorial que debe ser.

Es así como, a través de los últimos 18 años se han intervenido áreas urbanas, a las cuales se les ha cambiado su vocación y uso principal, con el objetivo de dar paso al desarrollo inmobiliario, es posible pensar que, estamos brindando una solución de vivienda a las poblaciones más vulnerables, pero este no es el caso, toda vez que, dichos proyectos tienen lugar en los estratos más altos y donde la propiedad inmueble tiene costos más elevados.

Por lo anterior, este proyecto aborda la problemática que desde las últimas dos décadas la capital quindiana está presentando, una disminución acelerada de los suelos de protección ambiental y forestal, generando procesos de cambio en el paisaje y cobertura de estos, con ocasión de la intervención antrópica, sumado a los conflictos de uso que este tipo de fenómenos produce, es por esto que, se hace necesario diseñar un modelo que, permita mitigar la pérdida de los suelos de protección y conservación en la ciudad de Armenia.

1.2. Formulación del problema

¿A cuánto asciende la pérdida de los suelos de protección ambiental y forestal en los últimos 18 años, en la zona urbana del municipio de Armenia y los conflictos de uso actuales?

1.3. Justificación

Siendo la sostenibilidad ambiental urbana y modelos de ciudades sostenibles un reto muy significativo en el marco de la planificación territorial, este proyecto aporta al contexto, una herramienta para la toma de decisiones, a través del uso de tecnologías como los sistemas de

información geográfica, en primera instancia conocer un diagnóstico, de cómo en un periodo de tiempo han disminuido las zonas de protección ambiental en el municipio de Armenia en el Departamento del Quindío a raíz de un fenómeno determinado por el crecimiento de la industria de la construcción, pero no de la mejor forma en la adopción de políticas públicas y prácticas sostenibles este proceso o en términos más básicos, amigable con el medio en cual se desarrollan.

Siendo esta la preocupación principal que motiva realizar la investigación, teniendo como objetivo fundamental, aportar los resultados obtenidos para que sean escalados o posiblemente incorporados a la formulación del plan de ordenamiento territorial de la ciudad, sumado a la identificación de los conflictos de uso que se presentan en comparación del POT vigente. Además, tener la capacidad de identificar espacialmente las áreas aun no intervenidas por el fenómeno que, está generando la disminución de estas zonas de vital importancia en la sostenibilidad de la ciudad y aplicación de políticas o programas que apunten a la conservación de estas.

Los estudios que involucran analizar el comportamiento del territorio, los fenómenos antrópicos y naturales presentes en él, definitivamente gozan de absoluta relevancia para los entes municipales, tales como: Alcaldía Municipal, oficinas de planeación que tienen como actividad misional la formulación de los POT, los concejos municipales que son la autoridad que aprueba estas iniciativas, la CRQ en su función de autoridad ambiental, quien tiene voz y voto en la aprobación de dichas iniciativas, además de generar alertas que le permitan ejercer control, tomar medidas de carácter sancionatorio a las firmas constructoras que incumplan con la normatividad, la cual es posible sustentar con análisis espacial de los resultados del estudio y los datos cartográficos que ellos producen.

Por tanto, este proyecto brinda una solución en el marco de la planificación territorial, toda vez que, incorpora estudios que evidencian el estado actual del municipio en materia de zonas de protección ambiental y forestal, además muestra en un contexto geoespacial los conflictos de uso que se están presentando y la identificación de áreas protegidas y salvaguardarlas de procesos invasivos como desarrollos inmobiliarios que le generan una carga contaminante alta al entorno y la ciudad.

2. Antecedentes

En la tesis de maestría de Duque, Alzate, & Otálvaro, (2000), la ciudad de Manizales no ajena a la problemática del crecimiento urbano inadecuado, si bien las condiciones, especialmente las topográficas difieren de nuestra área problemática, dicho documento aborda componentes que están asociados a nuestro estudio, como se expresa en el Capítulo IV – Sistematización y Análisis de la Información, dentro del apartado “Sobrevaloración del Suelo Urbano”, en este se considera la necesidad de encontrar territorios aptos para el desarrollo de proyectos inmobiliarios y los costos asociados a la ejecución de estos, este tipo de escenarios de desarrollo urbano, son proclives de generar la toma de decisiones normativas poco aptas para el suelo de origen natural, toda vez que, estas decisiones impactan el paisaje con el ánimo de garantizar espacios geográficos que permitan el desarrollo urbanístico en las ciudades capitales en condiciones de crecimiento semejante como la ciudad de Armenia en el departamento del Quindío.

Igualmente, en el análisis de resultados de este documento se evalúa el impacto asociado a la infraestructura vial, como un equipamiento necesario para garantizar la movilidad en las zonas proyectadas como pertinentes para el desarrollo inmobiliario del municipio. Otro de los aspectos relevantes en la investigación es aquella que hace referencia el numeral “4.2 – Escenarios de Futuros del Crecimiento de la Ciudad”, en especial el concepto crecimiento, el cual para la presente investigación, es el fenómeno objeto de estudio y como la intervención antrópica genera espacios artificializados impactando las coberturas y la vocación de los usos del suelo, con el objetivo único de proyectar ciudades con infraestructuras de vivienda que

probablemente satisfagan una necesidad social, sin medir consecuencias en el componente ambiental del territorio.

De otro lado, en el artículo de Nieto, Jiménez, & Nieto, (2016) se presenta la relación a nivel conceptual y metodológico, considerando que el estudio realizado y los resultados obtenidos corresponden al municipio de Armenia en el departamento del Quindío, otro aspecto a considerar es la coincidencia del primer periodo estudiado con el periodo final del artículo citado, ahora bien, el método implementado para alcanzar el objetivo se basa en comparación de aerofotografías de los años 1939, 1946, 1954, 1967, 1973, 1984, 1999, en los cuales se determinó el comportamiento cuantitativo de las coberturas forestales, para cada uno de los periodos estudiados, por último, unas de las conclusiones propuestas está orientada a la determinación del comportamiento de índice de variación de la cobertura forestal en los municipios.

Por lo anterior, se define una relación directa en dos (2) componentes, uno de ellos es la entender la dinámica de crecimiento urbano a partir del comportamiento indicativo de las coberturas y usos del suelo, el segundo, hace referencia a la metodología adoptada para la obtención y procesamiento de los datos geográficos, toda vez que, se plantea la identificación a partir de la observación (Fotointerpretación) de imágenes obtenidas de sensores remotos (Aerotransportados).

Es importante precisar que, si bien existen una serie de semejanzas en los estudios, la planteada en el presente documento permite obtener un mayor grado de precisión en los resultados, considerando las especificaciones técnicas de los insumos cartográficos y las herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica – SIG, los cuales disponen herramientas de geoprocésamiento más robustas.

Según Gutiérrez, Zambrano, & Ospina (2015), si bien nuestro estudio está basado en la priorización e identificación de áreas o territorios impactados en sus coberturas y usos de origen natural, en una zona urbana definida por el perímetro urbano contenido en el Plan de Ordenamiento Territorial – POT vigente, esta metodología aporta conceptos orientados al posible diseño de una matriz que permita la caracterización y evaluación de la disminución de coberturas urbanas en las zonas de crecimiento urbano y el análisis cualitativo de las variables estudiadas en la presente investigación y brinden un soporte adicional al análisis cartográficos propuesto. Por tanto, es posible plantear una adaptación de dicha metodología, en la búsqueda de un mayor soporte conceptual y técnico para la definición de las zonas de importancia ambiental, sumado a que el crecimiento urbano aquí estudiado, es adyacente a un cuerpo de agua significativo en el municipio como lo es el río Quindío.

Con base en el objetivo propuesto por Loya-Carrillo, et al., (2013) en el cual la propuesta de investigación se fundamenta en evaluar los impactos del crecimiento demográfico sobre la cobertura vegetal en una región árida del norte de México y sur de los Estados Unidos (Ambos Nogales), en el periodo de 1995 a 2010, en intervalos de 5 años, dado el enfoque del documento que soporta la investigación, a pesar que se utilizan insumos cartográficos de diferentes sensores para la captura de las imágenes, los resultados esperados se asemejan lo que invita a considerar algunas de las técnicas empleadas en el procesamiento y análisis de resultados que los autores consideraron en su investigación.

Pasamos ahora a otra perspectiva documental de esta investigación que no es posible dejar atrás, y esta corresponde a los servicios ecosistémicos, elementos que se encuentran inmersos en el territorio y son afectados en los procesos de planificación territorial, el crecimiento poblacional y la expansión urbana, variables consideradas como relevantes en la

investigación , por tanto desde la perspectiva de Gómez & Beltrán, (2018) dichos servicios hacen parte del objeto cobertura, inmerso en la cobertura y uso del suelo, es así que, lo preceptuado en el documento de referencia dicho objeto geográfico cobra una importancia absoluta en razón a las variables que lo caracterizan y que serán evaluadas en un contexto espacio-temporal en el desarrollo del proyecto, teniendo como base que es el elemento espacial y su dinámica de disminución el fenómeno a estudiar.

Este referente, en su artículo ‘Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana san Luis (Manizales) (Álvarez & Ágredo, 2015) dirigen la atención hacia otro impacto que produce la afectación de la cobertura verde como la califica y es la disminución de oxígeno en las zonas donde se presenta el fenómeno de crecimiento de la acción urbanizadora en la zona de san Luis en Manizales – Caldas, esto sin lugar a duda abre el campo visual de las aplicaciones prácticas en diferentes áreas del conocimiento y desarrollo de buenas prácticas ambientales, toda vez que, al detectar esa pérdida en su capacidad de producción de oxígeno, obliga a diseñar estrategias tendientes a mitigar ese impacto o generar alertas para la autoridades competentes.

Es importante resaltar que, los autores Cifuentes & Bustamante (2017) un componente que presume una consecuencia en los procesos de crecimiento urbano en la ciudad de Armenia – Quindío, este hacer referencia al impacto ambiental al que se ven expuestas las zonas afectadas por este fenómeno, que para el caso objeto de estudio genera incidencia en los ecosistemas, especies, cuerpos de agua, que a la postre son elementos que forman parte del paisaje, sumado a que son variables de la dimensión ambiental del ordenamiento territorial, es por esto que, probablemente el alcance de este proyecto genere capacidades no previstas.

Según Andrade & Bermúdez, (2010) en su artículo ‘La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia’, la Contraloría General de la República, evalúa la normatividad vigente en la relación con temas como los modelos de ciudades, sostenibilidad ambiental urbana, ordenamiento del uso del suelo urbano, movilidad, entre otros factores que integran la planificación de los territorios, este evidenció que no existen leyes que sustenten y blinden estos procesos en los municipios y sus gobernantes.

Es preciso hacer hincapié en lo que respecta a la ausencia de normatividad en el tema objeto de estudio, toda vez que, las instituciones no poseen las herramientas para detener los fenómenos de crecimiento acelerado y la carga ambiental que este produce.

El crecimiento del espacio urbano, sobre todo en los países en vía de desarrollo, ha sido desordenado e incontrolable, y su resultado es el predominio de ciudades fragmentadas, caóticas, dispersas, congestionadas y ambientalmente insostenibles, que favorecen la segregación, el anonimato y la individualidad (2010).

En el libro, “Población y Ordenamiento Territorial” (Universidad Externado de Colombia, 2013) se estudia el ordenamiento del territorio y su relación con la población que son parte constitutiva del mismo, además el punto de vista socio-político, económico y los sucesos migratorios; por tanto, se logra determinar ampliamente que el crecimiento de una ciudad por los procesos inmobiliarios, es necesario pensar en controlar el fenómeno migratorio y de asentamientos de dicha población, sin desconocer los efectos colaterales que estos generan en el entorno y su infraestructura, vial, de servicios públicos domiciliarios, equipamientos.

A partir de lo expresado en el párrafo anterior, es viable considerar que los resultados de la investigación aquí desarrollada, se relaciona con el componente del estudio, considerando que el fenómeno de crecimiento urbano se genera a raíz de la necesidad de disponer de

infraestructuras de vivienda que brinden una solución a las poblaciones migrantes que requieren de estas. Permiten estos resultados la capacidad de entender el territorio en función de sus necesidades y características de quienes lo habitan.

Según lo expuesto por Hernández-Gómez & Rojas-Robles, (2013), en la investigación realizada en el corregimiento de Pasquilla en la zona rural de Bogotá D.C., es relevante teniendo en cuenta que, estudian el fenómeno de la expansión urbana que obligó el cambio del uso del suelo en la zona, pero no de una manera controlada y planeada en un periodo de tiempo determinado, en el cual se realizaron prácticas como la tala de árboles y una fuerte intervención antrópica de sus coberturas naturales, presentando una transición a zonas con tendencias de pastos y suelos desnudos, lo que evidencia un cambio en el paisaje y sus impactos en el medio.

Igualmente, se concluye que la ordenación del territorio conlleva procesos técnicos, administrativos y participativos, en los que se destacan, las comisiones de ordenamiento territorial COT y los comités regionales de ordenamiento territorial CROT, creados en el marco de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial LOOT, Ley 1454 de 2011, son comisiones interinstitucionales actúan como asesores técnicos del ejecutivo y legislativo en temas de descentralización y ordenamiento territorial. Su objetivo es orientar la formulación de políticas y normas de descentralización y ordenamiento territorial armonizadas en el territorio y lograr que estas propuestas sean resultado de procesos participativos que lleven a consensos nacionales y territoriales.

Las CROT, son el espacio institucional para apoyar procesos de ordenamiento y desarrollo regional, que facilitan la integración y la asociatividad entre entidades territoriales, así como alianzas estratégicas con países fronterizos. en la uno de los actores principales debe ser la

comunidad, en el entendido que estas determinan la dinámica en términos económicos y ambientales, factores relevantes en este proyecto (DNP, 2014)

En la circular Nro. 001 del Departamento Nacional de Planeación de fecha abril 23 de 2012 (DNP, 2012), en la cual se insta a los departamentos y municipios la creación de dichos comités, conforme los establece el Art. 8 de la Ley 1454 de 2011 y los Arts. 10 y 11 del Decreto 3680 de 2011, donde se establecen la conformación y funciones de la comisiones departamentales del ordenamiento territorial y en el Art. 14 del decreto antes citado se definen igualmente las funciones de las comisiones distritales y municipales de ordenamiento territorial.

Estas comisiones las conforman según la normatividad vigente: Delegados del alcalde o gobernador, Secretario de Ambiente y Desarrollo Rural o la instancia similar, un experto de reconocida experiencia en materia de ordenamiento territorial, informa de la se las sesiones a: Director territorial del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” o su delegado, director de la Corporación Autónoma Regional – CAR, experto de reconocida experiencia en materia de ordenamiento territorial designado por la Asamblea y el Concejo, expertos académicos especializados en el tema designado por el sector académico del departamento y otras entidades que se considere como miembro permanente o como invitado según la temática (DNP, 2012).

Es por lo que, los procesos de ordenamiento y planificación del territorio se define como un proceso participativo, considerando que en estos espacios converge la representación de diversas entidades del orden municipal y departamental, sumados organismos de orden nacional con sedes en los territorios, los cuales aportan conocimiento, información misional y sugieren el uso de herramientas que mejoran los procesos.

Este artículo, según la perspectiva de Remolina-Angarita, (2011), realiza una diferenciación de los tres tipos básicos reconocidos a nivel internacional, i) áreas protegidas, ii)

redes ecológicas, y iii) infraestructuras verdes, es pertinente desde el enfoque de los conceptos antes mencionados, los cuales no son iguales y basados en este proyecto de investigación, apoya el criterio claro de clasificación de las zonas protegidas, sin llegar a generar ambigüedades y evitar una inadecuada clasificación. Por lo tanto, aporta en términos de precisión en la clasificación de los resultados, además dicha clasificación está basada en planes de ordenamiento territorial vigentes para 32 municipios de Colombia con características diversas y la clasificación de las figuras de conservación, lo cual se ajusta al objeto de esta investigación.

‘El ABC de los planes de ordenamiento territorial’ (Procuraduría General de la Nación, 2016) aporta un documento bastante amplio, el cual aborda de manera detallada todas las etapas y situaciones normativa y de construcción por las cuales esta herramienta de planificación, desde su construcción, implementación y aspectos que se deben considerar al momento de realizar algún tipo de ajuste, es por esto que, puede ser considerado en la presente investigación por ser el plan de ordenamiento de la ciudad de Armenia un referente para determinar hallazgos en los conflictos de uso del suelo y la implementación de un modelo que aporte en los ajustes que están proyectados para la próxima vigencia (2019) en esta herramienta de planificación.

Cifuentes & Bustamante (2017) realizan una evaluación de la efectividad en el cumplimiento de las políticas públicas de crecimiento sostenible de la ciudad, sumado al cumplimiento estricto de la misionalidad de las instituciones encargadas de ejecutar el control y seguimiento de dichas políticas, además los autores plantean a necesidad de formular y ejecutar procesos sistémicos de gestión y política ambiental, por tanto, es pertinente considerar que los resultados esperados en la presente investigación aportan información determinante, geográficamente representada y georreferenciada, que soporte la formulación políticas públicas, la proyección en la inversión de recursos que redunden en la sostenibilidad del crecimiento

urbano sostenible y disponer de una herramienta de control y seguimiento para la planificación del territorio y la toma de decisiones coherentes con las dinámicas y realidades territoriales.

El concepto de conflictos ambientales ha sido estudiado desde diversos ángulos, teniendo como fundamento principal la diferencia encontrada entre los aspectos normativos del desarrollo del territorio y el uso o vocación real, según Ramírez, (2009) es pertinente para este caso de estudio considerar algunos aspectos relacionados a conflictos por uso del suelo, basados en que si bien el tema de investigación es el diseño de un modelo, este permite identificar conflictos a través de las variables objeto de análisis espacial, sumado al impacto que se busca generar en la gestión del territorio.

La gestión de riesgo de desastres en los procesos de ordenamiento territorial, ha tomado gran relevancia, por la connotación de componente de prevención, es por esto que, en artículo ‘Crecimiento urbano de Ciudad Juárez Chihuahua (1920-2015): Hipótesis sobre el impacto en las coberturas y uso de suelo y el abatimiento del acuífero urbano’ (Esquivel, et al., 2019), demuestra como los cambios en la cobertura y uso del suelo generan escenarios de riesgo, especialmente inundación, es por esto que, nuestra zona de estudio no es ajena a este fenómeno, especialmente por la características topográficas de los zonas con mayor influencia de crecimiento urbanístico y la proximidad de dichas zonas a cuerpos de agua, que sin lugar presentan afectaciones no solo ambientales por la contaminación con residuos, sino también, se convierten es potenciales escenarios para fenómenos de remoción en masa, la razón que impulsa a considerar este referente es la obligación de los estudios técnicos de riesgo al ordenamiento territorial.

El modelamiento espacial, tal como lo desarrolla en su trabajo de grado, el autor, el cual empleo esta técnica para analizar el cambio o impacto en el paisaje el fenómeno de expansión

urbana, (Ríos, 2017) ‘Modelación geoespacial del impacto paisajístico (suelo y cobertura vegetal) en la Loma de Carabayllo debido a la expansión urbana entre el 2006 y el 2017’, dicho estudio es considerable como un soporte técnico a la metodología planteada para el almacenamiento, procesamiento y análisis de resultados obtenidos del estudio multitemporal y el comportamiento de las variables asociadas a las temáticas cartográficas.

Los cambios de uso y cobertura del suelo, de hecho, es el escenario más relevante e importante en la investigación, ‘Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del gran Valparaíso, su evolución y escenarios futuros’ (Sandoval, 2009), se convierte en un importante referente documental, considerando las futuras aplicaciones de los resultados alcanzados con la investigación, los cuales estarán soportados en el análisis multitemporal que nos permite demostrar el índice de pérdida de cobertura en la zona de estudio y el cambio en su uso habitual y los conflictos presente con el acuerdo del ordenamiento territorial vigente.

El análisis predictivo es un concepto que es técnicamente viable incorporar al alcance la investigación, con el Zumaeta, (2021) A diferencia de los insumos ráster usados, como las imágenes de sensores satelitales y este el presente proyecto ortofotomapas de sensores aerotransportados (Aviones), es posible incorporar el análisis predictivo que permita tomar decisiones en el cambio de las dinámicas de crecimiento urbano en la ciudad de Armenia – Quindío, con adecuados niveles de precisión conforme a las condiciones territoriales.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar un modelo estadístico conceptual, que permita calcular la pérdida de las áreas de protección ambiental y forestal, asociados al fenómeno de crecimiento urbanístico y los conflictos en el uso de suelo generados en ordenamiento territorial vigente en la zona urbana de la ciudad de Armenia – Quindío en los últimos 18 años, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica – SIG.

3.2. Objetivos específicos

- Estructurar la información cartográfica (Vectorial - Ráster) y alfanumérica del plan de ordenamiento territorial vigente, a través de una base de datos geográfica, que permita su captura, almacenamiento, procesamiento y análisis geoespacial.
- Realizar análisis multitemporal y fotointerpretación con imágenes de sensores aerotransportados (Ortofotomapas), para la identificar y calcular el tamaño de las zonas de protección ambiental y forestal del municipio de Armenia en el periodo de tiempo objeto de estudio.
- Ejecutar procesos de análisis espacial de la información temática relacionada al ordenamiento territorial del municipio y los resultados obtenidos de la fotointerpretación.
- Identificar zonas con conflictos de uso, entre las fichas normativas determinadas en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente y la cobertura actual del suelo.

4. Referente Contextual

La investigación propuesta se encuentra estrechamente relacionada a un fenómeno natural o terremoto que tuvo lugar en el año 1.999, el cual afectó gran parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y la zona norte del Valle del Cauca, es así como, una de las ciudades capitales con mayor grado de afectación en su infraestructura y pérdidas humanas fue el municipio de Armenia en el departamento del Quindío.

Este fenómeno desencadenó una serie de sucesos que permitieron entrever una serie de oportunidades alrededor de una tragedia de orden natural como la antes descrita, es en este momento donde inicia un proceso de reconstrucción de diferentes infraestructuras físicas y del componente social, además de provocar una mirada de la sociedad nacional e internacional a este territorio y el gran interés por obtener beneficios económicos a través del proceso de reconstrucción, que consistía en desarrollar proyectos de vivienda para brindar solución de habitabilidad y reubicación a los damnificados.

Es allí donde, se da inicio al proceso de encontrar los espacios geográficos dentro de la ciudad de Armenia para ejecutar proyectos de vivienda en los cuales se invirtieran los recursos económicos recibidos, situación que tuvo como resultado un crecimiento poco organizado y en el cual no se consideraron aspectos importantes, tales como: disponibilidad de servicios públicos domiciliarios, infraestructura vial, disponibilidad de los equipamientos necesarios para atender una demanda poblacional de esas características.

10 años después, o sea, en el año 2009, se presenta esta situación y en cumplimiento de normas de orden nacional, se considera la formulación de un nuevo plan de ordenamiento territorial, el cual determinó la ampliación del perímetro urbano y así incorporar a la ciudad

nuevas áreas que permitieran un crecimiento urbanístico, pero no cualquier zona de la ciudad, especialmente aquellas ubicadas en la zona norte de la ciudad y colindantes a la rivera del río Quindío. Estas zonas presentaban características físicas con cobertura vegetal espesa, presencia de bosque, una topografía inclinada, aves silvestres, entre otras; lo que hace referencia a características de área con vocación a la protección ambiental y forestal.

El acuerdo Nro. 019 de 2009, aprobado el 2 de diciembre de 2009, el cual en el Título III - Capítulo II – Art- 16 “Delimitación del Suelo Urbano” (Departamento administrativo de planeación, 2022), describe a partir de 82 puntos coordenados (Coordenadas Planas) la descripción geográfica del nuevo perímetro urbano, decisión normativa que, abre la posibilidad de intervenir las nuevas áreas que hacer parte de suelo urbano, generando afectaciones a la coberturas, ecosistemas presentes y especialmente su condiciones físicas originales, esto ocurre teniendo en cuenta que, se permite el aprovechamiento de estos espacios para desarrollar proyectos de urbanismo a gran escala, la construcción de edificaciones en altura y como consecuencia la pérdida de la cobertura vegetal y forestal, en síntesis un cambio total en el paisaje, es por esto que, se hace pertinente en términos de tiempo y espacio realizar esta investigación, con el objetivo de estudiar un fenómeno que aún no se detiene y sobre el cual no existe control alguno por parte de las autoridades competentes, además que se consideren los resultados de este proceso como una posible herramienta que genere una alerta en este momento que se planea un ajuste (Año 2020), del plan de ordenamiento territorial con herramientas tecnológicas de recolección de datos modernas para estructurar una herramienta adecuada para la planificación del municipio, sumado a la incorporación de un componente como la gestión del riesgo en este.

5. Referente normativo y legal

El marco normativo en el cual se desarrolla este proyecto y se estudia un fenómeno asociado al territorio, su planificación y ordenamiento está basado en una serie de normas establecidas en el ordenamiento jurídico de Colombia, es por esto que, a continuación, se relacionan dichos referentes legales:

Constitución Política de Colombia – Art. 313 Numeral 7, 7. Reglamentar los usos del suelo y, dentro de los límites que fije la ley, vigilar y controlar las actividades relacionadas con la construcción y enajenación de inmuebles destinados a vivienda (Gómez F., 2007).

Ley 388 de 1997 (El Congreso de Colombia, 1997), Ley de Ordenamiento Territorial – Art. 1, numeral 2. El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Numeral 5. Facilitar la ejecución de actuaciones urbanas integrales, en las cuales confluyan en forma coordinada la iniciativa, la organización y la gestión municipales con la política urbana nacional, así como con los esfuerzos y recursos de las entidades encargadas del desarrollo de dicha política (1997)

Ley 1454 de 2011, Ley Orgánica del Ordenamiento Territorial – Dicta normas orgánicas para la organización político administrativa del territorio colombiano; enmarcar en las mismas el ejercicio de la actividad legislativa en materia de normas y disposiciones de carácter orgánico

relativas a la organización político-administrativa del Estado en el territorio (El Congreso de Colombia, 2011)

Ley 1551 de 2012, Régimen Municipal – Artículos 9. “Refiere la capacidad de los municipios para definir sus modelos de ordenación para garantizar la organización y funcionamiento, previendo en especial el uso del suelo” (El Congreso de Colombia, 2012).

Decreto 824 de 2021, “Por medio del cual se modifica el Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”, en lo relacionado con la cartografía para el ordenamiento territorial, en las etapas de diagnóstico y formulación de los planes de ordenamiento territorial, planes básicos de ordenamiento territorial y esquemas de ordenamiento territorial (El presidente de la República de Colombia, 2021).

6. Referente teórico

6.1. Base de datos espacial o geográfica

Las bases de datos geográficas o espaciales son consideradas en diferentes áreas de estudio, como la técnica por excelencia para estructurar información espacial y no espacial de forma simultánea, permite definir objetivos claros acerca de los escenarios que se requiere modelar. Otra de sus características fundamentales y que es la razón por la cual son incorporadas en proyectos de sistemas de información geográfica SIG, permite representar de manera abstracta total o parcialmente la realidad, a partir de una primitiva geométrica, o sea, líneas, puntos o polígonos, es por esto que, cuando se diseña un repositorio de datos de este tipo, es viable asociar un componente geográfico o un campo que almacene pares de puntos coordinados, asociados a un sistema de referencia espacial (Datum y Origen), dicho atributo permite localizar geográficamente el fenómeno o suceso en un espacio determinado.

Por otro lado, desde el punto de vista tecnológico, una Infraestructura de Datos Espaciales debe incluir datos y atributos geográficos, metadatos, métodos de búsqueda, de visualización y mecanismos para proporcionar acceso a los datos espaciales (Gutiérrez M., 2006)

Es importante considerar que, la capacidad de este tipo de técnicas en proceso de caracterización de objetos geográficos, con la implementación de atributos no espaciales que permiten ejecutar consultas, análisis, geoprocursos y estadísticas de comportamiento de un fenómeno natural o antrópico, cuyo resultado soporta la toma de decisiones.

Otra especificación está orientada a la definición de relaciones topológicas y de atributos y las operaciones presentes entre los objetos geográficos que la componen.

En el tipo de investigación desarrollada en este documento, las bases de datos espaciales son insumos vitales para realizar el almacenar, procesar y analizar las coberturas y usos del suelo, en la zona objeto de estudio, realizar la comparación o análisis multitemporal de estas en tres años 2000, 2009 y 2018, aplicando la metodología de Corine Land Cover, en síntesis este tipo de estructuras de datos garantizan la representación de la realidad en el mismo espacio geográfico en diferentes épocas. Por lo antes expuesto, es posible afirmar que el correcto uso de este repositorio de datos garantiza el cumplimiento de un objetivo específico.

6.2. Cartografía temática

Representar los resultados de una investigación que involucre elementos geográficos, se convierte en un reto importante de superar, para ello se acude a los mapas, como instrumento pedagógico para generar conocimiento y socializar información que apoye la toma de decisiones. Partiendo del concepto que la cartografía se define como una disciplina que se ocupa de la concepción, producción y difusión de mapas, los cuales dependiendo de su contenido se clasifican en básicos, también llamados topográficos y temáticos, en los cuales es posible representar y soportar el comportamiento espacial de variables cuantitativas y cualitativas, es por esto que, esta investigación hace uso de estas, específicamente coberturas y usos, ordenamiento territorial, catastro y suelos de protección, con incidencia en las misma zona de estudio en periodos de tiempo diferentes (Claret, Cabrera, & Ramírez, 2010).

6.3. Sensores aerotransportados

Los sensores remotos son dispositivos utilizados para la obtención de datos de forma remota o determinada distancia, se denominan aerotransportados a aquellos que se encuentran instalados en una aeronave tripulada o no tripulada como aviones, helicópteros o drones, este tipo de dispositivos son herramienta fundamentales en la aplicación de técnicas como la

teledetección o percepción remota a partir de la cual se logra el procesamiento y análisis de datos asociados a elementos de la superficie terrestre. El presente caso de estudio fundamenta sus resultados en imágenes obtenidas de un sensor aerotransportado (avión) Vexcel Ultracam D.

Su principio está basado sobre la noción del espectro electromagnético, ya que miden la energía que es reflejada o emitida por los elementos que constituyen la superficie terrestre como rocas, suelos, vegetación, agua, etc., así como los de origen antrópico (construcciones urbanas, vías de comunicación, etc.), sin entrar en contacto con ellos (Ecured, s.f.).

6.4. Imágenes (ortofotomapas) de sensores aerotransportados

Un ortofotomapa, es precisamente una imagen de un espacio geográfico de interés para un caso de estudio y/o investigación determinada, es tomada desde un avión con un dispositivo denominado sensor o cámara fotogramétrica, dicha imagen es procesada para lograr disponer de información en formato ráster (imagen) y con especificaciones técnicas determinadas por la calidad de la misma y el método de procesamiento, entre las características más relevantes, es que sobre ella es posible realizar mediciones, o sea, un imagen a escala del terreno y están georreferenciadas conforme a los parámetros oficiales de la zona de estudio. Además, cuentan con otras características propia de este tipo de insumo geográfico, como resolución espacial y espectral, los cuales inciden de forma directa en la escala de precisión de los estudios o información cartográfica que genere a partir de esta.

La Ortofoto (del griego Orthós. correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona en la superficie terrestre, donde todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico. Por lo que una ortofoto u ortoimagen es una imagen en la cual, a nivel del terreno han sido removidos los desplazamientos causados por la inclinación de la cámara o sensor, las condiciones de toma y el

relieve del terreno. Está referida a una proyección cartográfica, por lo que posee las características geométricas de un mapa. También se dice que es una imagen corregida geoméricamente trasladándole de una proyección central a una proyección ortogonal y referida dentro de un marco cartográfico (Inegi, 2023).

6.5. Fotointerpretación

Se denomina la técnica que se aplica en la identificación, extracción y análisis de elementos u objetos que se encuentran en la superficie terrestres de un espacio geográfico determinado, reconoce los aspectos formales, dinámicas o tendencias propias de un fenómeno natural o de carácter antrópico, es aplicada en diferentes disciplinas que estudian los recursos naturales. Igualmente, esta técnica da línea de acción a los procesos de restitución fotogramétrica digital, que es posible definir como la extracción en datos en formato vectorial o la representación de objetos observados en la superficie terrestre a partir de una primitiva geométrica (línea, punto o polígono) para ser usados en el análisis espacial del fenómeno objeto de estudio.

Considerada como la técnica o arte apropiada de examinar imágenes fotográficas de un área u otros elementos, con el propósito de identificar diferentes componentes captados por la película, que se encontraban sobre la superficie al momento de fotografiarla y que pueden suministrar información de interés (GISday Uniguajira, 2023).

6.6. Metodología Corine Land Cover

Las cobertura de la tierra, es precisamente la cobertura física que se observa sobre la superficie de la misma (Di Gregortio, 2005), describe no solamente la vegetación y los elementos antrópicos existentes, sino también, otros tipo de superficies como afloramientos, dada la importancia de este tipo de estudios, es necesario implementar un método ampliamente probado

para realizar la clasificación o caracterización de las coberturas a partir de atributos cualitativos que permitan una interpretación correcta y una codificación a partir de niveles definidos en una metodología oficial. Es por lo que, Corine Land Cover permite describir, caracterizar, clasificar y comparar coberturas de la tierra a partir de imágenes de alta y media resolución (IDEAM, 2010).

6.7. Sistemas de información geográfica

Es un sistema que crea, administra, analiza y representa cartográficamente todo tipo de datos. Un SIG conecta datos a un mapa integrando datos de ubicación (dónde están las cosas) con todo tipo de información descriptiva (cómo son las cosas ahí). Esto sirve como base para la representación cartográfica y el análisis que se utiliza en la ciencia y en prácticamente todos los sectores. Un SIG ayuda a los usuarios a comprender los patrones, las relaciones y el contexto geográfico. Entre las ventajas se encuentran la mejora de la comunicación y la eficiencia, así como de la gestión y la toma de decisiones (Esri, 2023)

Este tipo de sistemas se desarrollan bajo la ejecución de un ciclo de vida (Planeación, análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento), cuyo estricto cumplimiento garantiza en alto porcentaje el éxito de un proyecto S.I.G., es necesario igualmente citar los componentes de este esquema de trabajo, los cuales son: Hardware, software, datos, recurso humano, metodologías y procedimientos. Los datos u objetos espaciales y no espaciales, están almacenados en una base de datos geográfica que permite la ejecución de consultas interactivas de los usuarios, analizando y relacionando diferentes tipos de información con una localización geográfica.

6.8. Geoprocesamientos

El geoprocesamiento es un marco y un conjunto de herramientas que permiten procesar datos geográficos y otros datos relacionados. El conjunto completo de herramientas de

geoprocesamiento se puede usar para realizar análisis espaciales o para administrar los datos SIG de forma automática (Esri, 2023).

Su objetivo fundamental es generar nuevos datos que describen el comportamiento o tendencias de los atributos asignados a los elementos que conforman una capa de información. Independientemente de si es un usuario nuevo o avanzado, el geoprocesamiento probablemente será una parte esencial del trabajo diario. Los resultados obtenidos del procesamiento de los datos vectoriales y ráster son el soporte a la toma de decisiones asociadas a la temática de un sistema de información de geográfica.

6.9. Análisis de multitemporal

Los estudios multitemporales, son análisis de carácter espacial, realizados a partir de la comparación de coberturas interpretadas y restituidas en formato vectorial a partir de imágenes de sensores satelitales, aerotransportados o aeronaves no tripuladas de una misma zona o espacio geográfico en diferentes periodos de tiempo.

Los resultados de estos estudios se basan, en la determinación del factor de cambio de la variable cuantitativa (área), asociada a un atributo cualitativo que describe la temática estudiada.

6.10. Ordenamiento territorial

De conformidad con la ley 1454 de 2011, se define: “El ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo, ambientalmente y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico,

culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia”. (El Congreso de Colombia, 2011).

Con base en lo anterior, es igualmente necesario conocer que el ordenamiento de los territorios presenta conflictos por uso del suelo, los cuales se definen como la necesidad de saber si una actividad que se desarrolla sobre una unidad de suelo, genera degradación o no en él o genera desaprovechamiento del mismo.

6.11. Gestión de riesgo en el ordenamiento territorial

En el ordenamiento del territorio, se deben identificar las zonas que presenten riesgos por amenazas naturales para la localización de asentamientos humanos. De esta forma, las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales (El Congreso de Colombia, 1997)

Decreto 1807 de 2014 – septiembre 19 Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones (El presidente de la República de Colombia, 2014).

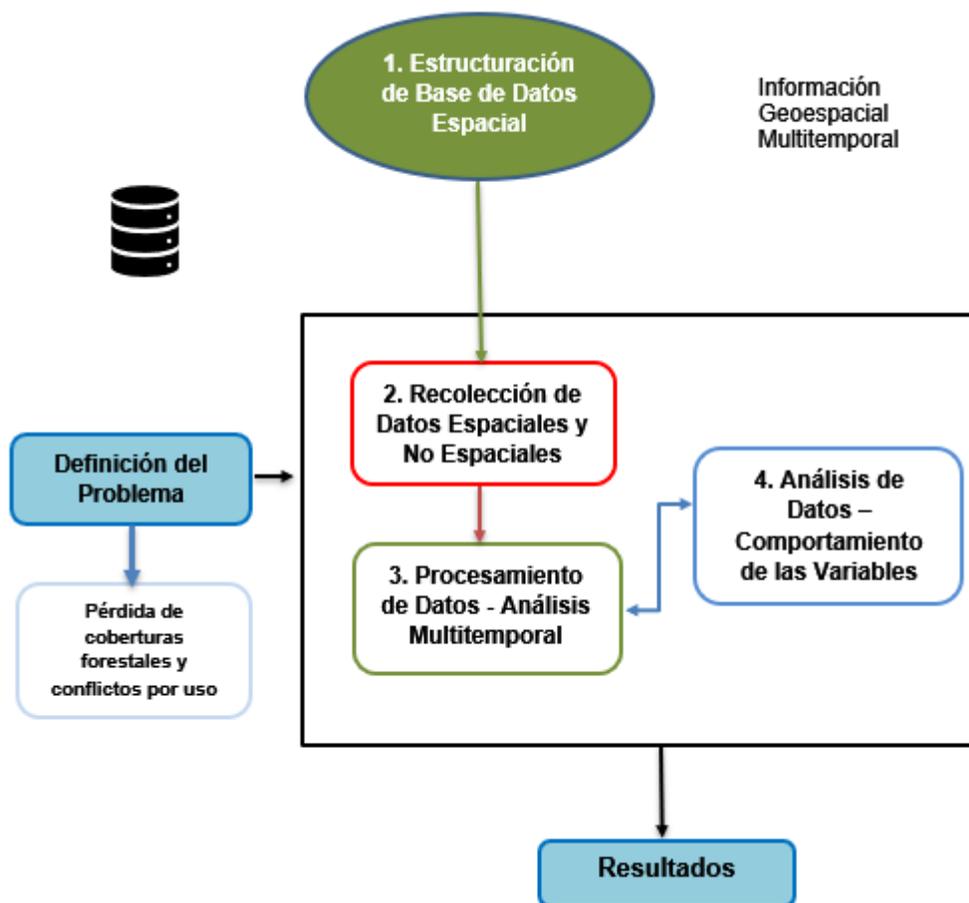
7. Hipótesis de investigación

¿El proceso de crecimiento urbano ocurrido en la ciudad de Armenia – Quindío, en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2018, causó impactos negativos a la coberturas y uso de interés ambiental y forestal y generó conflictos por uso en el plan de ordenamiento territorial vigente?

8. Metodología

El proceso metodológico que se desarrolla en el presente estudio se basa en la recopilación, estructuración y captura de información cartográfica en diversas temáticas, tales como: coberturas y usos de suelos, catastro y ordenamiento territorial, dicha información se estructura en una base de datos espacial multitemática, en la cual se disponen los datos espaciales correspondientes a la capa de usos y coberturas de los años 2000, 2009 y 2018 de la zona urbana del municipio de Armenia en el departamento del Quindío.

Figura 1.
Esquema General de la Investigación



Conforme lo descrito en la figura Nro. 1, el esquema general de la investigación, la cual surge de la necesidad de estudiar un fenómeno de pérdida de coberturas forestales y los conflictos por uso generado en el ordenamiento territorial a causa del crecimiento urbano, para los cual es necesario realizar una serie de actividades.

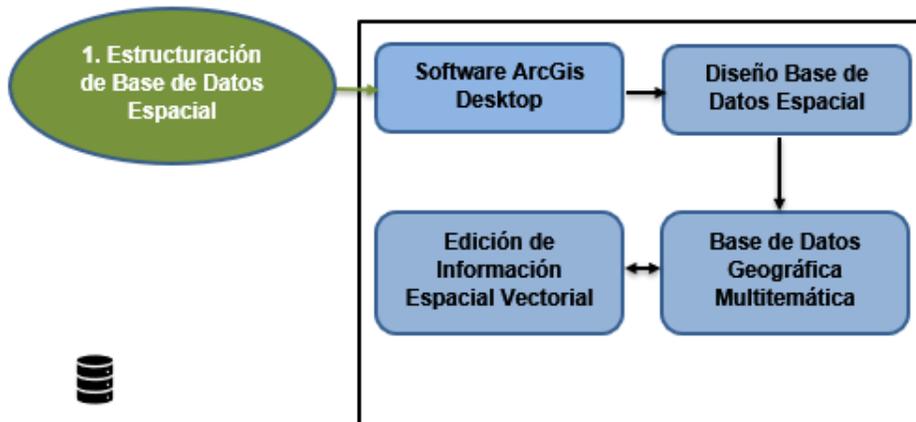
- Estructuración de una base de datos espacial
- Recolección de datos espaciales y no espaciales
- Procesamiento de Datos – Análisis Multitemporal
- Análisis de datos y comportamiento de las variables

Igualmente, se destacan tres (3) procesos internos que soportan este tipo de bases de datos, el primero, define el almacenamiento de información espacial y no espacial requerida para el estudio, el segundo, los criterios de procesamiento de información espacial en los periodos 2000 – 2009 – 2018, para cuantificar y cualificar las coberturas y usos de dichos periodos.

Además, se plantea el análisis de los resultados alcanzados para determinar índices de crecimiento o decrecimiento de las unidades cartográficas de coberturas y usos de la zona de estudios. El resultado, es una base de datos espacial que contenga la información de soporte para representación en forma mapas y brinde soporte parcialmente a las conclusiones del estudio.

Figura 2.

Esquema Proceso de Estructuración de la Base de Datos Espacial y Recolección de Información Vectorial

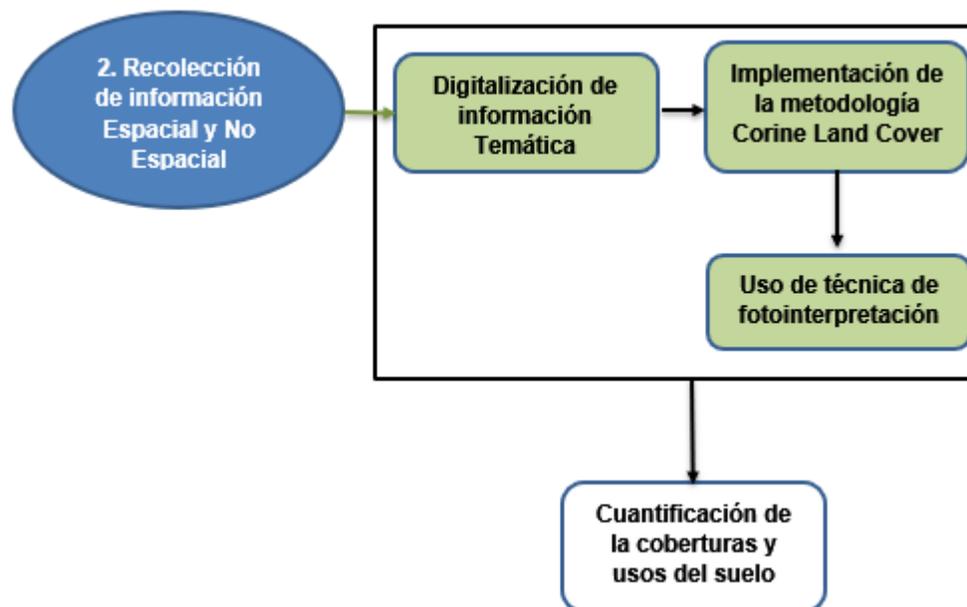


La figura Nro. 2, detalla la técnica con la cual se diseña la base de datos geográfica o espacial que soporta el almacenamiento, procesamiento, análisis y despliegue de la información cartográfica, gestionada por un software para sistemas de información geográfica (ArcGis Desktop o Pro), aplicaciones que disponen una serie de herramientas robustas para garantizar la precisión en el geoprocesamiento, análisis y despliegue de datos con componente espacial.

La base de datos espacial como repositorio de información, requiere para su diseño garantizar el cumplimiento de tres (3) etapas, las cuales inician en la elaboración del modelo conceptual, donde se definen a nivel de conceptos las capas temáticas de información, geometría, atributos, tipos de datos y dominios de cada una de ellas, posteriormente en el modelo lógico se determinan las relaciones espaciales o topológicas, las relaciones de atributos “Relationship Class” definidas a partir de las llaves primarias “Primary Key” llaves foráneas “Foreign Key” y las operaciones, se denominan así, toda vez que, definen los cambios que pueden presentar los objetos geográficos del repositorio de información.

La etapa final, se define como la construcción del modelo físico, o sea, la base de datos espacial o geográfica cuya estructura refleja los de manera idéntica lo definido en las etapas anteriores y es considerado el producto final del proceso de estructuración de la base de datos geográfica, la cual soporta las tareas como gestor de la información en un software SIG.

Figura 3.
Esquema Digitalización Cartografía Temática de Coberturas y Usos



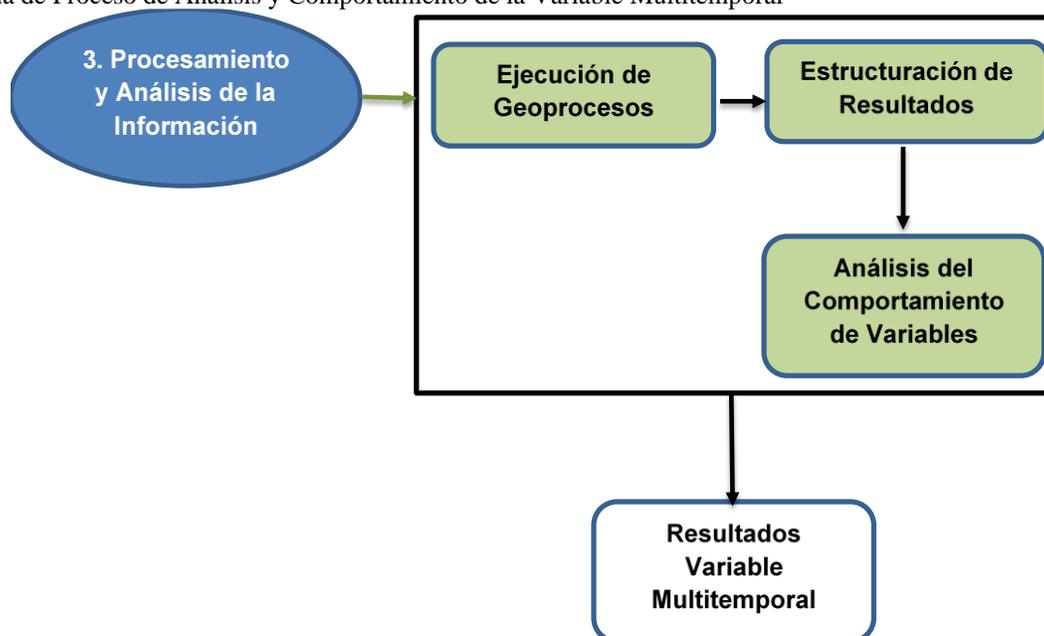
La figura Nro. 3, muestra el proceso de captura o digitalización por pantalla, esta actividad se basa en la representación vectorial de las coberturas y usos a partir de la técnica de fotointerpretación, cuyo objetivo es generar polígonos para cada uno de los tipos de coberturas observadas en una ortofotoimagen. Conceptualmente se ha logrado la separación entre cobertura y uso de la tierra, que anteriormente se empleaban indistintamente; el término "Uso" implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano, para Janssen (2000, citado por (IDEAM, 2023)) el uso se relaciona con las actividades humanas o las funciones económicas de una porción específica de la Tierra (como el uso urbano o industrial, de reserva natural, etc.), hecha esta precisión, se caracterizan las coberturas y usos, conforme leyenda indicativa de la metodología Corine Land Cover, “*Metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes*” (IDEAM, 2023), obtenidas de sensores satelitales y aerotransportados,

la captura o digitalización se realiza aplicando la técnica denominada fotointerpretación, la cual se basa en la extracción de información contenida u observada en un ortofotomapa, en esta investigación este proceso se ejecuta para los tres (3) periodos de tiempo estudiados, o sea, los años 2000, 2009 y 2018, para los cual se dispone de ortofotoimágenes de estas épocas, la interfaz de trabajo en la cual se desarrolla la actividad es el entorno de usuario de edición que proporciona el software ArcGis Desktop – ArcMap, la información vectorizada se almacena en la base de datos espacial diseñada previamente, cuya estructura (Geometría y Atributos), permiten la caracterización de los objetos geográficos conforme la metodología (CLC) adoptada.

Seguidamente y considerando que se dispone de la cartografía temática de cada periodo, se realizan geoprocесamientos que permitan determinar el factor o dinámica de cambio de las coberturas del suelo (Aumento o Disminución) presentes en la zona de estudio, el suelo urbano del municipio de Armenia, departamento del Quindío. La variable cuantitativa que determina el factor de cambio es el área en metros cuadrados de cada uno de los polígonos de las coberturas y usos, para cada uno de los periodos estudiados, la variable cualitativa que según la leyenda de (CLC) define la clasificación de las coberturas es (Nivel).

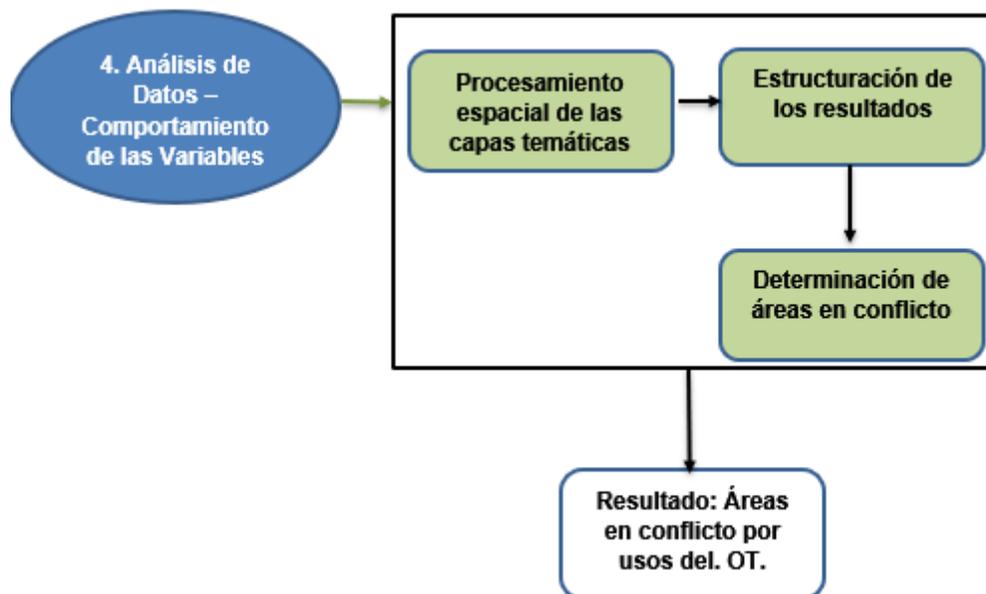
El proceso antes descrito se lleva a cabo en la herramienta tecnológica que soporta esta actividad, es la interfaz de usuario de edición ArcMap de ArcGis Desktop. Por tanto, el resultado esperado de esta actividad es cuantificar el total de área con coberturas de tipo vegetal, cultivos, pastos, entre otras que han sido intervenidas por procesos de crecimiento urbano a causa de un fenómeno que presenta la zona de estudio.

Figura 4.
Esquema de Proceso de Análisis y Comportamiento de la Variable Multitemporal



La figura Nro. 4, define los geoprocesamientos de la información cartográfica temática, el análisis de los resultados y el despliegue de estos en forma de mapas. El procesamiento se basa en la ejecución de geoprocesos disponibles en las herramientas de la software ArcGis, como la traslape de capas “Intersect”, el cual permite generar el cruce de información espacial que comparte la misma geometría de representación y se traslapan en el mismo espacio geográfico, en esta investigación las capas temáticas de coberturas y usos se someten a procesos de comparación para determinar factores de cambio en las variables cuantitativas y cualitativas de los datos con el fin de identificar factores de incremento o decremento de estas. Los geoprocesamientos generan una nueva capa de información la cual es almacenada en la misma estructura de información, toda vez que, las capas resultantes son el fundamento espacial para la validación de la tesis planteada.

Figura 5.
Análisis de Resultados en Conflictos por Uso con el O.T



La figura Nro. 5, describe el proceso, mediante el cual se determinan los conflictos por uso. Es importante precisar que un conflicto por uso se materializa en el momento en que la norma que regula los usos permitidos de en las zonas urbanas no se cumple y se desarrollan en este, actividades no reguladas y que además generan impactos negativos en el entorno. En la ejecución de este estudio se determinaron dichos conflictos en el área de estudio, partir de la comparación geográfica de las capas temáticas definidas como los suelos de protección y conservación definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente y las coberturas y usos restituídas para el año 2018, cuya finalidad se basa en la identificación espacial y cuantificación de la zona en conflicto.

8.1. Operacionalización de variables

En la siguiente tabla se relacionan y describen las variables a Operacionalizar, con base en los criterios de análisis que permitan llegar a los resultados esperados en función del cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Tabla 1.

Relación Capas Temáticas en Formato Vectorial para Análisis Geoespacial

| Nombre Capa Temática | Nombre Variable | Descripción |
|---|------------------------|--|
| Coberturas_Usos_Armenia_2000 | Area_2000 | Área geográfica de la cobertura y uso del suelo por cada periodo de estudio |
| Coberturas_Usos_Armenia_2009 | Area_2009 | |
| Coberturas_Usos_Armenia_2018 | Area_2018 | Área geográfica del sector normativo, según POT vigente - Acuerdo 019-2009 |
| Sectores_Normativos_POT_2009 | Area_Sec_Norm | |
| Suelos_Proteccion_Urbano_POT_2009 | Area_Suelo_Protec | Área geográfica del suelo de protección urbano, según POT vigente - Acuerdo 019-2009 |
| Perímetro Urbano (1999 y 2009 – vigente) | Area_Estudio | Área geográfica del proyecto |
| Area_Ampliación_Urbana_2000_2009 | Area_Crecimiento | Área de crecimiento de la zona urbana de Armenia, conforme cambio del perímetro urbano del acuerdo 019 de 2009 |
| Desarrollos_Urbanos_2018 | No Aplica | Nombre del proyecto urbanístico |

En esta etapa de la investigación se identifican las variables cuantitativas que se operan matemáticamente para obtener los resultados estadísticos, considerando que las áreas geográficas es la más relevante, toda vez que, se relacionan a cualidades de los objetos geográficos y definen una tendencia de crecimiento o decrecimiento y el resultado obtenido validan la hipótesis planteada.

La etapa en la cual se calculan los valores de variable se realiza a partir de geoprocreso geográficos en la interfaz de edición “ArcMap” del software SIG, ArcGis Desktop así:

Paso Nro. 1 – Realizar geoprocresamiento “Intersect” entre las capas de información temática (Coberturas_Usos_Armenia_2000 y Coberturas_Usos_Armenia_2009), la capa resultante permite analizar el factor de cambio (Incremento o Decremento) entra las variables cuantitativas (Area_2000 y Area_2009) de cada una de las coberturas de la zona de estudio.

Posteriormente con la tabla resultante, se efectúan la operación matemática que determine el valor de incremento o decremento y así pasar a calcular en unidades porcentaje por cada una de las coberturas, siendo este valor calculado el indicador de comportamiento. Este mismo

geoprocesamiento se realiza entre las capas temáticas de los periodos 2009 y 2018, con el objeto de llegar a calcular valor porcentual para este intervalo o temporalidad.

La comparación final de los resultados obtenidos en este paso permite generar el índice de incremento o decremento de las coberturas sobre las cuales se desarrollaron los proyectos urbanísticos, para los cual se dispone en la capa “Desarrollos_Urbanos_2018” de la geolocalización de estos.

Paso Nro. 2 – Realizar geoprocesamiento “Intersect” entre las capas temáticas denominadas “Coberturas_Usos_2018”, con “Sectores_Normativos_POT_2009”, de donde obtenemos las áreas geográficas en metros cuadrados en conflictos por uso, posteriormente, a partir de la comparación de las variables cualitativas “Nivel_2018” y “Norma_de_Uso” respectivamente se evidencia donde se presentan inconsistencias normativas de uso con las coberturas para la vigencia del estudio.

Paso Nro. 3 - Realizar geoprocesamiento “Spatial Join” entre las capas temáticas denominadas “Suelos_Proteccion_Urbano_POT_2009”, con “Desarrollos_Urbanos_2018”, cuya capa de información resultante es la identificación de los proyectos inmobiliarios en zonas catalogadas por el Plan de Ordenamiento Territorial como zonas de protección ambiental. Posteriormente, cuantificar con base en la cartografía catastral, el número de unidades inmobiliarias nuevas ubicadas en dichas zonas.

8.2. Enfoque metodológico

El enfoque metodológico aplicable a esta investigación se circunscribe a uno de tipo mixto, considerando que las variables que objeto de análisis almacenan datos de tipo numérico o cuantitativo, toda vez que, son usadas en el proceso de operacionalización y determinar el cálculo de las áreas geográficas asociada a cada una de las capas temáticas de coberturas y usos,

con objeto de cuantificar su aumento o disminución. Desde el punto de vista cualitativo la información cartográfica presenta una característica que permite identificar el tipo de cobertura y uso afectado y permite confirmar la tesis frente a la causa planteada, o sea, el crecimiento de los proyectos inmobiliarios que inciden en la categorización cualitativa del tipo de cobertura. Por tanto, se hace necesario implementar dicho enfoque metodológico, sumado a que conforme los resultados obtenidos se basan las conclusiones, aportes y recomendaciones de la presente investigación.

8.3. Tipo de estudio

El tipo de estudio descriptivo, entendiendo que el fenómeno estudiado en esta investigación está asociado a determinar el grado de afectación que un fenómeno como el crecimiento urbano basado en el desarrollo de proyectos inmobiliarios en la zona urbana del municipio de Armenia en el departamento del Quindío, sin considerar aspectos relacionados al entorno, la infraestructura vial, de servicios públicos domiciliarios y equipamientos necesarios en las dinámicas de la planificación y ordenamiento del territorio.

Por otra parte, en los objetivos planteados está calcular e identificar el grado de afectación de las coberturas en tres (3) momentos en la misma zona de estudio a raíz de la ejecución de proyectos constructivos, probablemente en contravía de las dinámicas ambientales y territoriales.

8.4. Población o unidad de trabajo

La población de interés sobre la cual se desarrolla esta investigación es la zona urbana del municipio de Armenia en el departamento del Quindío, la cual está determinada en los acuerdos municipales 001 de 1999 y 019 de 2009, toda vez que, presentan un fenómeno de crecimiento urbanístico generado a raíz de la ejecución constante de proyectos constructivos con destinación

residencial y algunas de estas zonas de importancia por su alto potencial de protección ambiental.

Es por lo que, realizar un análisis a partir de cuantificar como las coberturas y usos de suelo han presentado o no, posibles afectaciones a causa del fenómeno urbanístico permiten tomar decisiones basadas de información con alto nivel de precisión brindado por las tecnologías geoespaciales y los sistemas de información geográfica en la producción y análisis de datos geográficos para determinar el comportamiento de un suceso territorial.

8.5. Muestra y muestreo

La muestra seleccionada para este estudio es la zona o perímetro urbano del municipio de Armenia en el departamento del Quindío, conforme a lo descrito en los acuerdos municipales Nros. 001 de 1999 (El Concejo Municipal de Armenia , 1999), este determina el área del suelo urbano de 2.365,27 hectáreas y 019 de 2009, este último en su “Artículo Nro. 15 – Clasificación del Suelo Municipal”, numeral “1.1. Perímetro Urbano de Armenia”, cita un área total de 3.175,86 hectáreas, (Departamento administrativo de planeación, 2022) los valores aquí indicados para las zonas geográficas en la cuales se desarrolla la investigación son de carácter oficial y definidas en los documentos normativos que las regulan.

La clase de muestreo a desarrollar para en este proceso, es el probabilístico basado en el tipo aleatorio simple, cuya implementación está orientada en la recolección de datos espaciales existentes en fuentes oficiales, tales como:

- Perímetro Urbano de Armenia (1999 y 2009 - vigente)
- Sectores Normativos
- Suelos de Protección Urbana
- Catastro Urbano

Igualmente, es necesario realizar producción de cartografía temática, como los mapas de:

- Usos y Coberturas del Suelo para las vigencias 2000, 2009 y 2018

A partir de la utilización de metodologías, técnicas y tecnologías geoespaciales, de captura y clasificación de cartografía temática, conforme esta detallado en el numeral 8 “Metodología”, del presente documento.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

El proceso de recolección o captura de la información requerida para la investigación, reviste una gran importancia considerando que, son los datos cartográficos quienes marcan la tendencia de la distribución espacial de la problemática a estudiar. Por lo anterior, es necesario hacer uso de técnicas y tecnologías geoespaciales para la consolidación, producción y análisis.

En primera instancia, se desarrolla la estructuración de información espacial base o existente en fuentes oficiales e institucionales a partir del diseño e implementación de bases de datos espaciales, desarrollan conforme los estándares y técnicas de almacenamiento vigentes, que garantizan la integridad, normalización e interoperabilidad de la información.

Para los datos cartográficos no existentes, es necesario realizar procesos de captura o digitalización, usando insumos geográficos en formato ráster (Imágenes) obtenidas con sensores aerotransportados (Avión) post-procesadas con herramientas de software SIG y disponer de ortofotoimágenes, las cuales son la base para generar la información temática de usos y coberturas en la zona de estudio. En el proceso de producción se realiza en la interfaz de edición del software SIG ArcGis en su versión 10.5.1 o superior, aplicando las técnicas de fotointerpretación y vectorización por pantalla, cuyo resultado es la representación abstracta de la realidad a partir de una primitiva geométrica. El método de clasificación se base en los códigos y niveles incorporados en la metodología Corine Land Cover.

8.6. Diseño de la investigación

La tipología en el diseño de esta investigación, se clasifica en el campo no experimental, toda vez que, se generan dos momentos fundamentales en la ejecución de la misma, el primero de ellos, la producción, estructuración y análisis de los datos espaciales asociados a la cobertura y uso de los suelos presentes en la zona de estudio en tres periodos de tiempo diferentes (2000 – 2009 – 2018), la segunda etapa, se basa en el análisis geoespacial de la información generada, cuyo objetivo es calcular el comportamiento (Incremento o Decremento) de una variables cuantitativa denominada “Área” y una característica cualitativa definida como “Nivel”, la cual expresa el nombre de la cobertura, conforme a la metodología de clasificación adoptada para este estudio “Corine Land Cover”. Finalmente, es necesario realizar la comparación de la coberturas y usos del periodo final (2018), con los mapas temáticos oficiales contenidos en el acuerdo municipal Nro. 019 del 2009 (Alcaldía de Armenia, 2009), el cual soporta normativa y técnicamente actualmente el ordenamiento territorial de Armenia en el departamento del Quindío, donde la comparación cartográfica permite identificar posibles conflictos por uso.

A partir de la ejecución de las dos etapas antes descritas, es posible alcanzar los objetivos propuestos, toda vez que, están basados en el análisis multitemporal, que permita determinar la dinámica de cambio de la coberturas y usos del suelo a través del tiempo en la zona donde se desarrolla la investigación.

8.7. Plan de análisis

Conforme a las necesidades y objetivo propuestos, la tarea de análisis de la información se fundamenta especialmente en rutinas de geoprocetamiento como la intersección de capas geográficas con herramientas de software para sistemas de información geográfica, los resultados de estas rutinas son objeto análisis estadístico inferencial, con base en la variable de análisis

cuantitativa principal de esta investigación, que es el área geográfica de la capa temática que contiene los usos y coberturas de la zona de estudio, este tipo de análisis estadístico permite comprobar la incidencia de los proyectos constructivos, en la disminución de las zonas con coberturas vegetales e importancia ambiental.

Posteriormente, se combinan espacialmente información geográfica de coberturas y usos con los datos de fuentes secundarias, tales como: sectores normativos, suelos de protección ambiental y la información catastral que contiene el inventario cartográfico con la ubicación de los proyectos inmobiliarios, para identificar y cuantificar los suelos que presentan conflictos por uso a partir de un análisis multivariado (variables cualitativas).

9. Resultados

Los resultados de la presente investigación se fundamentan en productos de origen cartográfico, obtenidos a partir del análisis geoespacial realizado con herramientas de sistemas de información geográfica propuesto en el componente metodológico, tablas y gráficos estadísticos que determinan el comportamiento de las variables estudiadas, identificación espacio-temporal de conflictos territoriales por tendencias de uso del suelo y salidas cartográficas (Mapas), que sirvan como soporte en la toma de decisiones orientadas a la planificación territorial futura.

Tabla 2.
Resultados y Productos de la Investigación

| Objetivos | Resultados / productos esperados | Indicador | Beneficiario |
|---|--|--|---|
| Estructurar información cartográfica de fuentes primarias y secundarias a través de una base de datos geográfica. | Bases de datos geográfica con los datos en formato vectoriales y ráster usados y generados a partir de la investigación. | Una (1) bases de datos geográfica. | Profesionales interesados en el estudio de las dinámicas territoriales de la ciudad de Armenia-Quindío y la administración municipal a través de su oficina de Planeación Municipal. Instituciones de educación superior del departamento con programas con líneas de formación en el uso de tecnologías geoespaciales aplicadas a la gestión del territorio. |
| Análisis multitemporal y captura de información geográfica con técnicas de fotointerpretación para determinar la distribución espacial de las zonas ambientales y forestales de interés. | Cartografía temática de coberturas y usos a escala 1:5000 de los tres (3) periodos de tiempo objeto de estudio. | Tres (3) Mapas temáticos de usos y coberturas a escala 1:5000 de la zona de estudio. | Oficina de Planeación Municipal de Armenia Comunidad académica del departamento. |

| | | | |
|--|---|--|---|
| Ejecutar geoprocesamientos y análisis geoespacial con los datos obtenidos de fuentes secundarias (Cartografía POT) y la generada en el objetivo específico Nro.2. | Capa de información vectorial donde evidencia la correlación de las variables. | Un (1) Mapa temático, producto del procesamiento geoespacial de los datos de fuentes primaria y secundaria que ilustra el comportamiento del fenómeno estudiado. | Oficina de Planeación Municipal de Armenia CRQ – Corporación Autónoma Regional del Quindío. Comunidad académica del departamento. |
| Identificar zonas con conflicto por uso, entre los sectores normativos vigentes y las coberturas y usos de suelo presentes en el último periodo objeto de estudio (2018). | Capa temática, que representa geográficamente los conflictos por uso en la zona urbana del municipio de Armenia | Un (1) Mapa temático a escala 1:5000 de conflictos por uso en la zona urbana del municipio de Armenia. | Oficina de Planeación Municipal de Armenia CRQ – Corporación Autónoma Regional del Quindío. Comunidad académica del departamento. |

Con base en lo expresado en la tabla Nro. 2 y según el resultado del objetivo específico Nro.1, se describe los siguiente:

La estructura de la base datos geográfica, conserva la representación geométrica, los atributos, dominios y relaciones, según los catálogos de objetos geográficos oficiales, estandarizados por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, la Oficina de Planeación Municipal de Armenia y la metodología CLC, los demás componentes cartográficos corresponden a los resultados del estudio.

Tabla 3 –
Descripción de Estructuración de la Bases de Datos Geográfica Vectorial

| Insumos Vectoriales | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------|--------------------|--|
| Temática | Nombre de la Capa | Escala | Temporalidad | Fuente |
| Coberturas_Usos | Caberturas y Usos | 1:5000 | 2000 - 2009 - 2018 | Autor |
| Catastro_Urbano | U_Manzana | 1:5000 | 2018 | Instituto Geográfico "Agustin Codazzi" |
| | U_Terreno | 1:5000 | 2018 | |
| | U_Construccion | 1:5000 | 2018 | |
| | U_Unidad | 1:5000 | 2018 | |
| | U_Nomenclatura_Vial | 1:5000 | 2018 | |
| Ordenamiento Territorial | Perimetro Urbano - POT 1999 | 1:5000 | 1999 | Planeación Municipal Armenia |
| | Perimetro Urbano - POT 2009 | 1:5000 | 2009 | |
| | Suelos de Proteccion | 1:5000 | 2009 | |
| Cartografia Basica | Drenaje_Sencillo | 1:5000 | 2018 | Instituto Geográfico "Agustin Codazzi" |
| | Drenaje_Doble | 1:5000 | 2018 | |
| Zona de Estudio | Desarrollos Urbanos | 1:5000 | 2018 | Autor |
| Analisis de Resultados | Conflictos_Uso | 1:5000 | 2018 | |
| | Coberturas_2009_Zn_Ampliacion | 1:5000 | 2018 | |
| | Coberturas_2018_Zn_Ampliacion | 1:5000 | 2018 | |
| | Area_Ampliacion_Urbana_2000_2009 | 1:5000 | 2018 | |

La tabla Nro. 3. Describe la estructura de almacenamiento de los insumos cartográficos de diferentes entidades del orden nacional, Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”, municipal “Oficina de Planeación Municipal de Armenia” y las capas temáticas generadas en la etapa de ejecución de la investigación. Las características cartográficas descritas en el cuadro son:

Temática: Nombre de la temática de información a la cual pertenece el conjunto de datos geográficos.

Nombre de la Capa: Nombre asignado a la capa de información cartográfica en la base de datos espacial diseñada en el marco de la ejecución del proyecto.

Coberturas y Usos: Coberturas y usos de la tierra de la zona estudio para los años 2.000, 2.009 y 2.018.

U_Manzana, U_Terreno, U_Construcción, U_Unidad y U_Nomenclatura_Vial: Corresponden a información cartográfica del censo catastral del municipio del Armenia – Quindío, del último periodo estudiado (2018).

Perímetro_Urbano_POT_1999, Perímetro_Urbano_2009: Describe geográficamente la cobertura del suelo urbano del municipio de Armenia para los años 2000 y 2009, conforme los establecidos en los acuerdos municipales 001 de 1999 y 019 de 2009 respectivamente.

Suelos_de_Protección: Determina los suelos de protección y conservación en la zona urbana del municipio de Armenia – Quindío, según lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, soportado en el Acuerdo Municipal Nro. 019 del año 2009.

Drenaje_Doble, Drenaje_Sencillo: Representan los cuerpos de agua presentes en la zona de estudio y hacen parte del componente de cartografía básica oficial producida por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”.

Desarrollos Urbanos: Corresponde a la distribución espacial de proyectos inmobiliarios con vocación de uso residencial, donde se relaciona el censo de las unidades inmobiliarias para cada uno de estos desarrollos urbanísticos.

Conflictos Uso: Zona determinadas en conflicto por uso resultantes del análisis geoespacial de la temática del POT “Suelos de Protección” y “Coberturas_Usos_2018”.

Coberturas_Zn_Ampliación_2009, Coberturas_Zn_Ampliación_2018: Representan la coberturas y usos del suelo en la zona denominada de ampliación en la investigación.

Área de Ampliación Urbana 2000_2009: Esta zona corresponde al área de crecimiento del suelo urbano en el municipio de Armenia – Quindío a partir de la comparación cartográfica de las capas “Perímetro_Urbano_POT_1999” y “Perímetro_Urbano_POT_2009”.

Escala: Escala de precisión geográfica de los datos contenidos en la base de datos espacial, la escala estandarizada para el proyecto es 1:5000.

Temporalidad: Este ítem determina la fecha de producción de la información geográfica del proyecto.

Fuente: Institución responsable de la producir y mantener actualizada la capa temática cartográfica, está igualmente incluye la elaborada en la etapa de ejecución del proyecto.

Tabla 4.
Datos Tipo Ráster - Ortofotomapas

| Insumos Raster | | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|---------------------|-------------------------|--|
| Tipo | Cubrimiento | Escala | Resolución Espacial | Fecha de Toma | Fuente |
| Ortofotomapa | Armenia - Zona Urbana | 1:5000 | 15 cms | Año: 2000 Mes: Marzo | Instituto Geográfico "Agustin Codazzi" |
| Ortofotomapa | Armenia - Zona Urbana | 1:5000 | 15 cms | Año: 2009 Mes: Junio | |
| Ortofotomapa | Armenia - Zona Urbana | 1:2000 | 15 cms | Año: 2018 Mes: Marzo | |

La tabla Nro. 4, relaciona los insumos en formato ráster (Imágenes), obtenidas de sensores remotos aerotransportados (Avión), usadas para el proceso de vectorización (Digitalización) de los polígonos de coberturas y usos, con base en los criterios de la leyenda establecida por la metodología Corine Land Cover. Algunas de las especificaciones de este tipo de imágenes que las hacen óptimas para estos estudios son: Sistema de referencia espacial, lo que permite georreferenciar elementos observados en la ortofotoimagen, escala de precisión, esta especificación garantiza el nivel máximo exactitud en el posicionamiento y forma de los elementos visualizados, la resolución espacial se refiere al tamaño de los pixeles que conforman la imagen y la cobertura, define el área geográfica de cubrimiento de esta.

Posteriormente, se migran los datos geográficos a la base de datos espacial, con todas las capas de información, las cuales deben cumplir con los elementos de calidad de la información

geográfica, como la consistencia topológica, consistencia lógica, exactitud temática y estándares de normalización de atributos.

Figura 6.
Estructura Base de Datos Espacial

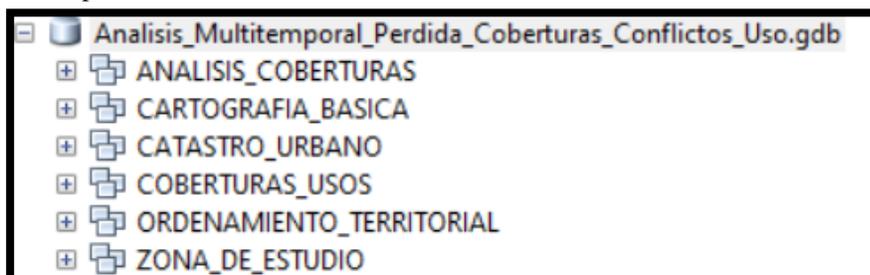
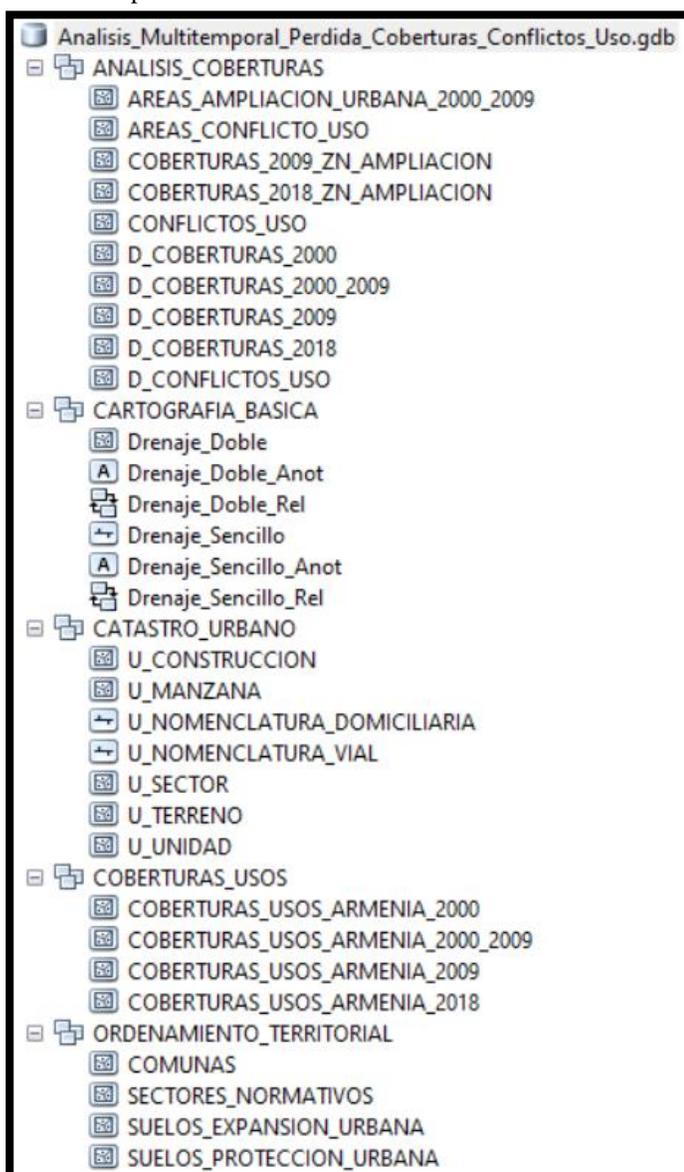


Figura 7.
Estructura Detalla de la Base de Datos Espacial



Conforme la secuencia lógica de la investigación, la metodología adoptada y el resultado obtenido del objetivo específico Nro. 1, se dispone de la base de datos geográfica que contiene las capas temáticas de coberturas y usos del suelo capturadas bajo la metodología Corine Land Cover, es la fuente de información para realizar el análisis comparativo de las capas temáticas a partir de geoprosesamientos de intersección (Intersect) de los periodos analizados (2000 – 2009 – 2018).

En primera instancia y como etapa previa al procesamiento principal, se requiere realizar un geoprocésamiento definido como “Dissolve” disolver, cuyo objetivo es generalizar los objetos geográficos de la capa cobertura y uso que registran en el atributo “Nivel” el mismo valor alfanumérico, este genera una nueva capa cartográfica denominada en el modelo de datos como (D_Coberturas_2000, D_Coberturas_2009 y D_Coberturas_2018), se mencionan una para cada anualidad, toda vez que, el geoprocésamiento se realiza para cada periodo, este geoprocésamiento mejora el desempeño de la base de datos y generaliza la cantidad de valores a analizar.

Primer intervalo de comparación (2000 a 2009), conservando como área de cubrimiento el perímetro urbano del POT del año 1999, se toman las tablas de atributos de las capas “D_Coberturas_2000” con “D_Coberturas_2009”, se comparan los valores cuantitativos registrados en la variable “área m2” de cada periodo y se evalúan cuales valores presentan índices positivos o negativos y cuál es la cobertura y uso que está representada en dicha área geográfica. (Ver Tabla Nro. 7).

Tabla 5.
Coberturas y Usos - Año 2000

| Municipio de Armenia Temática: Usos y Coberturas Año: 2000 | | | |
|--|---|---------------|---------|
| Código | Nivel | Área M2 | % |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 13.368.386,32 | 56,5195 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 522.009,45 | 2,2070 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificalizadas, No Agrícolas | 2.533.882,73 | 10,7129 |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.151.211,24 | 4,8671 |
| 2.3 | Pastos | 3.020.036,47 | 12,7683 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 764.237,01 | 3,2311 |
| 3.1 | Bosques | 2.078.103,69 | 8,7859 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 52.791,15 | 0,2232 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 161.601,57 | 0,6832 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 443,57 | 0,0019 |
| Totales | | 23.652.703,21 | 100 |

Figura 8.
Distribución Estadística Coberturas y Usos - Año 2000

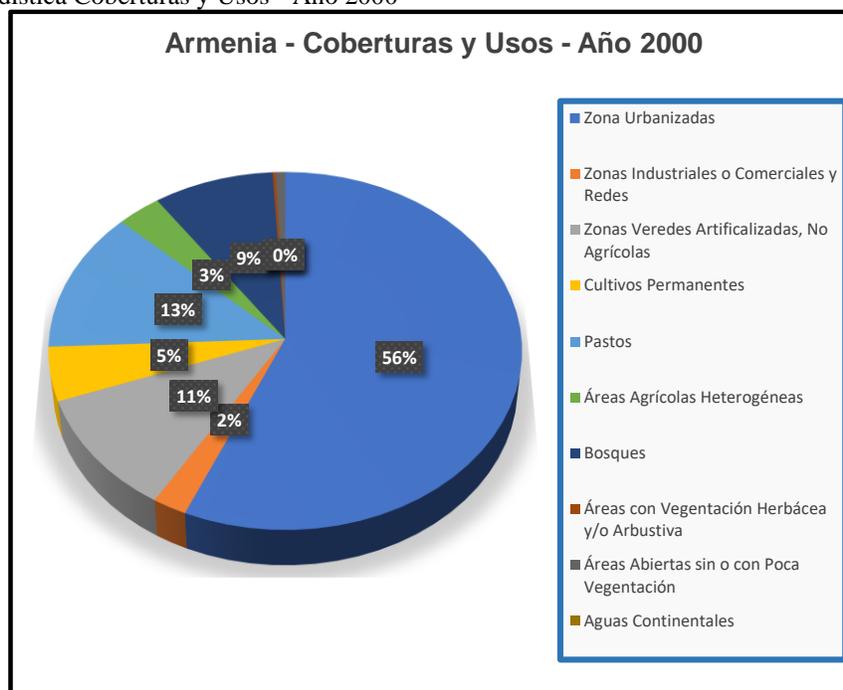


Tabla 6.
Coberturas y Usos - Año 2009 – Perímetro Urbano 1999

| Municipio de Armenia | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------|---------|
| Temática: Usos y Coberturas | | | |
| Año: 2009 - Perímetro Urbano 1999 | | | |
| Código | Nivel | Área M2 | % |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 13.566.698,6727 | 57,3581 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 525.740,6685 | 2,2228 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.606.674,8983 | 11,0206 |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.126.445,8287 | 4,7625 |
| 2.3 | Pastos | 2.915.676,7761 | 12,3271 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 800.992,3798 | 3,3865 |
| 3.1 | Bosques | 1.991.308,3397 | 8,4190 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 47.607,8669 | 0,2013 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 71.055,1569 | 0,3004 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 443,5667 | 0,0019 |
| Totales | | 23.652.644,1542 | 100 |

Figura 9.
Distribución Estadística Coberturas y Usos – Año 2009 – Perímetro Urbano 1999

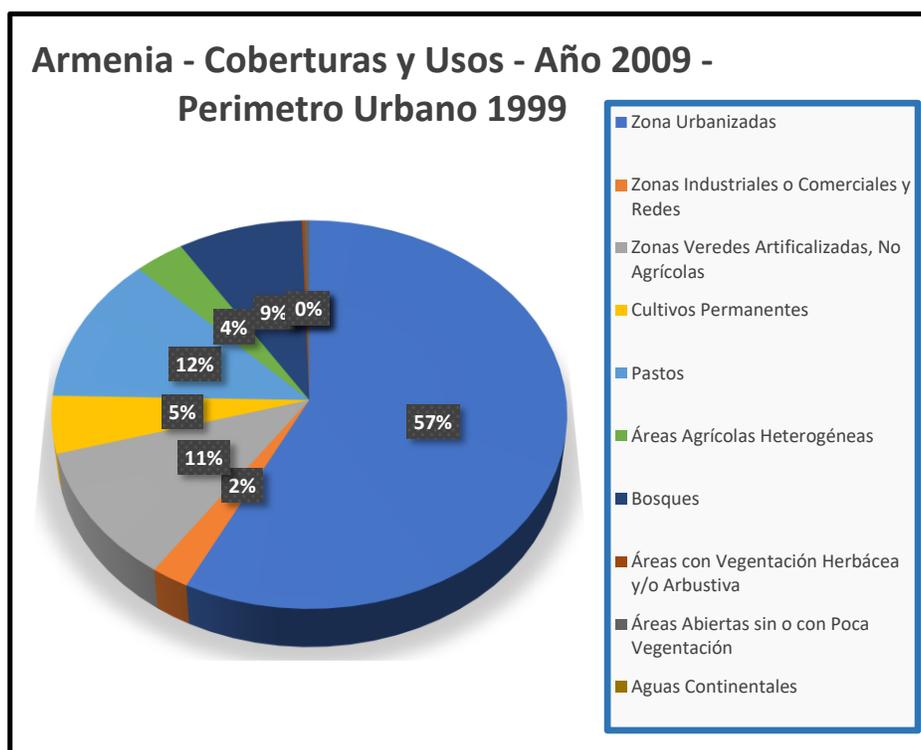


Figura 10.
Mapa de Usos y Coberturas - Año 2000

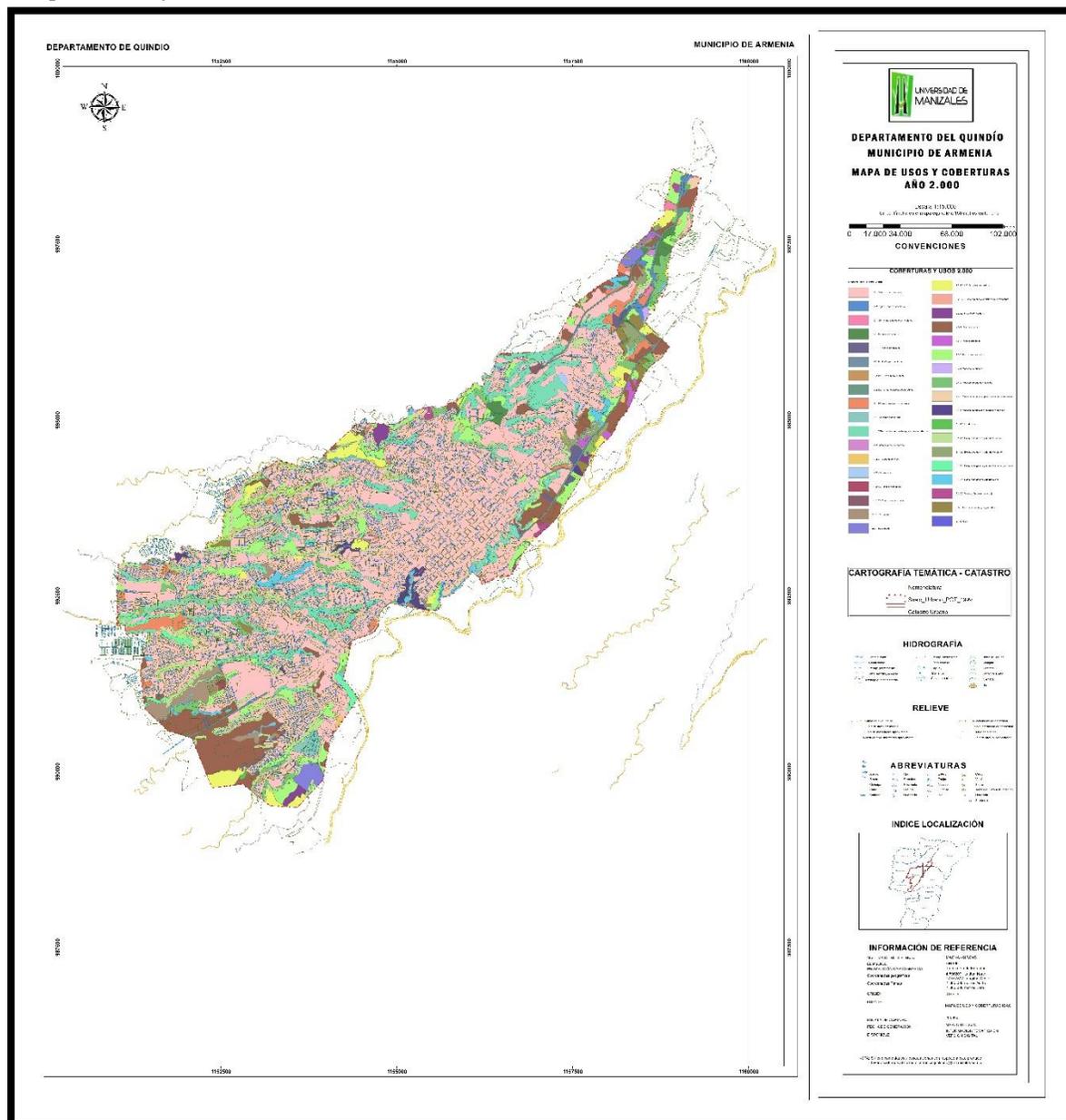


Tabla 7.
Análisis Comparativo de Coberturas y Usos - Periodo 2000 a 2009

| Municipio de Armenia Temática: Usos y Coberturas Año: 2000 | | | | Municipio de Armenia Temática: Usos y Coberturas Año: 2009 | | | | Indicador en M2 2009 - 2000 | % |
|--|--|----------------------|------------|--|--|------------------------|---------------|--------------------------------|-----------|
| Código | Nivel | Área M2 | % | Código | Nivel | Área M2 | % | | |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 13.368.386,32 | 56,5195 | 1.1 | Zona Urbanizadas | 13.566.698,67 | 57,3581 | 198.312,36 | 1,4618 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 522.009,45 | 2,2070 | 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 525.740,67 | 2,2228 | 3.731,21 | 0,7097 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.533.882,73 | 10,7129 | 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.606.674,90 | 11,0206 | 72.792,16 | 2,7925 |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.151.211,24 | 4,8671 | 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.126.445,83 | 4,7625 | -24.765,41 | -2,1985 |
| 2.3 | Pastos | 3.020.036,47 | 12,7683 | 2.3 | Pastos | 2.915.676,78 | 12,3271 | -104.359,69 | -3,5793 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 764.237,01 | 3,2311 | 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 800.992,38 | 3,3865 | 36.755,37 | 4,5887 |
| 3.1 | Bosques | 2.078.103,69 | 8,7859 | 3.1 | Bosques | 1.991.308,34 | 8,4190 | -86.795,35 | -4,3587 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 52.791,15 | 0,2232 | 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 47.607,87 | 0,2013 | -5.183,29 | -10,8875 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 161.601,57 | 0,6832 | 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 71.055,16 | 0,3004 | -90.546,41 | -127,4312 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 443,57 | 0,0019 | 5.1 | Aguas Continentales | 443,57 | 0,0019 | 0,00 | 0,0000 |
| Totales | | 23.652.703,21 | 100 | Totales | | 23.652.644,1542 | 100,00 | | |

La tabla Nro. 7, describe el análisis comparativo de coberturas y usos para el intervalo correspondiente a los años 2000 a 2009, el cual se generalizó hasta nivel 2 de la metodología CLC, en la cual se evidencia un aumento medianamente significativo para el nivel “1.1 Zonas Urbanizadas” con 198.312, 36 m² (1,46%). Así mismo, se detallan indicadores de decrecimiento en niveles como “2.3 Pastos” con -104.359,69 m² (-3,57%) y “3.1 Bosques”, la cual representa -86.795,37 m² (-4,35%).

De forma detallada, en la tabla Nro. 25, en el capítulo de anexos, se describe el análisis comparativo de la coberturas y usos de la zona de estudio, definida por el perímetro urbano vigente para el año 1999, este presenta una tendencia en la cobertura denominada “1.1.1 Tejido Urbano Continuo”, estos espacios son conformados por: Centros de aglomeraciones, zonas de habitación periférica, parqueaderos y áreas cubiertas por asfalto o cemento, escuela, hospitales, parques y prados cuando estas representan menos del 20% del área de la unidad, se evidencia un crecimiento en el periodo comprendido entre los años 2.000 a 2.009 en 180.643,5 m² – indicador 1,342 %

Para el caso del “1.2.1 Tejido Urbano Discontinuo”, son espacios formados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas. Este tipo de cobertura presenta un crecimiento 17.668,8 m² – Indicador 17,18%.

Cabe destacar que las zonas clasificadas con el nivel “1.2.1 Zonas Industriales y Comerciales” muestran un incremento de 28.476,37 m², lo que representa un indicador positivo de 50,39%.

Otras coberturas con índices de crecimiento que deben ser considerados, toda vez que marcan una tendencia en función del comportamiento del crecimiento urbanístico:

Tabla 8.
Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.000 a 2.009

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.009 a 2.000 – m² | % Porcentaje |
|------------------|---|--|---------------------|
| 1.4.1.1 | Otras Zonas Verdes Urbanas | 57.777,69 | 13,38 |
| 1.4.2.2 | Áreas Deportivas | 15.451,82 | 39,44 |
| 2.2.1.3.2 | Banano | 16.452,25 | 9,06 |
| 2.2.2.2.2 | Café a Plena Exposición | 28.002,43 | 4,86 |
| 2.3.3 | Pastos Enmalezados | 64.877,21 | 4,73 |
| 2.4.3 | Mosaicos de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales | 14.997,34 | 6,57 |
| 2.4.5 | Mosaicos de Cultivos y Espacios Naturales | 23.704,02 | 13,74 |

En la tabla anterior, se muestran las coberturas y usos con mayores índices de crecimiento en el periodo estudiado, el cual evidencia la presencia de algunos cultivos y coberturas de pastos y espacios naturales.

De igual manera, este fenómeno se presenta indicadores negativos o decrecimiento, tales como:

Tabla 9.
Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.000 a 2.009

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.009 a 2.000 – m2 | % Porcentaje |
|--------------------|---|-------------------------------------|---------------------|
| 1.2.2.1.1.1 | Vías Pavimentadas | -21.357,96 | -9,32 |
| 2.2.1.3.1 | Plátano | -69.220,08 | -27,19 |
| 2.3.1 | Pastos limpios | -139.801,93 | -9,26 |
| 2.3.2 | Pastos arbolados | -29.434,97 | -79,02 |
| 3.1.4.2 | Bosque de galería y ripario Arbolado | -54.886,25 | -33,86 |
| 3.1.4.3 | Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | -45.141,88 | -37,44 |
| 3.2.3.2 | Vegetación secundaria baja | - 5.183,29 | -10,87 |
| 3.3.3 | Tierras desnudas y degradadas | - 90.546,41 | -127,43 |

Se destacan los usos y coberturas con mayor índice de decrecimiento en la zona objeto de estudio, en el cual es posible evidenciar que la cobertura “3.3.3 – Tierras Desnudas y Degradadas”, evidencia el mayor índice de decrecimiento con un -127, 43%, esto indica que dicha zonas cambiaron su uso a “1.1.1 Tejido Urbano Consolidado”, en razón a que zonas con características o vocación residencial, existen tres (3) indicadores de decrecimiento en coberturas de importancia forestal, como los son: “2.3.2 Pastos Arbolados”, con un -79,02%, “3.1.4.3 Bosques de Galería y Ripario Herbazal y Arbustal”, con un -37,44% y finalmente “3.1.4.2 Bosques de Galería y Ripario Arbolado”, con una referencia de -33,86%, por último y con un porcentaje menor, pero un área en metros cuadrados de -139.801,93 para la cobertura “2.3.1 Pastos Limpios”, Es por esto que, es posible concluir, en función del área y características de los tipos de coberturas impactadas que, son las zonas con vocación forestal las que en este intervalo de tiempo, muestran una afectación relevante. (Ver Tabla Nro.9).

El segundo intervalo de comparación (2009 a 2018), conservando como área de cubrimiento el perímetro urbano del POT del año 2009, se toman las tablas de atributos de las capas “D_Coberturas_2000” con “D_Coberturas_2009”, se comparan los valores cuantitativos registrados en la variable “área m2” de cada periodo y se evalúan cuales valores presentan índices positivos o negativos y cuál es la cobertura y uso que está representada en dicha área geográfica. (Ver Tabla Nro. 12).

Tabla 10.
Usos y Coberturas - Año 2009

| Municipio de Armenia | | | |
|-----------------------------|--|----------------------|------------|
| Temática: Usos y Coberturas | | | |
| Año: 2009 | | | |
| Código | Nivel | Área M2 | % |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 14.365.052,92 | 45,2319 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 838.909,01 | 2,6415 |
| 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0199 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.787.298,47 | 8,7765 |
| 2.1 | Cultivos Anuales o Transitorios | 23.840,10 | 0,0751 |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 2.369.711,82 | 7,4616 |
| 2.3 | Pastos | 6.262.504,38 | 19,7190 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 1.529.515,62 | 4,8161 |
| 3.1 | Bosques | 3.054.959,27 | 9,6193 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 119.723,02 | 0,3770 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 87.861,65 | 0,2767 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 312.990,14 | 0,9855 |
| Totales | | 31.758.679,23 | 100 |

Figura 11.
Distribución Estadística de las Coberturas y Usos - Año 2009

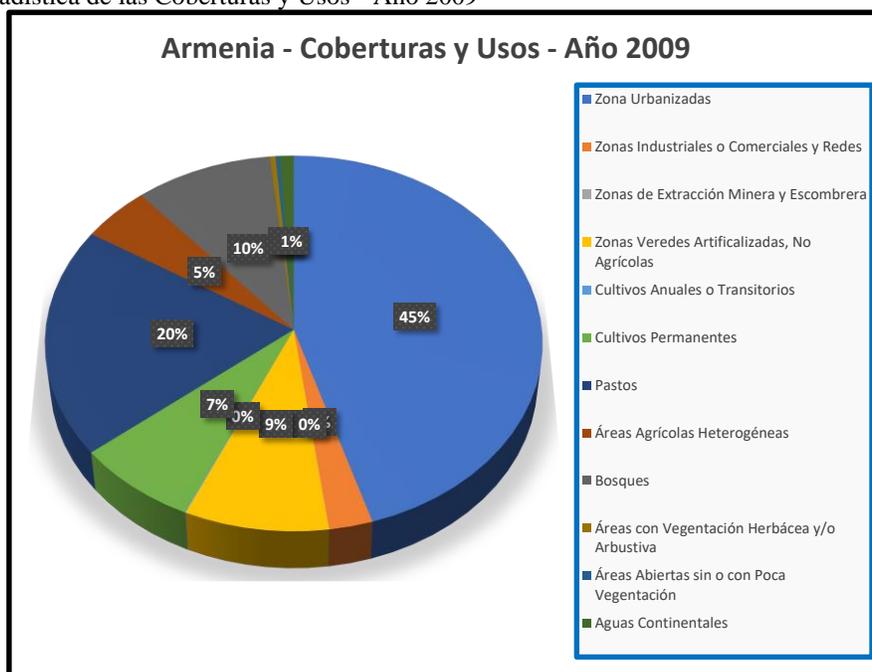


Figura 12.
Mapa de Usos y Coberturas - Año 2009

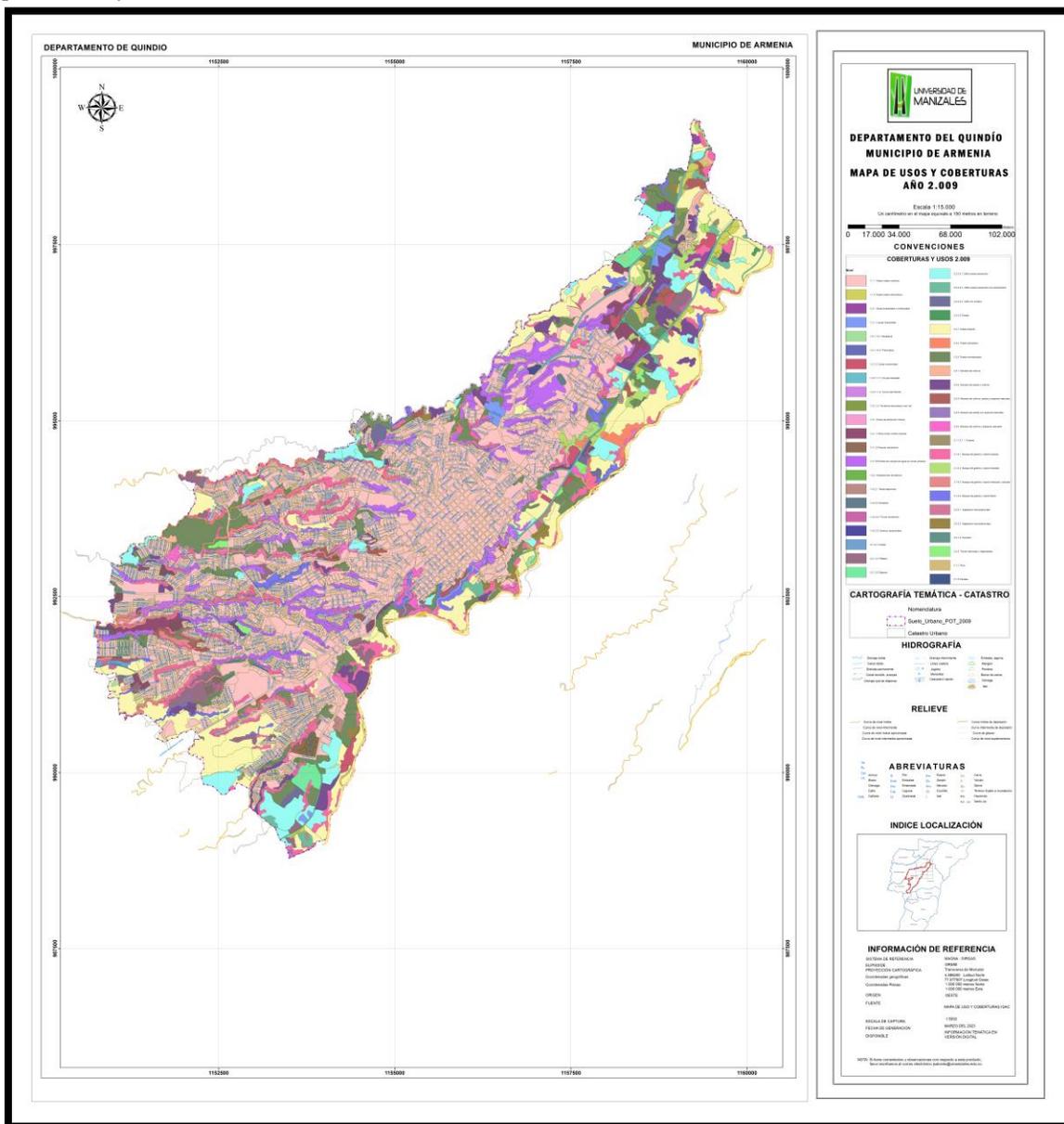


Tabla 11.
Usos y Coberturas - Años 2018

| Municipio de Armenia | | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|---------------|
| Temática: Usos y Coberturas | | | |
| Año: 2018 | | | |
| Código | Nivel | Área M2 | % |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 15.595.191,66 | 49,1053 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 1.016.559,21 | 3,2009 |
| 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0199 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificalizadas, No Agrícolas | 2.614.579,57 | 8,2326 |
| 2.1 | Cultivos Anuales o Transitorios | No presente en el periodo analizado | N.A. |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.689.665,49 | 5,3203 |
| 2.3 | Pastos | 5.531.197,52 | 17,4163 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 1.565.975,71 | 4,9309 |
| 3.1 | Bosques | 3.206.553,36 | 10,0966 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 122.264,82 | 0,3850 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 93.336,30 | 0,2939 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 317.042,79 | 0,9983 |
| Totales | | 31.758.679,26 | 100,00 |

Figura 13.
Distribución Estadística de las Coberturas y Usos - Año 2018

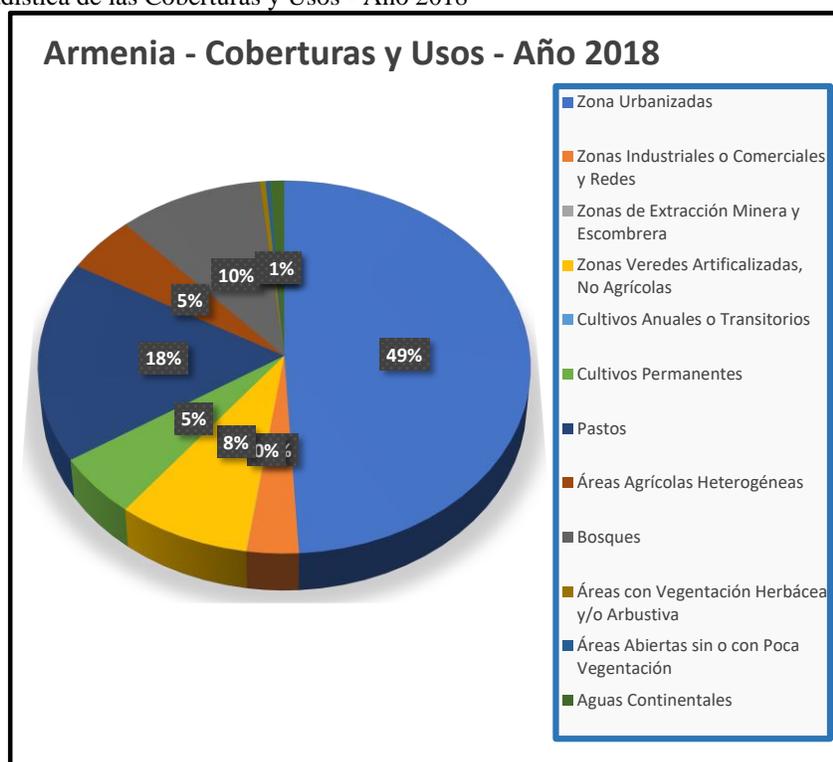


Figura 14.
Mapa de Usos y Coberturas - Año 2018

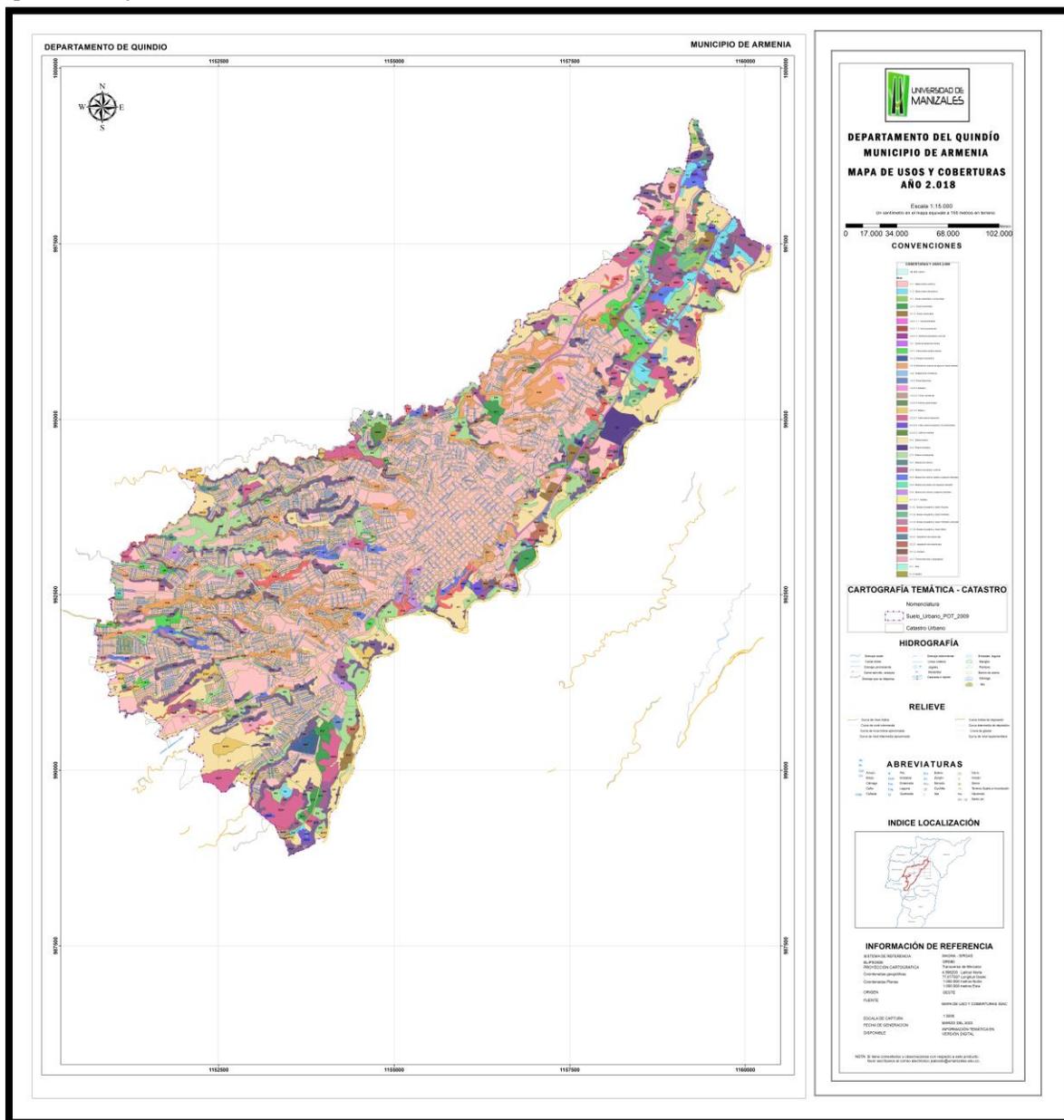


Tabla 12.
Análisis Comparativo de las Coberturas y Usos - Periodo 2009 a 2018

| Municipio de Armenia | | | | Municipio de Armenia | | | | Indicador en M2 2018 - 2009 | % |
|-----------------------------|--|----------------------|------------|-----------------------------|--|----------------------|---------------|--------------------------------|----------|
| Temática: Usos y Coberturas | | | | Temática: Usos y Coberturas | | | | | |
| Año: 2009 | | | | Año: 2018 | | | | | |
| Código | Nivel | Área M2 | % | Código | Nivel | Área M2 | % | | |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 14.365.052,92 | 45,2319 | 1.1 | Zona Urbanizadas | 15.595.191,66 | 49,1053 | 1.230.138,74 | 7,8879 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 838.909,01 | 2,6415 | 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 1.016.559,21 | 3,2009 | 177.650,20 | 17,4756 |
| 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0199 | 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0199 | 0,00 | 0,0000 |
| 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.787.298,47 | 8,7765 | 1.4 | Zonas Veredes Artificializadas, No Agrícolas | 2.614.579,57 | 8,2326 | -172.718,91 | -6,6060 |
| 2.1 | Cultivos Anuales o Transitorios | 23.840,10 | 0,0751 | 2.1 | Cultivos Anuales o Transitorios | 0,00 | 0,0000 | -23.840,10 | N.A |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 2.369.711,82 | 7,4616 | 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.689.665,49 | 5,3203 | -680.046,33 | -40,2474 |
| 2.3 | Pastos | 6.262.504,38 | 19,7190 | 2.3 | Pastos | 5.531.197,52 | 17,4163 | -731.306,85 | -13,2215 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 1.529.515,62 | 4,8161 | 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 1.565.975,71 | 4,9309 | 36.460,09 | 2,3283 |
| 3.1 | Bosques | 3.054.959,27 | 9,6193 | 3.1 | Bosques | 3.206.553,36 | 10,0966 | 151.594,08 | 4,7276 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 119.723,02 | 0,3770 | 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 122.264,82 | 0,3850 | 2.541,80 | 2,0789 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 87.861,65 | 0,2767 | 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 93.336,30 | 0,2939 | 5.474,65 | 5,8655 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 312.990,14 | 0,9855 | 5.1 | Aguas Continentales | 317.042,79 | 0,9983 | 4.052,65 | 1,2783 |
| Totales | | 31.758.679,23 | 100 | Totales | | 31.758.679,26 | 100,00 | | |

La tabla Nro. 12, describe el análisis comparativo de coberturas y usos para el intervalo correspondiente a los años 2009 a 2018, el cual se generalizó hasta nivel 2 de la metodología CLC, en la cual se evidencia un aumento medianamente significativo para el nivel “1.1 Zonas Urbanizadas” con 1.230.138,74 m2 (7,88%). Así mismo, se detallan indicadores de decrecimiento en niveles como “2.3 Pastos” con -731.306,85 m2 (-13,22%) y “2.2 Cultivos Permanentes”, la cual representa -680.046,33 m2 (-40,24%).

En la tabla Nro. 30, en el componente de anexos, detalla el análisis comparativo de la coberturas y usos de la zona de estudio, definida por el perímetro urbano vigente, este análisis muestra una tendencia de la cobertura denominada “1.1.1 Tejido Urbano Continuo”, estos espacios son conformados por: Centros de aglomeraciones, zonas de habitación periférica, parqueaderos y áreas cubiertas por asfalto o cemento, escuela, hospitales, parques y prados cuando estas representan menos del 20% del área de la unidad, se evidencia un crecimiento en el periodo comprendido entre los años 2.009 a 2.018 en 996.663,57 metros cuadrados, lo define un indicador de crecimiento del 6,6044 %.

Otra de las coberturas y usos que refieren un crecimiento significativo en el periodo analizado es la identificada como “1.1.2. Tejido Urbano Discontinuo”, la cual, se caracteriza conforme la metodología adoptada para el proyecto, como espacios formados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de forma dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación, en razón a lo anterior la cobertura presenta un incremento del (46,26%) durante el periodo de tiempo analizado, un índice positivo considerable basados en que son estas áreas o superficies donde se materializan el fenómeno de crecimiento urbano y donde es posible determinar impactos en las coberturas del suelo.

Se precisa la consolidación de áreas o zonas industriales, estas se presentan como áreas de actividades con destinación económica - no residenciales, con un aumento indicativo del 54,07%, representado en un crecimiento de 183.917,40 metros cuadrados. Igualmente se destacan otras coberturas y usos, que posterior el análisis cuantitativo realizado para el periodo 2009 a 2018, muestran indicadores positivos que se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 13.
Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.018 a 2.009 – m2 | % Porcentaje |
|--------------------|---|-------------------------------------|---------------------|
| 1.2.1 | Zona Industriales o Comerciales | 29.910,93 | 19,00 |
| 1.2.1.2 | Zona Comerciales | 13.406,81 | 6,20 |
| 2.3.2 | Pastos Arbolados | 115.330,63 | 49,79 |
| 3.1.1.2.1.1 | Guadua | 5.608,98 | 17,57 |
| 3.1.4.3 | Bosque de Galería Ripario Herbazal y Arbustal | 14.126,04 | 7,85 |
| 3.3.3 | Tierra Desnudas Degradadas | 5.474,63 | 6,51 |

De igual manera, este fenómeno se presenta indicadores negativos o decrecimiento, tales como:

Tabla 14.
Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.018 a 2.009 – m2 | % Porcentaje |
|------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
| 1.2.2.1.2 | Territorios Asociados a la Red Vial | 14.089,50 | -343,34 |
| 1.4.1.1 | Otras Zona Verdes Urbanas | 133.076,85 | -37,71 |
| 1.4.2.3.2 | Fincas Recreativas | 8.507,72 | -18,80 |
| 2.2.1.3.1 | Plátano | 229.337,06 | -81,32 |
| 2.2.2.2.1 | Café a Plena Exposición | 189.908,47 | -16,03 |
| 2.2.2.2.2 | Café a Plena Exposición con Semisombra | 30.336,00 | -21,63 |
| 2.2.2.2.3 | Café con Sombra | 38.701,59 | -46,77 |
| 2.3.1 | Pastos Limpios | 637.468,44 | -19,30 |
| 2.3.3 | Pastos Enmalezados | 209.169,04 | -10,46 |

La tabla anterior destaca los usos y coberturas con mayor índice de decrecimiento en la zona de estudio, en primera instancia y conforme a los valores calculados en unidades de medida porcentual, el mayor valor de esta columna está asociado a la cobertura clasificada como 1.2.2.1.2 “Territorios Asociados a la Red Vial” con -343,34%, aunque en términos de los que representa en área en m2 son un total de 14.089,50, en comparación de cobertura y uso que con indicadores porcentuales menores, representan extensiones superficiales mayores, tal como se observa para las coberturas de nivel 1 – “2 - Territorios Agrícolas”, nivel 2 – “2.1 - Cultivos Anuales o Transitorios” conforme la metodología de clasificación adoptada para la presente investigación (Corine Land Cover), los cuales se caracterizan por ser territorios cuyas tierras están dedicadas a cultivos de ciclos vegetativos con duración de un año o menos, cultivos que se requiere que después de cada cosecha volver a sembrar, en este caso, el crecimiento urbano que es el fenómeno antrópico aquí estudiado, presenta un impacto significativo con una disminución de – 81,32% (229.337,06 m2), con en la misma línea de análisis, el nivel “2.2 – Cultivos Permanentes”, las coberturas clasificadas como: “Café a Plena Exposición – Café a Plena Exposición con Semisombra y Café con Sombra”, suman un total de 258.946,06 metros cuadrados, lo que significa una disminución de 25,89 hectáreas de cultivos de café.

Es necesario destacar el decrecimiento de superficies de nivel 2.3, que se caracterizan por ser tierras cubiertas de densa de composición florística, dedicadas al pastoreo en periodos de dos (2) o más años, se clasifican así: 2.3.1 “Pastos Limpios”, se caracteriza principalmente por ser áreas con coberturas mayores al 70% y 2.3.3 “Pastos Enmalezados”, estas zonas se destacan por presentar tierras cubiertas por pastos y malezas, no se evidencian prácticas de manejo y en general la altura del rastrojo es menos a 1,5 metros. Para el periodo analizado representan un total de (846.637,48 m²), esto evidencia por una disminución de estos tipos de coberturas, cuya vocación es de origen natural.

Es así como, es posible concluir que las áreas o tierras de origen natural y de producción agrícolas presentan un cambio en su vocación y pasan a ser territorios artificializados por la intervención antrópica que genera cambios en el paisaje y forman actualmente parte de áreas con usos industriales, comerciales y especialmente residenciales que conforman el tejido urbano continuo.

En cumplimiento de la planteado en este estudios, se realiza la comparación de periodo comprendido entre los años 2009 a 2018, conservando como territorio de análisis la zona de crecimiento urbano, o sea, el territorio incorporado al suelo urbano con la actualización de perímetro urbano del POT del año 2009, se toman como referencia las tablas de atributos de cada capa “Coberturas_2009_ZN_Ampliacion” con “Coberturas_2018_ZN_Ampliacion”, se exportan a una hoja de cálculo Excel, a partir del cual, se comparan los valores cuantitativos registrados en la variables “área m²” de cada periodo, a partir operar a través de una resta (2018 – 2009) y se evalúan cuales valores presentan índices positivos o negativos y cuál es la cobertura y uso que está representada en dicha área geográfica. (Ver Tabla Nro. 30), en capítulo de anexos.

El objetivo principal es determinar cómo las coberturas de la zona de estudio han sufrido disminución y/o aumento en su variable área, por tanto, se consolida el concepto de análisis multitemporal como la técnica empleada, considerando que este tipo de análisis se basa en la comparación del comportamiento de un variable, representada geográficamente en un mismo espacio en diferentes intervalos de tiempo. Esta investigación contiene las variables “Nivel” y “área m²”, el espacio geográfico de estudio está definido por el suelo urbano del municipio de Armenia – Quindío, según su P.O.T y los intervalos de tiempo son los años 2000, 2009 y 2018.

Las áreas geográficas de especial interés son aquellas que presentan cambios en sus coberturas vegetales por transiciones asociadas a la ejecución de proyectos constructivos o tejido urbano consolidado, destinados al uso residencial o comercial. Igualmente, los territorios donde la variable área ha sufrido disminución en coberturas asociada a zonas forestales o área con pastos limpios, toda vez que, unos de los objetivos principales de esta investigación y la problemática descrita, es determinar el índice porcentual de afectación de coberturas por fenómenos antrópicos.

Figura 16.
 Mapa de Usos y Coberturas Zona de Ampliación 2018 - Proyectos Inmobiliarios

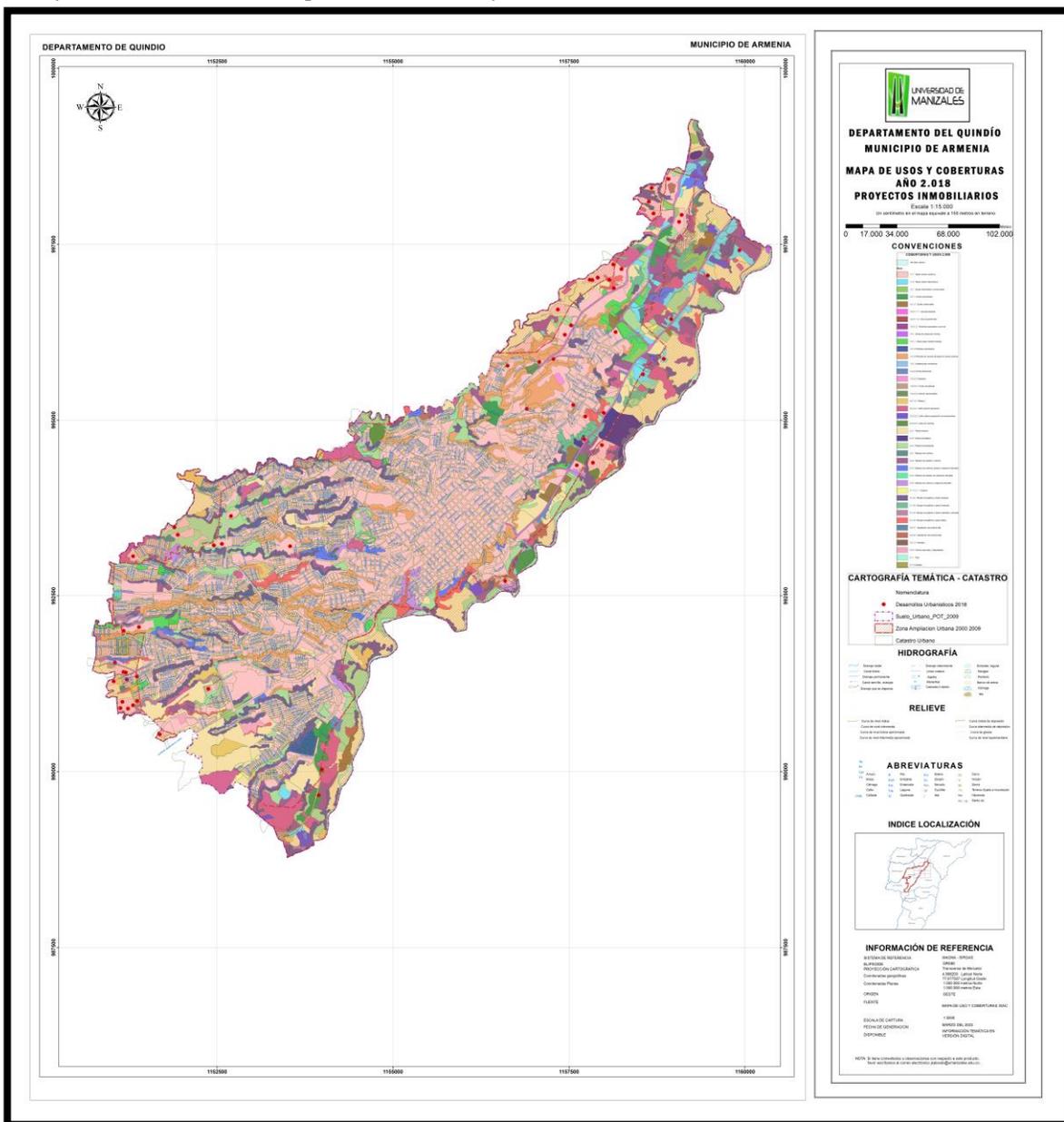


Tabla 15

Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2009 – 2018 – Zona de Ampliación del Perímetro Urbano Vigente

| Municipio de Armenia | | | | Municipio de Armenia | | | | Indicador en M2 2018 - 2009 | % |
|---------------------------------------|---|--------------|---------|---------------------------------------|---|--------------|---------|-----------------------------|----------|
| Temática: Usos y Coberturas | | | | Temática: Usos y Coberturas | | | | | |
| Año: 2009 - Zona de Ampliación Urbana | | | | Año: 2018 - Zona de Ampliación Urbana | | | | | |
| Código | Nivel | Área M2 | % | Código | Nivel | Área M2 | % | | |
| 1.1 | Zona Urbanizadas | 800.111,56 | 9,7847 | 1.1 | Zona Urbanizadas | 1.462.488,78 | 17,8850 | 662.377,21 | 45,2911 |
| 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 315.483,50 | 3,8581 | 1.2 | Zonas Industriales o Comerciales y Redes | 376.016,09 | 4,5983 | 60.532,58 | 16,0984 |
| 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0772 | 1.3 | Zonas de Extracción Minera y Escombrera | 6.312,82 | 0,0772 | 0,00 | 0,0000 |
| 1.4 | Zonas Verdes Artificializadas, No Agrícolas | 175.941,57 | 2,1516 | 1.4 | Zonas Verdes Artificializadas, No Agrícolas | 151.076,84 | 1,8475 | -24.864,73 | -16,4583 |
| 2.1 | Cultivos Anuales y Transitorios | 23.840,10 | 0,2915 | 2.1 | Cultivos Anuales y Transitorios | 0,00 | 0,0000 | -23.840,10 | N.A |
| 2.2 | Cultivos Permanentes | 1.278.613,65 | 15,6363 | 2.2 | Cultivos Permanentes | 936.598,94 | 11,4538 | -342.014,70 | -36,5167 |
| 2.3 | Pastos | 3.380.267,96 | 41,3377 | 2.3 | Pastos | 2.913.202,45 | 35,6259 | -467.065,51 | -16,0327 |
| 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 728.674,25 | 8,9110 | 2.4 | Áreas Agrícolas Heterogéneas | 747.910,53 | 9,1463 | 19.236,29 | 2,5720 |
| 3.1 | Bosques | 1.067.447,00 | 13,0539 | 3.1 | Bosques | 1.182.873,53 | 14,4655 | 115.426,53 | 9,7581 |
| 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 71.155,84 | 0,8702 | 3.2 | Áreas con Vegetación Herbácea y/o Arbustiva | 71.155,82 | 0,8702 | -0,03 | 0,0000 |
| 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 16.806,50 | 0,2055 | 3.3 | Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación | 12.966,33 | 0,1586 | -3.840,17 | -29,6165 |
| 5.1 | Aguas Continentales | 312.546,58 | 3,8222 | 5.1 | Aguas Continentales | 316.599,22 | 3,8717 | 4.052,64 | 1,2801 |
| Totales | | 8.177.201,33 | 100 | Totales | | 8.177.201,35 | 100 | | |

Conforme el producto del análisis geográfico realizado en el área de crecimiento urbano, se observa un índice de crecimiento del 45,29% del nivel CLC “1.1 Zonas Urbanizables”, en un periodo de 9 años, en comparación con las coberturas de interés forestal como lo son los niveles “2.2 Cultivos Permanentes” y “2.3 Pastos” con indicadores de disminución del orden del 36,51 % y 16,03% respectivamente.

Tabla 16.

Índice de crecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 en la zona de ampliación del perímetro urbano vigente

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.018 a 2.009 – m2 | % Porcentaje |
|-----------|---------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.1.1 | Tejido Urbano Continuo | 501.823,04 | 44,24 |
| 1.1.2 | Tejido Urbano Discontinuo | 160.554,17 | 48,89 |
| 1.2.1 | Zonas Industriales | 113.466,65 | 87,71 |
| 1.4.2.3.2 | Fincas Recreativas | 8.197,14 | 21,08 |

Se observa como en un intervalo de tiempo de 9 años en el mismo espacio geográfico, se materializa y consolida una tendencia marcada de las coberturas 1.1.1 “Tejido Urbano Continuo” – 44,24% y 1.1.2 “Tejido Urbano discontinuo” – 48,89%, cada una de ellas aportando un índice crecimiento promedio superior al 45%, en un territorio de 817,7 hectáreas, el cual representa un

25,74% de la zona urbana del municipio de Armenia – Quindío. Es así, donde la tesis planteada toma fuerza, en razón a que, son los territorios artificializados la vocación del suelo urbano en la zona de estudio, tendencia que impacta los suelos con coberturas vegetales.

Tabla 17.

Índice de decrecimiento de coberturas y usos – Periodo 2.009 a 2.018 en la zona de ampliación del perímetro urbano vigente

| Código | Nivel Cobertura | Indicador 2.018 a 2.009 – m2 | % Porcentaje |
|------------------|--|---|---------------------|
| 1.4.1.1 | Otras Zonas Urbanas Verdes Urbanas | 32.894,54 | -155,21 |
| 2.2.1.3.1 | Plátano | 116.637,98 | -83,23 |
| 2.2.2.2.1 | Café a Plena Exposición | 166.637,37 | -25,63 |
| 2.2.2.2.2 | Café a plena Exposición con Semisombra | 30.062,12 | -23,13 |
| 2.2.2.2.3 | Café con Sombra | 725,31 | 4,37 |
| 2.3.1 | Pastos Limpios | 614.016,85 | -33,48 |
| 3.3.3 | Tierras Desnudas y Degradadas | 3.840,18 | -104,61 |

El comportamiento de las coberturas y usos relacionadas en la tabla anterior, muestran como el impacto negativo es marcado en áreas cubiertas por cultivos de vocación agrícola como los son el café en diferentes técnicas de producción y el plátano, sumado a los pastos limpios que aportan la mayor área de disminución en metros cuadrados, conforme el análisis comparativo del periodo estudiado. Adicionalmente, aunque en menores proporciones, para el año 2.018, coberturas como: Tomate, banano, ganadería y piscicultura no se presentan para el año antes citado.

Además, y con base en los resultados obtenidos del análisis del factor de cambio de la variable cualitativa “Coberturas y Usos”, es importante considerar que para el año 2018, no se registran coberturas como: Ganadería, piscicultura, tomate y banano, todos estas con vocación productiva.

Finalmente, se determinan las zonas en conflicto por uso, para lo cual se realiza una comparación de los usos y coberturas del último periodo (2018), información cartográfica contenida en la capa “D_Coberturas_2018”, con los “Suelos_Proteccion_Urbana”, determinados en el Plan de Ordenamiento Territorial – POT de la ciudad de Armenia, aprobado por el acuerdo

019 de 2009. Este análisis comparativo de dos capas temáticas, cuya fuente son diferentes, la primera genera por un proceso de captura por pantalla (Digitalización), aplicando la técnica de fotointerpretación, descrita en un apartado anterior, a partir de una ortofotomapa de alta resolución espacial (Tamaño de píxel - 15 centímetros) y estructurada conforme la metodología de Corine Land Cover, la segunda capa temática es tomada de la cartografía oficial que soporta el ordenamiento territorial de Armenia.

En primera instancia se ejecuta el geoproceto de intersección “Intersect”, entre la capas antes descritas y obtenidas de fuentes primarias (Generadas en la etapa de ejecución del proyecto) y una fuente secundaria (Fuentes oficial del POT), el cual entrega como resultado una capa de información geográfica, en la cual se validan la presencia de coberturas y usos de origen no forestal o vegetal, tales como: 1.1.1 Tejido urbano continuo, 1.1.2 Tejido urbano discontinuo, 1.2.1 Zonas industriales o comerciales, 1.2.1.1 Zonas industriales, 1.2.1.2 Zonas comerciales, 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada, 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar, 1.3.1 Zonas de extracción minera, 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas, 1.4.1.2 Parques cementerio, 1.4.2.2 Áreas deportivas, 1.4.2.2.3 Estadios, 1.4.2.3.2 Fincas recreativas, 1.4.2.3.3 Centros vacacionales, 2.2.1.3.1 Plátano, 2.2.2.2.1 Café a plena exposición, 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra, 2.2.2.2.3 Café con sombra, esto quiere decir que, zonas definidas como de protección urbana en las cuales haya presencia de esta tipología de coberturas y uso, son áreas consideraras en conflicto, considerando que hacen referencia a actividades diferentes a protección y conservación. (Ver Tabla Nro. 17)

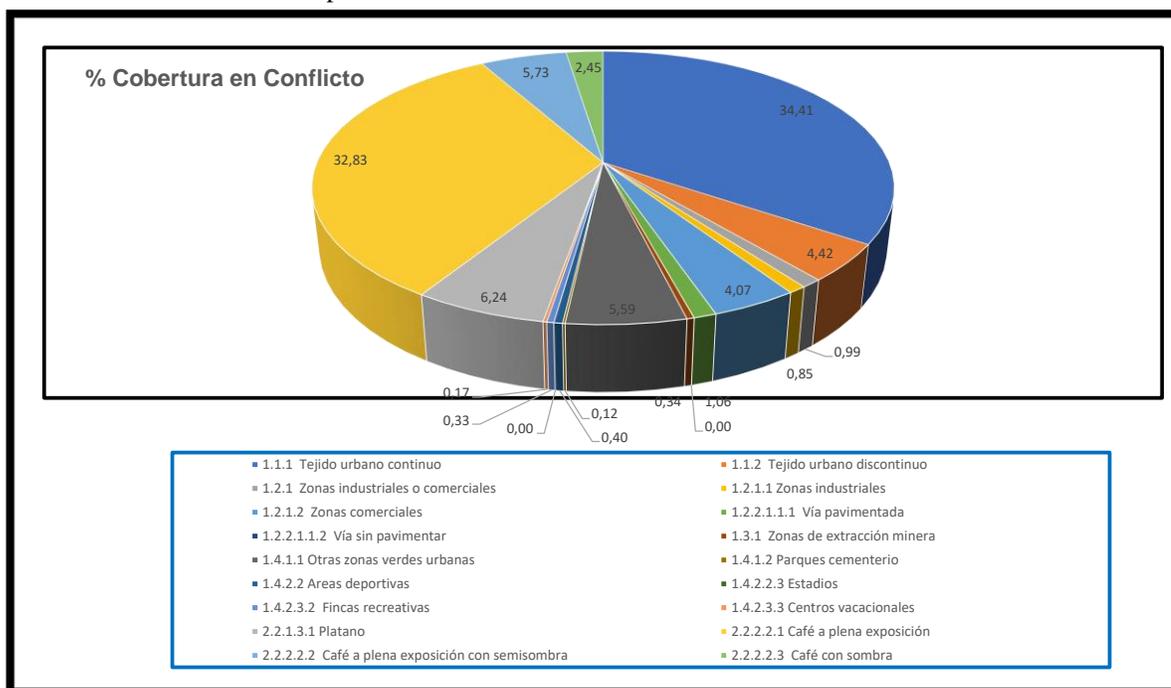
Continuando con el proceso de análisis y gestión de los datos geográficos, su respectivo análisis geoespacial, conforme los criterios planteados, es así que, se realiza una comparación geográfica basada en la intersección de capas, con base en la cartografía temática de suelos de

protección urbana determinados en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente (Acuerdo 019 de 2009) y las coberturas y usos correspondientes al año 2018, se determinan los suelos en conflicto por uso, proceso en el cual se obtiene la cuantificación de las áreas urbanas en conflicto.

Tabla 18.
Coberturas y Usos en conflicto por uso

| Coberturas en Suelos de Protección Urbana | | | |
|--|---|-----------------------|-------|
| Nivel | Suelo Protección POT | Area M2 | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | Suelo de Protección Urbana POT - Acuerdo 019 de 2009 | 604.287,6584 | 34,41 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | | 77.596,4450 | 4,42 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | | 17.325,7161 | 0,99 |
| 1.2.1.1 Zonas industriales | | 14.893,2210 | 0,85 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | | 71.523,9217 | 4,07 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | | 18.670,7640 | 1,06 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | | 58,2089 | 0,00 |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera | | 5.972,3866 | 0,34 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | | 98.089,5606 | 5,59 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | | 2.056,6666 | 0,12 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | | 7.054,2643 | 0,40 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | | 40,8733 | 0,00 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | | 5.754,3449 | 0,33 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | | 3.030,1186 | 0,17 |
| 2.2.1.3.1 Platano | | 109.535,3258 | 6,24 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | | 576.642,2857 | 32,83 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | | 100.664,2997 | 5,73 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | | 43.058,8959 | 2,45 |
| Area Total en Conflicto por Uso | | 1.756.254,9572 | |

Figura 17.
Índice porcentual de zonas en conflicto por uso



Conforme los resultados descritos en la tabla Nro. 18 y figura Nro. 17, es posible evidenciar que las coberturas y usos con mayor índice porcentual en conflicto por uso es el nivel 1.1.1 Tejido Urbano Continuo con un 34,41%, cobertura que se destaca por ser territorios artificializados y desarrollados a partir de infraestructuras con uso residencial.

Por último, en concordancia con el análisis del fenómeno objeto de estudio que es el crecimiento urbano generado por la modificación de perímetro urbano en el año 2009, a través del acuerdo municipal que a la fecha se encuentra en vigencia, se cuantificaron los desarrollos urbanísticos presentes para el último periodo analizado (2018).

Figura 18.
Mapa de Conflictos por Uso

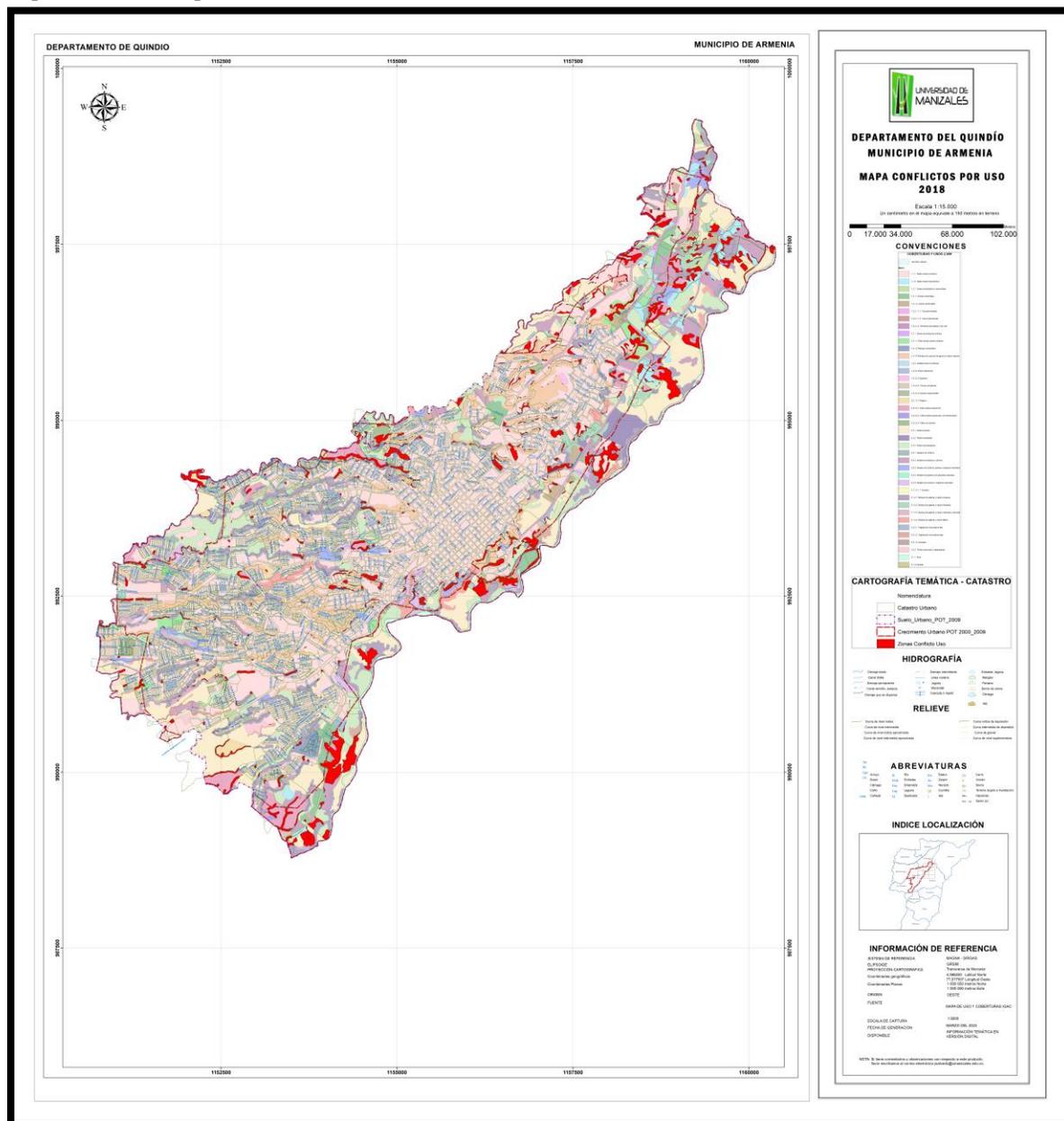


Figura 19.
Conflictos por Usos - Zona Norte de Armenia

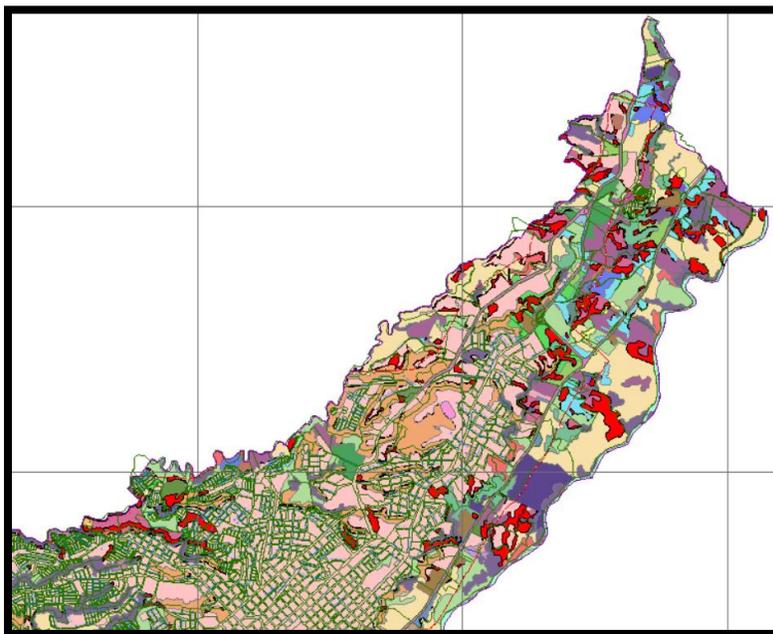


Figura 20.
Conflicto por Usos - Zona Sur-Oriental Armenia

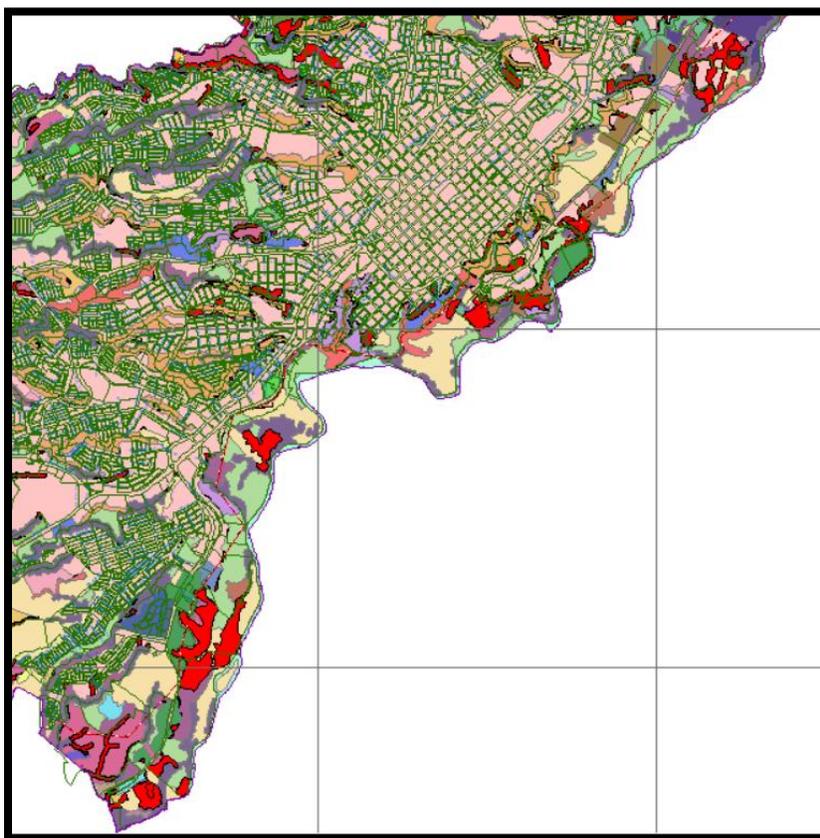


Figura 21.
Conflictos por Uso - Zona Sur de Armenia

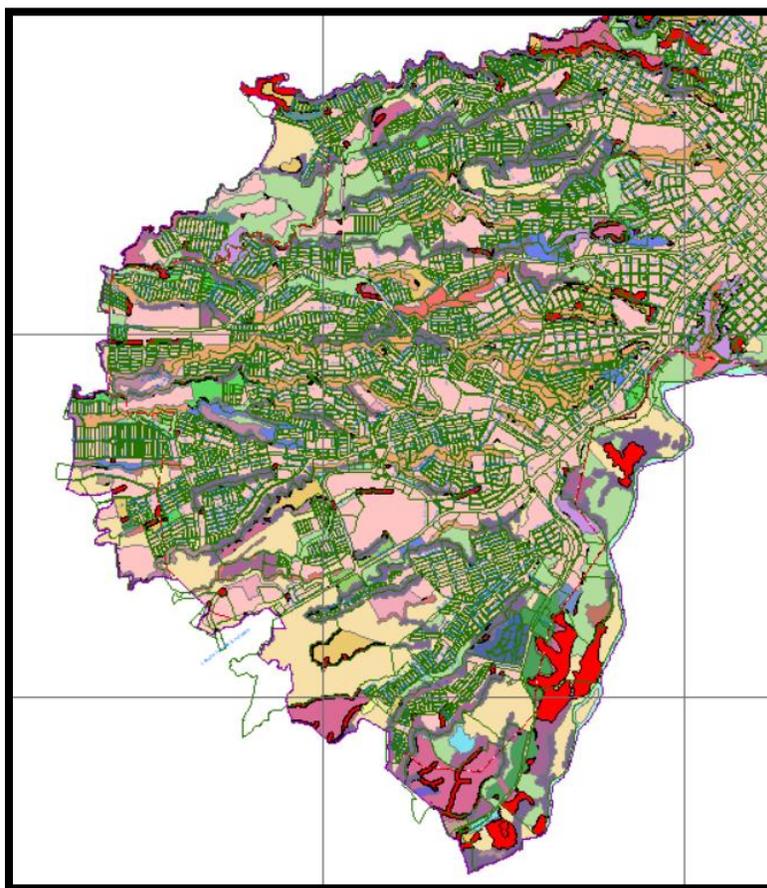


Tabla 19.
Unidades de Vivienda en Condominios

| Proyectos Urbanísticos 2018 - Condominios | | |
|--|--------------------------------------|----------------------------|
| Orden | Nombre Proyecto | Cantidad Unidades Privadas |
| 1 | C.R. LA PRIMAVERA | 90 |
| 2 | C.R. LOS GERANIOS | 96 |
| 4 | PARQUE RESIDENCIAL LOS CEDROS | 287 |
| 5 | PARQUE RESIDENCIAL PORTAL DE ALAMEDA | 351 |
| 17 | C.R. PALMARES DE ALAMEDA | 103 |
| 34 | CONDOMINIO CAMPESTRE LA RESERVA | 30 |
| 53 | C.R. LA RESERVA DE LA SABANA | 136 |
| 60 | C.R. SANTA BARBARA | 45 |
| 64 | C.R. SAN JUAN | 30 |
| 67 | C.R. LA RESERVA CASAS | 30 |
| 88 | ENTRE VERDES | 280 |
| 94 | CASAS CAMPESTRES | 45 |
| Total Unidades Privadas Residenciales | | 1.523 |

La tabla Nro. 17, relaciona los proyectos inmobiliarios con usos residenciales presentes en el periodo estudiado, los cuales han generado impacto en las coberturas y usos del periodo 2009 a 2018, soportado en el análisis cartográfico, considerando el impacto generado en las zonas donde la tendencia dichos proyectos, los cuales suman un total de 1.523 unidades nuevas.

Tabla 20.
Unidades de Vivienda en Propiedad Horizontal

| Proyectos Urbanísticos 2018 - Propiedad Horizontal | |
|--|----------------------------|
| Nombre Proyecto | Cantidad Unidades Privadas |
| PARQUE RESIDENCIA ORO NEGRO AMANECER | 179 |
| PARQUE RESIDENCIAL LOS OCOBOS | 286 |
| C.R. MIRADOR DE LOS OCOBOS | 140 |
| C.R. TORRE VERDE | 403 |
| ED AQUAZUL | 83 |
| C.R. PAPIRO | 93 |
| ED CANA | 258 |
| C.R. TORRE EPIC | 178 |
| C.R. HOREB | 402 |
| C.R. SANTA SOFIA | 208 |
| C.R. PARQUES DE BOLIVAR | 1240 |
| C.R. BRISAS DEL BOSQUE | 320 |
| C.R. BRISAS DEL CAMPO | 220 |
| C.R. CAMINO DEL PUERTO | 244 |
| PARQUE RESIDENCIAS CAMINOS DEL BOSQUE | 268 |
| C.R. TORRE ORENSE | 313 |
| C.R. BELMONTE | 236 |
| C.R. SERRANIAS DEL PARQUE | 113 |
| C.R. ZONATA | 108 |
| C.R. INTER PLAZA | 940 |
| C.R. ALTOS DE LOS OCOBOS | 140 |
| C.R. HEBRON | 149 |
| ED RESERVA DE COCORA | 115 |
| C.R. ALTO DE AGUA BONITA | 212 |
| VERDU | 150 |
| RIBADEO | 288 |
| C.R. SAN JUAN DE LA LOMA | 190 |
| C.R. TERRA | 137 |
| AIRES DEL BOSQUE | 332 |
| C.R. EL CORTIJO IMPERIAL | 334 |
| ASENTAMIENTO INFORMAL PATIO BONITO | 100 |
| C.R. EL CIELO | 531 |
| CIUDADELA CHILACOA ETAPA IB | 604 |
| C.R. OVIEDO | 736 |
| C.R. EL CAMINO DE COCORA | 373 |
| C.R. KALUA | 90 |
| BAHIA BLANCA | 89 |
| CHILACOA ETAPA I | 144 |
| LA CORUÑA | 223 |
| C.C. INTER PLAZA | 34 |
| PARQUE RESIDENCIAL ORO NEGRO | 551 |
| Total Unidades Privadas Residenciales | 11.754 |

En la tabla Nro. 20, se relacionan los proyectos constructivos con usos de vivienda en altura (Apartamentos) presentes en el periodo estudiado, los cuales han impactado las coberturas y usos del periodo 2009 a 2018, soportado en el análisis cartográfico, considerando el impacto generado en las zonas donde la tendencia dichos proyectos, los cuales suman un total de 11.754 inmuebles nuevos.

Tabla 21.
Unidades de Vivienda en Barrios y Asentamientos Informales

| Proyectos Urbanísticos 2018 - Barrios y Asentamientos Informales | |
|---|-----------------------------------|
| Nombre Proyecto | Cantidad Unidades Privadas |
| CIUADAELA COMFENALCO | 500 |
| CIUADAELA EL POBLADO | 200 |
| ASENTAMIENTO INFORMAL | 100 |
| Total Unidades Privadas Residenciales | 800 |

Tabla 22.
Zonas Industriales

| Proyectos Urbanísticos 2018 - Zonas Industriales | |
|---|-----------------------------------|
| Nombre Proyecto | Cantidad Unidades Privadas |
| ZONA INDUSTRIAL | 1 |
| CENTRO EMPRESARIAL CEMCO | 1 |

Las tablas Nros. 21 y 22 con tendencias menores, detallan las dos (2) tipologías constructivas una de ellas asociada la vocación residencial desarrollada en contextos de tipo barrial, zonas que se caracterizan por procesos de desarrollo denominados con loteos con aprovechamiento de los espacios disponibles conforme las normativas constructivas básicas a diferencia de los asentamientos informales que, si bien su uso es residencial no están ejecutados con normas urbanísticas y habitualmente carecen de infraestructuras de servicios públicos domiciliarios básicos, razón por la cual, genera impactos de orden ambiental a raíz de los métodos usados para el disposición final de sus vertimientos.

Por último, en el intervalo de tiempo estudiado se evidencia la aparición de las zonas industrializadas en áreas cuyas coberturas para el año 2009 eran de origen vegetal y para el 2018 son territorios con infraestructuras de gran impacto usadas para la transformación de materia prima.

Tabla 23.
Tipología de Productos de Investigación

| Productos | Subtipo de producto |
|---|--|
| Productos resultantes de actividad de generación de nuevo conocimiento | Artículos científicos, Cartografía temática. Participación ciudadana en el desarrollo de políticas orientadas a la planificación y ordenamiento del territorio. Bases de conocimiento para la administración municipal de Armenia, a través de su oficina de planeación. |
| Productos resultados de actividades de apropiación social del conocimiento | Bases de conocimiento a la Corporación Autónoma Regional del Quindío, para la implementación de políticas y programas de conservación de los suelos del municipio de Armenia. |
| Productos de formación del recurso humano para la CTeI | Tesis de grado de Maestría |

Fuente: (COLCIENCIAS, 2015)

9.1. Impactos Esperados

Los impactos esperados con los resultados obtenidos en la investigación se clasifican, conforme se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24.
Impactos esperados del proyecto

| Impacto esperado | Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más) | Indicador verificable | Supuestos ¹ |
|------------------|--|--|---|
| Social | Corto | Convocatoria a mesas técnicas a los consejeros de ordenamiento territorial, autoridad ambiental del departamento (CRQ), gremio de la construcción comunidad en general, para socializar los resultados del proceso de investigación. | Interés de las partes interesadas en los procesos de planificación y ordenamiento del territorio. |
| Académico | Corto | Participar en eventos programados por instituciones de educación superior con programas de pregrado con líneas de | Generación y apropiación del conocimiento en el uso de herramientas SIG por |

¹ Los supuestos indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones, necesarios para que se logre el impacto esperado.

| | | | |
|------------------|---------|--|---|
| | | investigación o profundización en geomática y gestión territorial. | parte de los profesionales en formación en estas áreas. |
| Económico | Mediano | Implementación parcial o total de resultados generados con la investigación en la revisión y ajustes del Plan de Ordenamiento Territorial. | Generación y apropiación del conocimiento en el uso de herramientas SIG por parte de los profesionales en formación en estas áreas. |

10. Discusión de los Resultados

En los hallazgos encontrados producto de la investigación, se detalla que, para el primer intervalo de tiempo estudiado, años 2.000 a 2.009, considerando como zona de estudio el perímetro urbano establecido a través del acuerdo municipal Nro. 001 de 1.999, el cual determinó como suelos un urbano un total de 2.365,27 hectáreas. En dicho periodo, el 1.1.1 Tejido Urbano Continuo (Nivel - Leyenda CLC), presenta un crecimiento al parecer no significativo porcentualmente, aunque indicativamente en metros cuadrados de 180.643,5 m² – 1,342%, igualmente ocurre con el 1.2.1 Tejido Urbano Discontinuo (Nivel – Leyenda CLC), que presenta indicador positivo en 17.668, 8 m² – 17,18, en comparación con las coberturas de tipo vegetal o forestal muestran indicadores negativos, tales como: 2.3.2 Pastos Arbolados (-79,02%), 3.1.4.3 Bosques de Galería Ripario y Herbazal y Arbustal (-37,44%) y 3.1.4.2 Bosques de Galería y Ripario Arbolado (-33,86%), finalmente, 2.3.1 Pastos Limpios, con un área geográfica negativa de (-139.801,93 m²). Por lo anterior, se evidencian aumentos significativos en una relación directamente proporcional de la tendencia de crecimiento de coberturas y usos con vocación residencial, probablemente orientadas a satisfacer necesidades de vivienda posteriores a un fenómeno natural como lo fue el terremoto del 25 de enero de 1999, presentado en la región, en el cual el municipio de Armenia – Quindío, presento una mayor afectación.

Con base en el estudio geográfico multitemporal realizado, fue posible establecer el comportamiento de la variables cuantitativas “Área” y cualitativas “Nivel” de los insumos cartográficos generados en el marco de la investigación, es por esto que, con base en la condición de crecimiento del perímetro urbano sufrida por el municipio de Armenia en el año 2.009, con ocasión de la modificación de su perímetro urbano, se obtuvieron datos estadísticos que soportan

el hecho, que dicha modificación generó un fenómeno antrópico de intervención de la zonas de interés forestal en el periodo comprendido entre los años 2009 a 2018, en donde los territorios agrícolas presentan una disminución del -81,32% representado en -229.337,06 m² y los cultivos permanentes con -258.946,06 m² y los pastos limpios -846.637,48 m², (Ver Tabla Nro. 16) situación que denota un proceso de cambio en el paisaje de la ciudad, especialmente en territorios de interés forestal y en un transición hacia la artificialización a través de la construcción de infraestructuras de vocación residencial, comercial e industrial, conforme lo muestran cifras en aumento del 6,6044% - 996.663,57 m² en coberturas de tejido urbano continuo y un 46, 26% en tejido urbano discontinuo.

Otro aspecto a considerar en este apartado, está orientado a convalidar los resultados obtenido en comparación con los expresado en la investigación realizada por, Nieto C., O. A., Jiménez N., L. F., & Nieto R., M. (2015), titulado “Variación De Coberturas Forestales Y Ocupación Del Territorio En El Municipio De Armenia 1939-1999”, en la cual sus objetivos, están orientados a determinar el comportamiento de variables semejantes en espacios de tiempo diferentes, pero último periodo analizado y la zona de estudio determinada, coincide con la presente investigación, aunque desde el punto de vista metodológico en lo que se refiere a las técnicas de recolección de información, la investigación antes citada utilizó recursos de información geográfica y tecnologías geoespaciales de menor precisión, considerando que en esta uso aerofotografías para cuantificar sus resultados, de las cuales no conocen especificaciones técnicas indicativas, sumado a que generalizan las características de la zona en “Zonas Pobladas” únicamente y no corresponden a una metodología de clasificación específica, es así que, es posible determinar que la precisión de los resultados obtenidos en estudios

asociados al territorio, están directamente relacionados a las técnicas, insumos, tecnologías geoespaciales y metodologías empleadas.

En el enfoque de la planificación territorial y con base en los resultados derivados del análisis de los conflictos por uso en territorio estudiado, es importante resaltar que, se evidenció la presencia de 176,65 hectáreas en conflicto en comparación con las coberturas y usos del año 2018, lo que indica la necesidad de realizar verificaciones permanentes o implementar medidas normativas y de control en el municipio de Armenia – Quindío, toda vez que, el desarrollo urbanístico, comercial e industrial están en contra de las normativas vigentes o necesariamente realizar ajustes al componente cartográfico disponible en la oficina de planeación municipal con base en el cual se toman diversas decisiones de origen normativo.

11. Trabajos futuros

Considerando el enfoque y los resultados alcanzados en esta investigación es posible considerar diseñar un modelo de bases de datos espacial a partir del estándares de información geográfica ISO 19110 -2016 “Metodología para la Catalogación de Objetos Geográficos (ISO, 2016) que soporte la gestión y producción de información geográfica de la temática de ordenamiento territorial basado en herramientas de sistemas de información geográfica – SIG, dicho modelo genera capacidades a las entidades encargadas de la planificación territorial municipal, en la toma de decisiones con mayores indicadores de precisión y calidad.

Diseñar una propuesta técnica para la implementación de un modelo de gestión de información geográfica, que permita implementación de estándares de calidad de información geográfica, gestionado a partir de una infraestructura de datos espaciales que garantice la disponibilidad, acceso y uso de datos cartográficos de diversas temáticas geográficas a usuarios internos y externos, la cual una adecuada apropiación social del conocimiento.

Implementación de políticas, metodologías, proyecto y programas para la adecuada administración de recursos forestales, servicios ecosistémicos y demás recursos naturales urbanos, que permitan realizar un adecuado ordenamiento territorial, bajo criterios de sostenibilidad y equilibrio ambiental, conforme lo establecido en la Ley 388 de 1997 y demás directrices normativas en esta materia.

Diseñar e implementar una metodología, que adopte el modelo especializado para el perfil colombiano de la norma internacional definida como Modelo para el Ámbito de la Administración del Territorio (Land Administration Domain Model – LADM) - ISO 19152 de

2012, (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2023) en las actualizaciones catastrales con enfoque multipropósito.

Desarrollar una herramienta de monitoreo, que permita garantizar el control y seguimiento de licencias de urbanismo y construcción, desde su otorgamiento, ejecución y finalización del proyecto, cuyo objetivo fundamental sea el cumplimiento de las normas urbanas de ocupación.

12. Conclusiones

Conforme los objetivos planteados, es posible evidenciar que el crecimiento urbano generado con la ampliación del perímetro urbano del municipio de Armenia – Quindío, soportado en el acuerdo municipal Nro. 019 del año 2009, generó impacto en la coberturas y usos, con una tendencia marcada en la crecimiento del nivel codificado como 1.1.1 Tejido Urbano Continuo, con un crecimiento del 6,6044% - 996.663,57 m² y 1.2.1 Tejido Urbano Discontinuo 46, 26% - 233.475,15 m², lo cual se materializa como una intervención antrópica sobre los territorios de origen vegetal y forestal del área de estudio que presentan un transición hacia los territorios artificializados a partir del desarrollo de infraestructuras con vocación residencial, comercial e industrial.

En conclusión el estudio realizado coincide, en que los territorios o áreas de crecimiento propiciados por la actualización del perímetro urbano en el año 2009, soportado en el acuerdo municipal Nro. 019 de esa misma vigencia, el cual ascienden a un 25,74%, zona que se caracteriza por la ejecución de proyectos inmobiliarios en altura (Propiedad horizontal) que para el año 2018 suman 6.925 unidades inmobiliarias, cuyo objetivo es generar un mayor aprovechamiento de dichas zonas, y 883 unidades inmobiliarias en condominio, situación que redundará en un mayor impacto sobre los territorios de protección, conservación y aprovechamiento forestal.

Dentro del análisis cartográfico realizado en la zona de estudio, definida como el área urbana del municipio de Armenia – Quindío, se ha podido establecer que, se presentan conflictos por uso de uso de suelo con una cobertura de 176,65 hectáreas, toda vez que, se evidencia la presencia de coberturas y usos de origen residencial, cultivos y zonas industriales en espacios

geográficos determinados según el Plan de Ordenamiento Territorial como “Suelos de Protección Urbano”. Estos datos infieren faltan de control a los proyectos constructivos o una probable falta de precisión en los recursos cartográficos de información con base en los cuales se otorgan licencias de urbanismo y construcción.

De este modo fue posible establecer que, en el periodo 2.000 a 2.009, tomando con base el área urbana determinada en el acuerdo Nro. 001 del año 1.999 de 2.365,27 hectáreas, de la cuales 1.1.1 Tejido Urbano Continuo (Nivel - Leyenda CLC), presentó incremento de 180.643,5 m² – 1,342%, y 1.2.1 Tejido Urbano Discontinuo (Nivel – Leyenda CLC), de 17.668,8 m² – 17,18, en comparación con las coberturas de tipo vegetal o forestal muestran indicadores negativos, en los 2.3.2 Pastos Arbolados (-79,02%), 3.1.4.3 Bosques de Galería Ripario y Herbazal y Arbustal (-37,44%) y 3.1.4.2 Bosques de Galería y Ripario Arbolado (-33,86%), finalmente, 2.3.1 Pastos Limpios, con un área geográfica negativa de (-139.801,93 m²). Según los datos antes citados, determinan un impacto en el paisaje biofísico de la ciudad, generado probablemente por la necesidad de subsanar requerimientos de vivienda a raíz del terremoto del año 1999.

La implementación de técnicas, tecnologías geoespaciales y metodologías orientadas al estudio del territorio, en el cual se conjugan las dinámicas físicas, ambientales, económicas, culturales y sociales, permiten el entendimiento de las condiciones de este y así desarrollar estrategias, programas y modelos usados en la planificación y ordenamiento territorial.

13. Recomendaciones

Implementar políticas institucionales y de cooperación entre entidades públicas del orden nacional, departamental y local orientadas a suscribir convenios interadministrativos, cuyo objeto sea la actualización de cartografía básica y temática, que permita a los entes locales disponer de información actualizada en la toma de decisiones territoriales.

Fomentar en las entidades de orden departamental y municipal, el uso de herramientas geomáticas y tecnologías geoespaciales en la gestión, procesamiento y análisis de la información geográfica del ordenamiento territorial y la construcción de sistemas de soporte a decisiones.

Realizar control y seguimiento permanente a las licencias de urbanismo y construcción, otorgadas para el desarrollo de proyectos urbanísticos, con el fin de garantizar que estas se ejecuten conforme a la solicitud inicial.

El trabajo coordinado de la autoridad ambiental con jurisdicción en el departamento, Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ, con las oficinas de planeación municipal, orientado al diseño e implementación de controles que minimicen la ocurrencia de infracciones ambientales por parte de las constructoras.

14. Anexos

14.1. A. Anexo: Mapas Temáticos

Los mapas temáticos anexos a esta investigación se componen de:

Una (1) Base de datos geográfica en formatos (File_Geodatabase), la cual se encuentra estructurada conforme las necesidades del proyecto y donde se encuentran almacenados los datos vectoriales. Se entrega en formato digital.

Tres (3) mapas temáticos de coberturas y uso de la tierra de la zona urbana del municipio de Armenia - Quindío, correspondientes a los años 2.000, 2.009 y 2.018 a escala 1:15.000, en los cuales se realiza el análisis multitemporal de la variación de estas en los citados periodos. Se entrega en formato digital

Uno (1) mapa temático de conflictos por uso del municipio de Armenia – Quindío a escala 1:15.000, correspondiente al año 2.018. Se entrega en formato digital

14.2. B. Anexos: Tablas y gráficos estadísticos

Tabla 25. Distribución por áreas de y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas del área de estudio para el año 2000

| Coberturas Armenia Año 2000 | | |
|---|------------------------|--------------|
| Nivel | Area | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 13.282.777,9041 | 56,1575 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 85.608,4125 | 0,3619 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 28.025,0509 | 0,1185 |
| 1.2.1.1 Zonas industriales | 143.673,7096 | 0,6074 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 85.518,2487 | 0,3616 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 250.507,6657 | 1,0591 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía a sin pavimentar | 195,2875 | 0,0008 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 14.089,4925 | 0,0596 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 374.044,1173 | 1,5814 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,3546 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 1.987.974,4947 | 8,4049 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0362 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | 23.720,5254 | 0,1003 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0628 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 23.067,1784 | 0,0975 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0752 |
| 2.2.1.3.1 Platano | 323.797,2190 | 1,3690 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 164.976,9057 | 0,6975 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 547.721,9037 | 2,3157 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 10.555,6846 | 0,0446 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 104.159,5283 | 0,4404 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 1.648.509,1607 | 6,9696 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 66.685,0941 | 0,2819 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.304.842,2132 | 5,5167 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 13.358,8693 | 0,0565 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 389.026,4202 | 1,6447 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 213.035,5024 | 0,9007 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 148.816,2218 | 0,6292 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 11.967,2569 | 0,0506 |
| 3.1.4.1 Bosque de galeria y ripario Guadua | 1.356.836,8088 | 5,7365 |
| 3.1.4.2 Bosque de galeria y ripario Arbolado | 216.981,4968 | 0,9174 |
| 3.1.4.3 Bosque de galeria y ripario Herbazal y arbustal | 165.700,7670 | 0,7006 |
| 3.1.4.4 Bosque de galeria y ripario Mixta | 326.617,3620 | 1,3809 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 52.791,1537 | 0,2232 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 161.601,5655 | 0,6832 |
| 5.1.1 Ríos | 443,5667 | 0,0019 |
| Totales | 23.652.703,2056 | 100,0 |

Figura 22.
Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2000, conforme la metodología Corine Land Cover

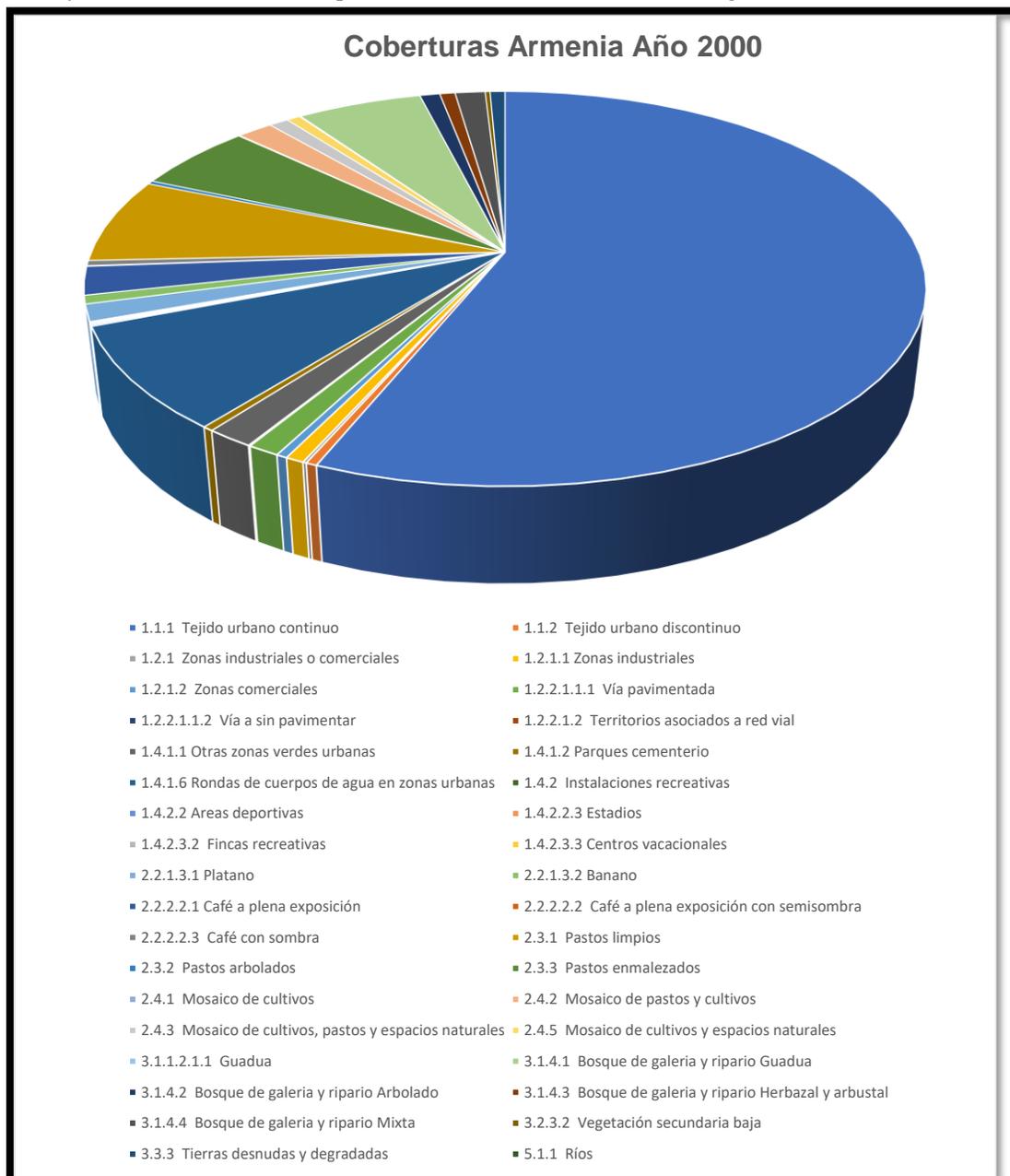


Tabla 25.

Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2009, conforme perímetro del año 1999

| Coberturas Armenia 2.009 Perimetro Urbano 1.999 | | |
|---|------------------------|--------------|
| Nivel | Area M2 | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 13.463.421,3898 | 56,9214 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 103.277,2829 | 0,4366 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 56.501,4159 | 0,2389 |
| 1.2.1.1 zonas industriales | 140.286,5202 | 0,5931 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 85.518,2487 | 0,3616 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 229.149,7037 | 0,9688 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía a sin pavimentar | 195,2875 | 0,0008 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 14.089,4925 | 0,0596 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 431.821,8084 | 1,8257 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,3546 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 1.987.987,5209 | 8,4049 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0362 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | 39.172,3408 | 0,1656 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0628 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 22.616,8100 | 0,0956 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0752 |
| 2.2.1.3.1 Platano | 254.577,1351 | 1,0763 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 181.429,1516 | 0,7671 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 575.724,3291 | 2,4341 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 10.555,6846 | 0,0446 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 104.159,5283 | 0,4404 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 1.508.707,2272 | 6,3786 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 37.250,1217 | 0,1575 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.369.719,4272 | 5,7910 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 13.358,8693 | 0,0565 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 387.080,4182 | 1,6365 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 228.032,8472 | 0,9641 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 172.520,2450 | 0,7294 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 11.967,2569 | 0,0506 |
| 3.1.4.1 Bosque de galeria y ripario Guadua | 1.367.658,0118 | 5,7823 |
| 3.1.4.2 Bosque de galeria y ripario Arbolado | 162.095,2502 | 0,6853 |
| 3.1.4.3 Bosque de galeria y ripario Herbazal y arbustal | 120.558,8843 | 0,5097 |
| 3.1.4.4 Bosque de galeria y ripario Mixta | 329.028,9365 | 1,3911 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 47.607,8669 | 0,2013 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 71.055,1569 | 0,3004 |
| 5.1.1 Ríos | 443,5667 | 0,0019 |
| | 23.652.644,1542 | 100,0 |

Figura 23.

Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2009 – Perímetro 1999, conforme la metodología Corine Land Cover

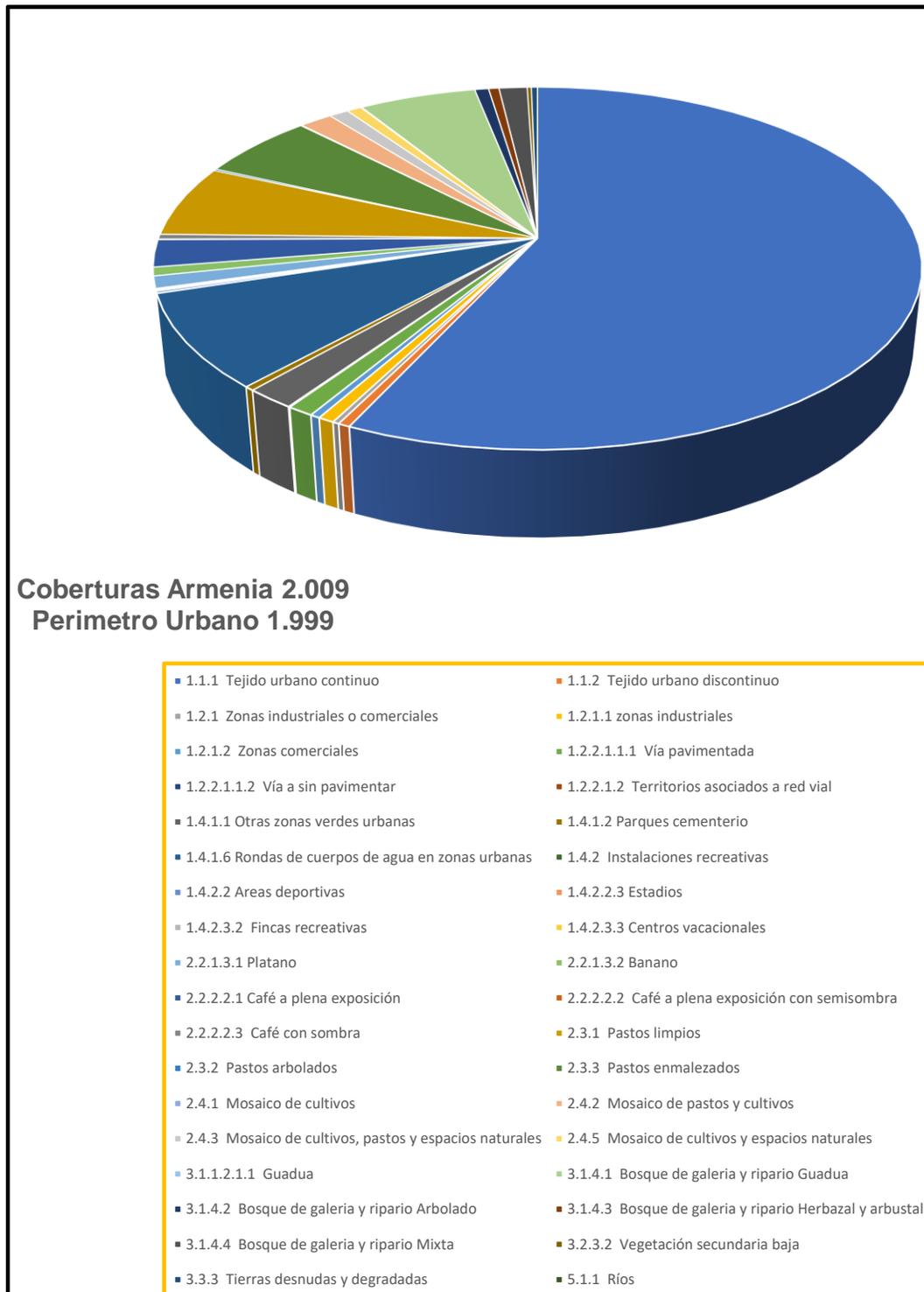


Tabla 26.

Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2000 – 2009 – Perímetro Urbano POT 1999

| Coberturas 2000 - Perímetro 1999 | | | Coberturas 2009 - Perímetro 1999 | | | Indicador M2 (2009-2000) | |
|---|------------------------|--------------|---|------------------------|--------------|--------------------------|----------|
| Nivel | Area | % | Nivel | Area M2 | % | | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 13.282.777,9041 | 56,1575 | 1.1.1 Tejido urbano continuo | 13.463.421,3898 | 56,9214 | 180.643,49 | 1,342 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 85.608,4125 | 0,3619 | 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 103.277,2829 | 0,4366 | 17.668,87 | 17,108 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 28.025,0509 | 0,1185 | 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 56.501,4159 | 0,2389 | 28.476,37 | 50,399 |
| 1.2.1.1 Zonas industriales | 143.673,7096 | 0,6074 | 1.2.1.1 Zonas industriales | 140.286,5202 | 0,5931 | -3.387,19 | -2,414 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 85.518,2487 | 0,3616 | 1.2.1.2 Zonas comerciales | 85.518,2487 | 0,3616 | 0,00 | 0,000 |
| 1.2.2.1.1 Vía pavimentada | 250.507,6657 | 1,0591 | 1.2.2.1.1 Vía pavimentada | 229.149,7037 | 0,9688 | -21.357,96 | -9,321 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía a sin pavimentar | 195,2875 | 0,0008 | 1.2.2.1.1.2 Vía a sin pavimentar | 195,2875 | 0,0008 | 0,00 | 0,000 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 14.089,4925 | 0,0596 | 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 14.089,4925 | 0,0596 | 0,00 | 0,000 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 374.044,1173 | 1,5814 | 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 431.821,8084 | 1,8257 | 57.777,69 | 13,380 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,3546 | 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,3546 | 0,00 | 0,000 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 1.987.974,4947 | 8,4049 | 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 1.987.987,5209 | 8,4049 | 13,03 | 0,001 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0362 | 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0362 | 0,00 | 0,000 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | 23.720,5254 | 0,1003 | 1.4.2.2 Areas deportivas | 39.172,3408 | 0,1656 | 15.451,82 | 39,446 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0628 | 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0628 | 0,00 | 0,000 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 23.067,1784 | 0,0975 | 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 22.616,8100 | 0,0956 | -450,37 | -1,991 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0752 | 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0752 | 0,00 | 0,000 |
| 2.2.1.3.1 Platano | 323.797,2190 | 1,3690 | 2.2.1.3.1 Platano | 254.577,1351 | 1,0763 | -69.220,08 | -27,190 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 164.976,9057 | 0,6975 | 2.2.1.3.2 Banano | 181.429,1516 | 0,7671 | 16.452,25 | 9,068 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 547.721,9037 | 2,3157 | 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 575.724,3291 | 2,4341 | 28.002,43 | 4,864 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 10.555,6846 | 0,0446 | 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 10.555,6846 | 0,0446 | 0,00 | 0,000 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 104.159,5283 | 0,4404 | 2.2.2.2.3 Café con sombra | 104.159,5283 | 0,4404 | 0,00 | 0,000 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 1.648.509,1607 | 6,9696 | 2.3.1 Pastos limpios | 1.508.707,2272 | 6,3786 | -139.801,93 | -9,266 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 66.685,0941 | 0,2819 | 2.3.2 Pastos arbolados | 37.250,1217 | 0,1575 | -29.434,97 | -79,020 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.304.842,2132 | 5,5167 | 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.369.719,4272 | 5,7910 | 64.877,21 | 4,737 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 13.358,8693 | 0,0565 | 2.4.1 Mosaico de cultivos | 13.358,8693 | 0,0565 | 0,00 | 0,000 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 389.026,4202 | 1,6447 | 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 387.080,4182 | 1,6365 | -1.946,00 | -0,503 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 213.035,5024 | 0,9007 | 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 228.032,8472 | 0,9641 | 14.997,34 | 6,577 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 148.816,2218 | 0,6292 | 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 172.520,2450 | 0,7294 | 23.704,02 | 13,740 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 11.967,2569 | 0,0506 | 3.1.1.2.1.1 Guadua | 11.967,2569 | 0,0506 | 0,00 | 0,000 |
| 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 1.356.836,8088 | 5,7365 | 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 1.367.658,0118 | 5,7823 | 10.821,20 | 0,791 |
| 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 216.981,4968 | 0,9174 | 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 162.095,2502 | 0,6853 | -54.886,25 | -33,860 |
| 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 165.700,7670 | 0,7006 | 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 120.558,8843 | 0,5097 | -45.141,88 | -37,444 |
| 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 326.617,3620 | 1,3809 | 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 329.028,9365 | 1,3911 | 2.411,57 | 0,733 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 52.791,1537 | 0,2232 | 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 47.607,8669 | 0,2013 | -5.183,29 | -10,887 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 161.601,5655 | 0,6832 | 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 71.055,1569 | 0,3004 | -90.546,41 | -127,431 |
| 5.1.1 Ríos | 443,5667 | 0,0019 | 5.1.1 Ríos | 443,5667 | 0,0019 | 0,00 | 0,000 |
| Totales | 23.652.703,2056 | 100,0 | Totales | 23.652.644,1542 | 100,0 | | |

Tabla 27.

Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2009

| Coberturas Armenia 2.009 | | |
|---|------------------------|--------------|
| Nivel | Area M2 | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 14.094.189,5480 | 44,3790 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 270.863,3765 | 0,8529 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 127.454,1853 | 0,4013 |
| 1.2.1.1 zonas industriales | 156.175,4256 | 0,4918 |
| 1.2.1.1.5.1 Ganaderia | 25.197,1764 | 0,0793 |
| 1.2.1.1.5.3 Piscicultura | 392,1767 | 0,0012 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 202.786,5680 | 0,6385 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 304.100,3000 | 0,9575 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | 4.610,0833 | 0,0145 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 18.193,0937 | 0,0573 |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8209 | 0,0199 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 485.909,8752 | 1,5300 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,2641 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 2.067.340,5575 | 6,5095 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0270 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | 55.218,2868 | 0,1739 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0468 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 53.753,3371 | 0,1693 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0560 |
| 2.1.4.4 Tomate | 23.840,0961 | 0,0751 |
| 2.2.1.3.1 Plátano | 511.346,2018 | 1,6101 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 178.229,9698 | 0,5612 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 1.374.582,8718 | 4,3282 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 170.569,7326 | 0,5371 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 121.449,8251 | 0,3824 |
| 2.2.5.2 Tomate | 13.533,2183 | 0,0426 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 3.938.867,1597 | 12,4025 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 116.403,1861 | 0,3665 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 2.207.234,0300 | 6,9500 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 98.186,3275 | 0,3092 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 893.716,6119 | 2,8141 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 303.187,6784 | 0,9547 |
| 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3543 | 0,0006 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 234.243,6474 | 0,7376 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 26.310,0985 | 0,0828 |
| 3.1.4.1 Bosque de galeria y ripario Guadua | 2.066.718,5627 | 6,5076 |
| 3.1.4.2 Bosque de galeria y ripario Arbolado | 315.884,0490 | 0,9946 |
| 3.1.4.3 Bosque de galeria y ripario Herbazal y arbustal | 165.651,2193 | 0,5216 |
| 3.1.4.4 Bosque de galeria y ripario Mixta | 480.395,3441 | 1,5126 |
| 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7953 | 0,0001 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 119.705,2223 | 0,3769 |
| 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3778 | 0,0293 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 78.566,2755 | 0,2474 |
| 5.1.1 Ríos | 310.639,6952 | 0,9781 |
| 5.1.3 Canales | 2.350,4484 | 0,0074 |
| Totales | 31.758.679,2279 | 100,0 |

Figura 24.
Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2009, conforme la metodología Corine Land Cover

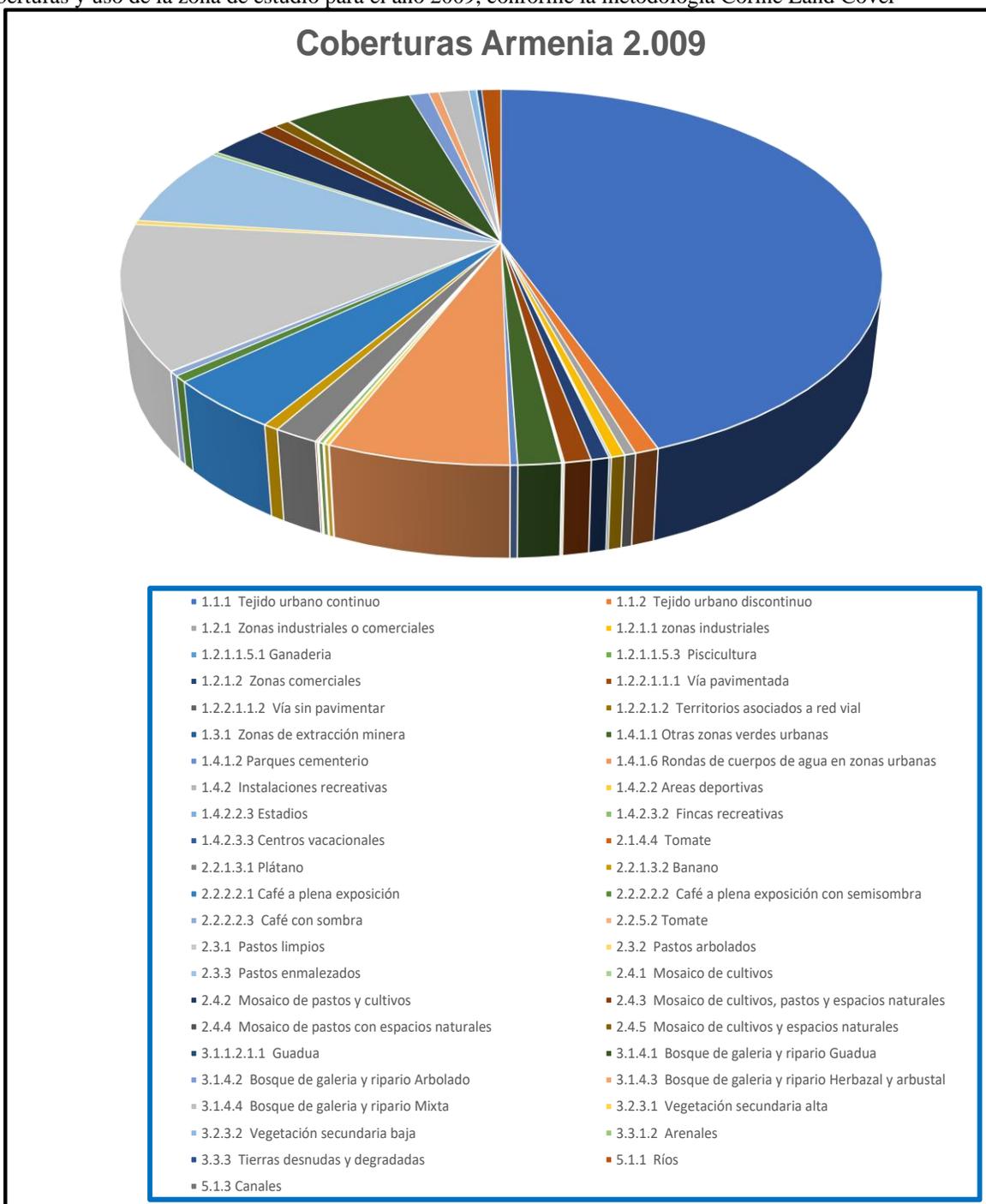


Tabla 28.

Distribución por áreas y porcentaje de la capa temática de usos y coberturas de la zona de estudio del año 2018

| Coberturas Armenia 2.018 | | |
|---|------------------------|--------------|
| Nivel | Area M2 | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 15.090.853,1266 | 47,5173 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 504.338,5359 | 1,5880 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 157.365,1227 | 0,4955 |
| 1.2.1.1 Zonas industriales | 340.092,8350 | 1,0709 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 216.193,3876 | 0,6807 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 294.194,1924 | 0,9263 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | 4.610,0779 | 0,0145 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 4.103,5933 | 0,0129 |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8181 | 0,0199 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 352.833,0205 | 1,1110 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3799 | 0,2641 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 2.035.001,0892 | 6,4077 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0998 | 0,0270 |
| 1.4.2.2 Áreas deportivas | 56.423,4223 | 0,1777 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5292 | 0,0468 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 45.245,6136 | 0,1425 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4151 | 0,0560 |
| 2.2.1.3.1 Plátano | 282.009,1384 | 0,8880 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 1.184.674,3959 | 3,7302 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 140.233,7252 | 0,4416 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 82.748,2342 | 0,2606 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 3.301.398,7179 | 10,3953 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 84.040,9061 | 0,2646 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 231.733,8191 | 0,7297 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.998.064,9856 | 6,2914 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 97.702,8416 | 0,3076 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 935.242,0841 | 2,9448 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 303.880,7367 | 0,9568 |
| 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3532 | 0,0006 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 228.968,6946 | 0,7210 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 31.919,0827 | 0,1005 |
| 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 2.193.106,5444 | 6,9055 |
| 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 324.652,9487 | 1,0222 |
| 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 179.777,2641 | 0,5661 |
| 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 477.097,5171 | 1,5023 |
| 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7960 | 0,0001 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 122.247,0244 | 0,3849 |
| 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3936 | 0,0293 |
| 5.1.1 Ríos | 314.692,3477 | 0,9909 |
| 5.1.3 Canales | 2.350,4457 | 0,0074 |
| Totales | 31.758.679,2558 | 100,0 |

Figura 25.
Coberturas y uso de la zona de estudio para el año 2018, conforme la metodología Corine Land Cover

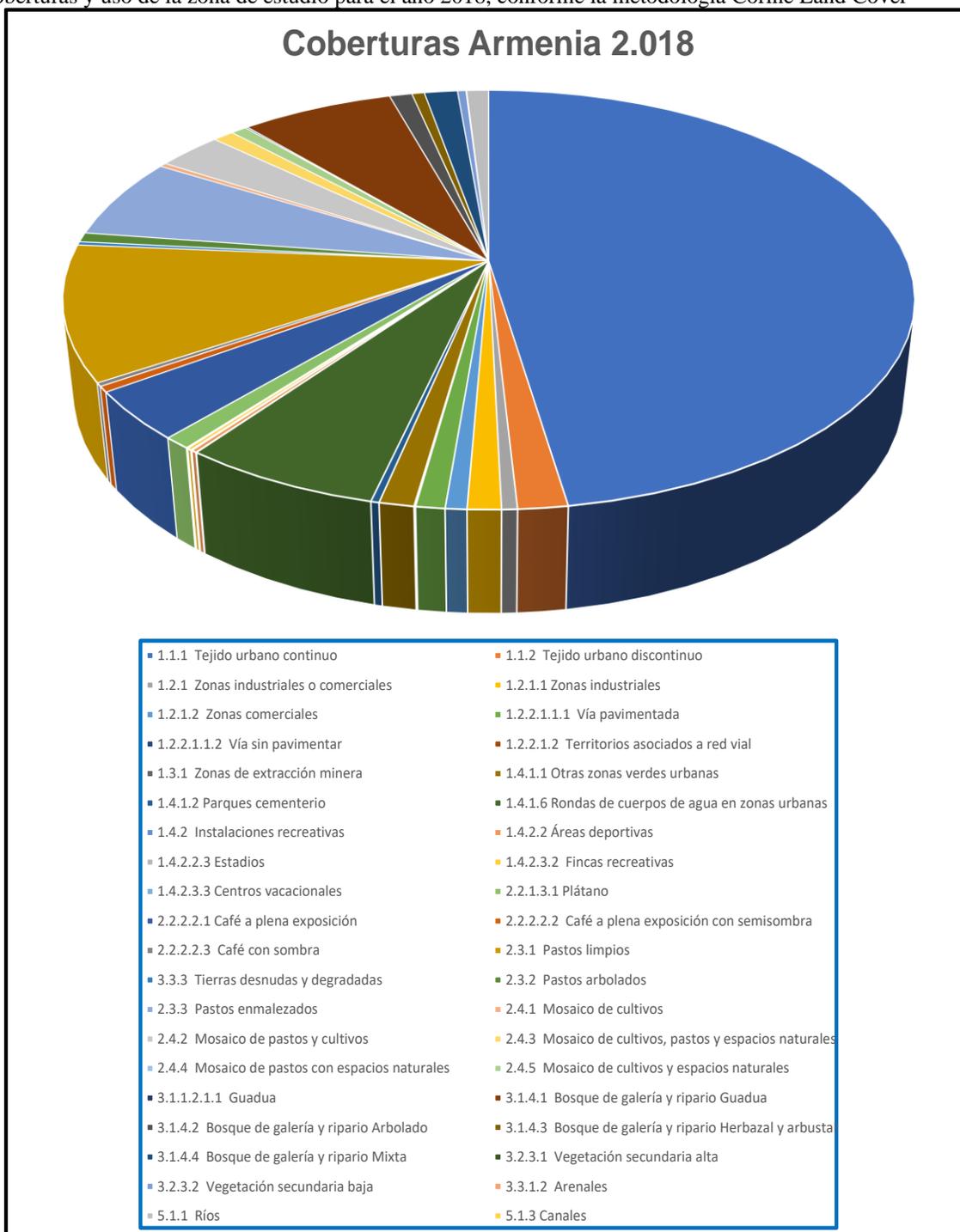


Tabla 29.

Análisis comparativo del comportamiento de las coberturas y usos en el periodo 2009 – 2018 – Perímetro Urbano POT 2009

| Coberturas Armenia 2.009 | | | Coberturas Armenia 2.018 | | | Indicador M2 | % |
|---|------------------------|--------------|---|------------------------|--------------|---------------|-----------|
| Nivel | Area M2 | % | Nivel | Area M2 | % | (2018-2009) | % |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 14.094.189,5480 | 44,3790 | 1.1.1 Tejido urbano continuo | 15.090.853,1266 | 47,5173 | 996.663,5786 | 6,6044 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 270.863,3765 | 0,8529 | 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 504.338,5359 | 1,5880 | 233.475,1594 | 46,2933 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 127.454,1853 | 0,4013 | 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 157.365,1227 | 0,4955 | 29.910,9374 | 19,0073 |
| 1.2.1.1 Zonas industriales | 156.175,4256 | 0,4918 | 1.2.1.1 Zonas industriales | 340.092,8350 | 1,0709 | 183.917,4093 | 54,0786 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 202.786,5680 | 0,6385 | 1.2.1.2 Zonas comerciales | 216.193,3876 | 0,6807 | 13.406,8196 | 6,2013 |
| 1.2.1.1.5.1 Ganadería | 25.197,1764 | 0,0793 | No se presentan para el periodo analizado | 0,0000 | 0,0000 | -25.197,1764 | N.A |
| 1.2.1.1.5.3 Piscicultura | 392,1767 | 0,0012 | No se presentan para el periodo analizado | 0,0000 | 0,0000 | -392,1767 | N.A |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 304.100,3000 | 0,9575 | 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 294.194,1924 | 0,9263 | -9.906,1076 | -3,3672 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | 4.610,0833 | 0,0145 | 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | 4.610,0779 | 0,0145 | -0,0054 | -0,0001 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 18.193,0937 | 0,0573 | 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 4.103,5933 | 0,0129 | -14.089,5004 | -343,3454 |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8209 | 0,0199 | 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8181 | 0,0199 | -0,0028 | 0,0000 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 485.909,8752 | 1,5300 | 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 352.833,0205 | 1,1110 | -133.076,8547 | -37,7167 |
| 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3789 | 0,2641 | 1.4.1.2 Parques cementerio | 83.865,3799 | 0,2641 | 0,0010 | 0,0000 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 2.067.340,5575 | 6,5095 | 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 2.035.001,0892 | 6,4077 | -32.339,4683 | -1,5892 |
| 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0987 | 0,0270 | 1.4.2 Instalaciones recreativas | 8.573,0998 | 0,0270 | 0,0011 | 0,0000 |
| 1.4.2.2 Áreas deportivas | 55.218,2868 | 0,1739 | 1.4.2.2 Áreas deportivas | 56.423,4223 | 0,1777 | 1.205,1355 | 2,1359 |
| 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5305 | 0,0468 | 1.4.2.2.3 Estadios | 14.862,5292 | 0,0468 | -0,0013 | 0,0000 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 53.753,3371 | 0,1693 | 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 45.245,6136 | 0,1425 | -8.507,7235 | -18,8034 |
| 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4100 | 0,0560 | 1.4.2.3.3 Centros vacacionales | 17.775,4151 | 0,0560 | 0,0051 | 0,0000 |
| 2.1.4.4 Tomate | 23.840,0961 | 0,0751 | No se presentan para el periodo analizado | 0,0000 | 0,0000 | -23.840,0961 | N.A |
| 2.2.1.3.1 Plátano | 511.346,2018 | 1,6101 | 2.2.1.3.1 Plátano | 282.009,1384 | 0,8880 | -229.337,0634 | -81,3226 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 178.229,9698 | 0,5612 | No se presentan para el periodo analizado | 0,0000 | 0,0000 | -178.229,9698 | N.A |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 1.374.582,8718 | 4,3282 | 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 1.184.674,3959 | 3,7302 | -189.908,4759 | -16,0304 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 170.569,7326 | 0,5371 | 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 140.233,7252 | 0,4416 | -30.336,0074 | -21,6325 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 121.449,8251 | 0,3824 | 2.2.2.2.3 Café con sombra | 82.748,2342 | 0,2606 | -38.701,5909 | -46,7703 |
| 2.2.5.2 Tomate | 13.533,2183 | 0,0426 | No se presentan para el periodo analizado | 0,0000 | 0,0000 | -13.533,2183 | N.A |
| 2.3.1 Pastos limpios | 3.938.867,1597 | 12,4025 | 2.3.1 Pastos limpios | 3.301.398,7179 | 10,3953 | -637.468,4418 | -19,3090 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 116.403,1861 | 0,3665 | 2.3.2 Pastos arbolados | 231.733,8191 | 0,7297 | 115.330,6330 | 49,7686 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 2.207.234,0300 | 6,9500 | 2.3.3 Pastos enmalezados | 1.998.064,9856 | 6,2914 | -209.169,0445 | -10,4686 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 98.186,3275 | 0,3092 | 2.4.1 Mosaico de cultivos | 97.702,8416 | 0,3076 | -483,4859 | -0,4949 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 893.716,6119 | 2,8141 | 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 935.242,0841 | 2,9448 | 41.525,4723 | 4,4401 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 303.187,6784 | 0,9547 | 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 303.880,7367 | 0,9568 | 693,0583 | 0,2281 |
| 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3543 | 0,0006 | 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3532 | 0,0006 | -0,0011 | -0,0006 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 234.243,6474 | 0,7376 | 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 228.968,6946 | 0,7210 | -5.274,9528 | -2,3038 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 26.310,0985 | 0,0828 | 3.1.1.2.1.1 Guadua | 31.919,0827 | 0,1005 | 5.608,9842 | 17,5725 |
| 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 2.066.718,5627 | 6,5076 | 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 2.193.106,5444 | 6,9055 | 126.387,9817 | 5,7630 |
| 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 315.884,0490 | 0,9946 | 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 324.652,9487 | 1,0222 | 8.768,8998 | 2,7010 |
| 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 165.651,2193 | 0,5216 | 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 179.777,2641 | 0,5661 | 14.126,0449 | 7,8575 |
| 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 480.395,3441 | 1,5126 | 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 477.097,5171 | 1,5023 | -3.297,8270 | -0,6912 |
| 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7953 | 0,0001 | 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7960 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0037 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 119.705,2223 | 0,3769 | 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 122.247,0244 | 0,3849 | 2.541,8021 | 2,0792 |
| 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3778 | 0,0293 | 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3936 | 0,0293 | 0,0158 | 0,0002 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 78.566,2755 | 0,2474 | 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 84.040,9061 | 0,2646 | 5.474,6306 | 6,5142 |
| 5.1.1 Ríos | 310.639,6952 | 0,9781 | 5.1.1 Ríos | 314.692,3477 | 0,9909 | 4.052,6524 | 1,2878 |
| 5.1.3 Canales | 2.350,4484 | 0,0074 | 5.1.3 Canales | 2.350,4457 | 0,0074 | -0,0026 | -0,0001 |
| Totales | 31.758.679,2279 | 100,0 | Totales | 31.758.679,2558 | 100,0 | | |

Tabla 30.
Análisis estadístico de las coberturas y usos en la zona de ampliación del POT

| Coberturas Armenia Zona de Ampliación 2009 | | | Coberturas Armenia Zona de Ampliación 2018 | | | Indicador M2 (2018-2009) | % |
|---|---------------------|--------------|---|---------------------|--------------|-----------------------------|-----------|
| Nivel_2009 | Area | % | Nivel_2018 | Area | % | | |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo | 632.327,3230 | 7,7328 | 1.1.1 Tejido urbano continuo | 1.134.150,3640 | 13,8697 | 501.823,0410 | 44,2466 |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 167.784,2419 | 2,0519 | 1.1.2 Tejido urbano discontinuo | 328.338,4136 | 4,0153 | 160.554,1717 | 48,8990 |
| 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 70.952,7694 | 0,8677 | 1.2.1 Zonas industriales o comerciales | 68.443,7375 | 0,8370 | -2.509,0320 | -3,6658 |
| 1.2.1.1 zonas industriales | 15.888,9054 | 0,1943 | 1.2.1.1 Zonas industriales | 129.355,5614 | 1,5819 | 113.466,6560 | 87,7169 |
| 1.2.1.1.5.1 Ganadería | 25.197,1764 | 0,3081 | Cobertura no presente en el periodo analizado | | | 0,0000 | 0,0000 |
| 1.2.1.1.5.3 Piscicultura | 392,1767 | 0,0048 | Cobertura no presente en el periodo analizado | | | 0,0000 | 0,0000 |
| 1.2.1.2 Zonas comerciales | 117.268,3193 | 1,4341 | 1.2.1.2 Zonas comerciales | 102.200,3174 | 1,2498 | -15.068,0019 | -14,7436 |
| 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 77.265,7574 | 0,9449 | 1.2.2.1.1.1 Vía pavimentada | 67.498,0853 | 0,8254 | -9.767,6721 | -14,4710 |
| 1.2.2.1.1.2 Vía pavimentar | 4.414,7958 | 0,0540 | 1.2.2.1.1.2 Vía sin pavimentar | 4.414,7910 | 0,0540 | -0,0048 | -0,0001 |
| 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 4.103,6012 | 0,0502 | 1.2.2.1.2 Territorios asociados a red vial | 4.103,5933 | 0,0502 | -0,0080 | -0,0002 |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8209 | 0,0772 | 1.3.1 Zonas de extracción minera | 6.312,8181 | 0,0772 | -0,0028 | 0,0000 |
| 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 54.088,0667 | 0,6614 | 1.4.1.1 Otras zonas verdes urbanas | 21.193,5252 | 0,2592 | -32.894,5415 | -155,2103 |
| 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 75.121,3971 | 0,9187 | 1.4.1.6 Rondas de cuerpos de agua en zonas urbanas | 74.643,0688 | 0,9128 | -478,3283 | -0,6408 |
| 1.4.2.2 Areas deportivas | 16.045,9460 | 0,1962 | 1.4.2.2 Areas deportivas | 16.356,9363 | 0,2000 | 310,9903 | 1,9013 |
| 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 30.686,1586 | 0,3753 | 1.4.2.3.2 Fincas recreativas | 38.883,3047 | 0,4755 | 8.197,1460 | 21,0814 |
| 2.1.4.4 Tomate | 23.840,0961 | 0,2915 | Cobertura no presente en el periodo analizado | | | 0,0000 | 0,0000 |
| 2.2.1.3.1 Plátano | 256.769,0667 | 3,1401 | 2.2.1.3.1 Plátano | 140.131,0842 | 1,7137 | -116.637,9825 | -83,2349 |
| 2.2.1.3.2 Banano | 14.418,6826 | 0,1763 | Cobertura no presente en el periodo analizado | | | 0,0000 | 0,0000 |
| 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 816.620,4271 | 9,9866 | 2.2.2.2.1 Café a plena exposición | 649.983,0512 | 7,9487 | -166.637,3759 | -25,6372 |
| 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 159.981,9578 | 1,9564 | 2.2.2.2.2 Café a plena exposición con semisombra | 129.919,8285 | 1,5888 | -30.062,1292 | -23,1390 |
| 2.2.2.2.3 Café con sombra | 17.290,2968 | 0,2114 | 2.2.2.2.3 Café con sombra | 16.564,9806 | 0,2026 | -725,3162 | -4,3786 |
| 2.2.5.2 Tomate | 13.533,2183 | 0,1655 | Cobertura no presente en el periodo analizado | | | 0,0000 | 0,0000 |
| 2.3.1 Pastos limpios | 2.447.824,4605 | 29,9347 | 2.3.1 Pastos limpios | 1.833.807,6031 | 22,4259 | -614.016,8573 | -33,4832 |
| 2.3.2 Pastos arbolados | 79.153,0643 | 0,9680 | 2.3.2 Pastos arbolados | 152.850,4766 | 1,8692 | 73.697,4123 | 48,2154 |
| 2.3.3 Pastos enmalezados | 853.290,4382 | 10,4350 | 2.3.3 Pastos enmalezados | 926.544,3698 | 11,3308 | 73.253,9316 | 7,9061 |
| 2.4.1 Mosaico de cultivos | 84.827,4582 | 1,0374 | 2.4.1 Mosaico de cultivos | 82.605,1508 | 1,0102 | -2.222,3074 | -2,6903 |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 506.787,1994 | 6,1976 | 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos | 520.167,3073 | 6,3612 | 13.380,1079 | 2,5723 |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 75.154,8311 | 0,9191 | 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 81.366,3637 | 0,9950 | 6.211,5326 | 7,6340 |
| 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3543 | 0,0022 | 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales | 181,3532 | 0,0022 | -0,0011 | -0,0006 |
| 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 61.723,4023 | 0,7548 | 2.4.5 Mosaico de cultivos y espacios naturales | 63.590,3575 | 0,7777 | 1.866,9551 | 2,9359 |
| 3.1.1.2.1.1 Guadua | 14.342,8416 | 0,1754 | 3.1.1.2.1.1 Guadua | 21.945,8316 | 0,2684 | 7.602,9900 | 34,6443 |
| 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 713.287,2488 | 8,7229 | 3.1.4.1 Bosque de galería y ripario Guadua | 808.956,3131 | 9,8928 | 95.669,0643 | 11,8262 |
| 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 139.401,8822 | 1,7048 | 3.1.4.2 Bosque de galería y ripario Arbolado | 149.159,9798 | 1,8241 | 9.758,0976 | 6,5420 |
| 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 45.092,3350 | 0,5514 | 3.1.4.3 Bosque de galería y ripario Herbazal y arbustal | 50.914,3650 | 0,6226 | 5.822,0300 | 11,4349 |
| 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 155.322,6949 | 1,8995 | 3.1.4.4 Bosque de galería y ripario Mixta | 151.897,0454 | 1,8576 | -3.425,6495 | -2,2552 |
| 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7953 | 0,0002 | 3.2.3.1 Vegetación secundaria alta | 17,7960 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0037 |
| 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 71.138,0484 | 0,8700 | 3.2.3.2 Vegetación secundaria baja | 71.138,0227 | 0,8700 | -0,0257 | 0,0000 |
| 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3778 | 0,1137 | 3.3.1.2 Arenales | 9.295,3936 | 0,1137 | 0,0158 | 0,0002 |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 7.511,1186 | 0,0919 | 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas | 3.670,9334 | 0,0449 | -3.840,1851 | -104,6106 |
| 5.1.1 Ríos | 310.196,1334 | 3,7934 | 5.1.1 Ríos | 314.248,7790 | 3,8430 | 4.052,6456 | 1,2896 |
| 5.1.3 Canales | 2.350,4484 | 0,0287 | 5.1.3 Canales | 2.350,4457 | 0,0287 | -0,0026 | -0,0001 |
| Totales | 8.177.201,33 | 100,0 | Totales | 8.177.201,35 | 100,0 | | |

Bibliografía

- Alcaldía de Armenia. (2009). *Acuerdo número 019 de 2009. Por medio del cual se adopta el plan de ordenamiento territorial del municipio de Armenia*. Armenia: La Alcaldía.
- Alcaldía de Armenia. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial Armenia 2009 - 2023*. Armenia: La Alcaldía.
- Álvarez, J., & Ágredo, G. A. (2015). Pérdida de la Cobertura Vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, Caso cuenca urbana San Luis (Manizales). *Revista Luna Azul (On Line)*(37), 30 - 48.
- Andrade, P., & Bermúdez, D. C. (2010). La sostenibilidad ambiental urbana en Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*(2), 73-93.
- Cifuentes, J., & Bustamante, C. A. (2017). Una experiencia sobre evaluación de la gestión ambiental a través de la auditoria regular al municipio de Armenia. *UGCiencia*(23), 15-26.
- Claret, S. R., Cabrera, S. C., & Ramírez, L. (2010). Cartografía Temática. *Revista Geográfica Digital. Igunne.*, 7(14), 1-12.
- DANE. (2019). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento administrativo de planeación. (2022). *P.O.T. Armenia*: El Departamento.
- DNP. (2012). *circular Nro. 001 del Departamento Nacional de Planeación de abril 23 de 2012*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación .
- DNP. (2014). *Comisiones Regionales de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://bit.ly/44zWamD>

- Duque, M. C., Alzate, J. J., & Otálvaro, C. A. (2000). *Problemática socio ambiental en la expansión urbana de Manizales*. Manizales: Universidad de Manizales.
- Ecured. (s.f.). *Sensor remoto*. Obtenido de Ecured: https://www.ecured.cu/Sensor_remoto
- El Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Diario Oficial No. 43.091.
- El Congreso de Colombia. (2011). *Ley 1454 de 2011*. Bogotá: Diario Oficial 48115 de junio 29 de 2011.
- El Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1551 de 2012*. Bogotá: Diario Oficial No. 48483 de julio 6 de 2012.
- El presidente de la República de Colombia. (2014). *Decreto 1807 de 2014*. Bogotá: La presidencia.
- El presidente de la República de Colombia. (2021). *Decreto 824 de 2021*. Bogotá: La presidencia.
- Esquivel, et al. (2019). Crecimiento urbano de Ciudad Juárez Chihuahua (1920-2015): Hipótesis sobre el impacto en las coberturas y uso de suelo y el abatimiento del acuífero urbano. *Acta universitaria*, 29, 1-29. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2369>
- Esri. (2023). *¿Qué son los SIG?* Obtenido de Esri: <https://www.esri.com/es-es/what-is-gis/overview>
- Esri. (2023b). *¿Qué es el geoprocesamiento?* Obtenido de Esri: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/geoprocessing/basics/what-is-geoprocessing-.htm>
- GISday Uniguajira. (2023). *Definición y objeto de la fotointerpretación*. Obtenido de SIG paso a paso: <https://unisigzayrao.blogspot.com/p/fotointerpretacion.html>
- Gobernación del Quindío. (2023). *Datos Geográficos Básicos*. Armenia: La Gobernación.

- Gómez, D. M., & Beltrán, J. (2018). Modelación dinámica de bienes y servicios ecosistémicos en la reserva forestal productora Thomas van der Hammen. *Colombia forestal*, 21(2), 188-204. doi:<https://doi.org/10.14483/2256201X.12498>
- Gómez, F. (2007). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá: Leyer.
- Gutiérrez, Á. M., Zambrano, Y., & Ospina, L. (2015). Propuesta metodológica de priorización de áreas para conservación de cuencas. Validación en río Caquinal, Fómeque, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* , 6(1), 169-214.
- Gutiérrez, M. (2006). El rol de las bases de datos espaciales en una infraestructura de datos. *GSDI-9 Conference Proceedings*, 1-10.
- Hernández-Gómez, A., & Rojas-Robles, R. (2013). Cambios en el uso del suelo asociados a la expansión urbana y la planeación en el corregimiento de Pasquilla, zona rural de Bogotá (Colombia). *Cuadernos de Geografía | Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 257-271.
- IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000* . Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2013). *Quindío*. Obtenido de IDEAM:
http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/quindio_texto.pdf
- IDEAM. (2023). *Coberturas de la tierra*. Obtenido de Ecosistemas:
<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>
- Inegi. (2023). *Ortoimágenes*. Obtenido de Inegi:
<https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/ortoimagenes/>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2023). *LADM_COL*. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: <https://igac.gov.co/es/catastro-multiproposito/ladm-col>
- ISO. (2016). *ISO 19110:2016. Geographic information — Methodology for feature cataloguing*. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/standard/57303.html>
- Loya-Carrillo, et al. (2013). Evaluación espacio-temporal del impacto del crecimiento urbano sobre la cobertura vegetal en la región fronteriza Nogales, México y Arizona, Estados Unidos, durante el periodo 1995-2010. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 9(1), 124-140.
- Nieto, O. A., Jiménez, L. F., & Nieto, M. (2016). Variación de coberturas forestales y ocupación del territorio en el municipio de Armenia 1939-1999. *Luna azul*(42), 319-340.
doi:<http://10.17151/luaz.2016.42.19>
- Procuraduría General de la Nación. (2016). *El ABC de los POT Plan de Ordenamiento Territorial*. Bogotá: La Procuraduría, OEI.
- Ramírez, A. (2009). Análisis de los conflictos ambientales en interfases urbano-rurales. *Revista Nodo*(3), 71–96.
- Remolina-Angarita, F. (2011). Figuras municipales de conservación ambiental en Colombia : ¿ áreas protegidas , redes ecológicas o infraestructuras verdes ? . *Revista Nodo*, 6(11), 65-76.
- Ríos, L. J. (2017). *Modelación geoespacial del impacto paisajístico (suelo y cobertura vegetal) en la Loma de Carabayllo debido a la expansión urbana entre el 2006 y el 2017*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.

- Sandoval, G. S. (2009). *Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del Gran Valparaíso, su evolución y escenarios futuros*. Santiago: Universidad de Chile .
- Unesco. (2011). *Paisaje cultural cafetero*. Obtenido de Unesco: <https://bit.ly/3nsPjL0>
- Universidad Externado de Colombia. (2013). *Población y ordenamiento territorial* . Bogotá: Universidad Externado de Colombia .
- Zumaeta, D. L. (2021). *Análisis multitemporal y predictivo del cambio de uso del suelo y pérdida de cobertura vegetal*. Chachapoyas – Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.